

Geomorfologia da Serra da Formiga, setor das serras ocidentais do Planalto da Borborema, região semiárida do Seridó Potiguar

Geomorphology of the Serra da Formiga, western ranges sector of the Borborema Plateau, semiarid region of the Seridó, Northeastern Brazil

Vanderli Alves dos Santos¹; Davi do Vale Lopes²; José Yure Gomes dos Santos³; João Eudes Dantas Júnior⁴; Abner Monteiro Nunes Cordeiro⁵

- 1 Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-graduação em Geografia - GEOCERES, Caicó/RN, Brasil. Email: vanderliaves1@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5416-2316>
- 2 Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Geografia do CERES, Caicó/RN, Brasil.
Email: davi.lopes@ufrn.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3336-7397>
- 3 Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Geografia do CERES, Caicó/RN, Brasil.
Email: jose.yure.santos@ufrn.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9840-8132>
- 4 Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Curso de Licenciatura em Geografia do CERES, Caicó/RN, Brasil.
Email: eudesjoao177@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2350-7994>
- 5 Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Geografia do CERES, Caicó/RN, Brasil.
Email: abner.cordeiro@ufrn.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4867-7083>

Resumo: Ao longo das últimas décadas, tem-se observado uma crescente expansão na instalação de parques eólicos em ambientes serranos do semiárido brasileiro. Essa expansão também tem afetado o núcleo de desertificação do Seridó, uma região que abriga diversas serras atuando como importantes refúgios para a fauna e a flora locais. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a geomorfologia da Serra da Formiga, na região semiárida do Seridó Potiguar. Para tanto foram realizadas análises de gabinete, como o processamento de imagens, análises de bases cartográficas, confecção de mapas temáticos com o uso de Sistema de Informações Geográficas e ainda foram realizadas atividades de campo e checagens *in situ*. Na Serra da Formiga e em seu entorno imediato, foram identificadas cinco unidades de relevo: (i) planícies e terraços fluviais; (ii) inselbergs; (iii) serras; (iv) superfície sertaneja I; e (v) superfície sertaneja II. Constatou-se que a área apresenta relevos íngremes e numerosas escarpas, o que impõe restrições ao uso e à ocupação do solo. Por outro lado, essas condições têm favorecido a preservação de remanescentes de caatinga. A instalação de parques eólicos, contudo, pode intensificar processos erosivos e o assoreamento de corpos hídricos. Diante disso, a criação de uma unidade de conservação na área constitui uma estratégia recomendável visando o uso sustentável.

Palavras-chave: Escarpas; Morfogênese; Relevo.

Abstract: Over the past decades, there has been a growing expansion of wind farm installations in the mountainous environments of the Brazilian semiarid region. This expansion has also affected the Seridó Desertification Nucleus, an area characterized by several mountain ranges that serve as important refuges for local fauna and flora. The aim of this study was to characterize the geomorphology of the Serra da Formiga, located in the semiarid region of the Seridó Potiguar, Northeastern Brazil. To this end, fieldwork was conducted to acquire data, and in the office, data analysis, image processing, and use of official cartographic databases were performed to create thematic maps within a Geographic Information System environment. Five major landform units were identified in the Serra da Formiga and its surroundings: (i) fluvial plains and terraces; (ii) inselbergs; (iii) mountain ranges; (iv) Sertaneja Surface I; and (v) Sertaneja Surface II. The area is characterized by steep relief and numerous escarpments, which impose restrictions on land use and occupation. Conversely, these conditions have contributed to the preservation of Caatinga vegetation. However, the expansion of wind farms may intensify erosion processes and the siltation of water bodies. Therefore, the creation of a conservation unit is recommended to promote sustainable land management in the area.

Keywords: Escarpments; Morphogenesis; Relief.

Recebido: 07/11/2025; Aceito: 23/12/2025; Publicado: 07/01/2026.

1. Introdução

As superfícies de cimeira do semiárido brasileiro, como as serras e chapadas, configuram ecossistemas de elevada relevância ambiental e ecológica ((OLIVEIRA; SILVA FILHO; COSTA, 2021; HILÁRIO et al., 2024). Elas abrigam uma rica biodiversidade, incluindo formações florestais, ambientes úmidos de brejos de altitude e refúgios de espécies da fauna e flora adaptadas às condições microclimáticas mais amenas e úmidas (OLIVEIRA; SILVA FILHO; COSTA, 2021). Apesar da degradação ambiental histórica do bioma Caatinga, a vegetação presente nas áreas elevadas tende a manter-se mais robusta e conservada, em comparação às superfícies sertanejas rebaixadas (NETO; SILVA, 2012; OLIVEIRA; SILVA FILHO; COSTA, 2021).

No âmbito dos estudos ambientais e territoriais, a análise do relevo constitui uma etapa fundamental, pois permite compreender a estrutura e a dinâmica da paisagem, bem como suas potencialidades e vulnerabilidades naturais (DINIZ et al., 2017; SANTOS; VITAL, 2020; LIRA et al., 2024; HILÁRIO et al., 2024; FREITAS et al., 2024; HILÁRIO; LOPES, 2024). A abordagem geomorfológica, tanto em escalas regionais quanto de detalhe, fornece subsídios essenciais para o planejamento e gestão ambiental, assim como para a avaliação dos impactos decorrentes das atividades antrópicas (AB'SÁBER, 2003; PORTO et al., 2004; SOUZA; OLIVEIRA, 2006; MEDEIROS; CESTARO, 2018; LIRA et al., 2024; HILÁRIO et al., 2024; FREITAS et al., 2024; HILÁRIO e LOPES, 2024; DANTAS et al., 2025).

Ao longo das últimas décadas, tem-se observado um aumento expressivo da instalação de parques eólicos em ambientes serranos do semiárido brasileiro (HILÁRIO et al., 2024; FREITAS et al., 2024; SILVA; HILÁRIO; LOPES, 2024). Esses ambientes, por apresentarem altitudes elevadas e ventos constantes, tornam-se estratégicos para a geração de energia renovável. Contudo, em geral, são também áreas mais preservadas em relação às superfícies rebaixadas, possuindo características singulares em termos de clima, solos, relevo, hidrografia, fauna e flora (SANTOS et al., 2023; HILÁRIO et al., 2024; FREITAS et al., 2024; SILVA; HILÁRIO; LOPES, 2024; DANTAS et al., 2025).

Apesar do avanço dos processos de degradação ambiental nas últimas décadas no Seridó Potiguar, algumas áreas serranas ainda carecem de estudos mais detalhados sobre seus aspectos físicos e bióticos (SALES et al., 2022; HILÁRIO et al., 2024; FREITAS et al., 2024). Entre essas áreas, destaca-se a Serra da Formiga, localizada no setor das Serras Ocidentais do Planalto da Borborema, que constitui um importante marco geomorfológico e ecológico no contexto regional. Além de sua expressiva relevância no modelado do relevo, a Serra da Formiga abriga fragmentos preservados de vegetação nativa da Caatinga, os quais desempenham papel fundamental na manutenção da biodiversidade local e na conservação dos recursos naturais em meio a um ambiente marcado por intensas pressões antrópicas (OLIVEIRA; SILVA FILHO; COSTA, 2021).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a geomorfologia da Serra da Formiga, buscando compreender a organização do relevo e os principais processos morfogenéticos atuantes. Essa análise visa contribuir para o conhecimento geográfico e ambiental da região, oferecendo subsídios técnicos e científicos que possam auxiliar em estratégias de conservação, planejamento territorial e manejo sustentável dos recursos naturais.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A Serra da Formiga localiza-se entre os municípios de Caicó e Cruzeta, Estado do Rio Grande do Norte, abrangendo uma área de 80,2 km² (Fig. 1). Esse relevo residual constitui um maciço cristalino, com clima semiárido mediano (OLIVEIRA; OLIVEIRA; COSTA, 2019), o qual se apresenta isolado na paisagem, sendo delimitado por encostas íngremes (SILVA et al., 2018). Este maciço é constituído por rochas ígneas (e.g., granito) e metamórficas (e.g., gnaisses e ortognaisses), pertencentes à Província Borborema, apresentando elevações variando entre 311 m (cota de base) e 688 m (cota média do topo). No aspecto fitogeográfico, a área de estudo está localizada na Ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional (OLIVEIRA; OLIVEIRA; COSTA, 2019).

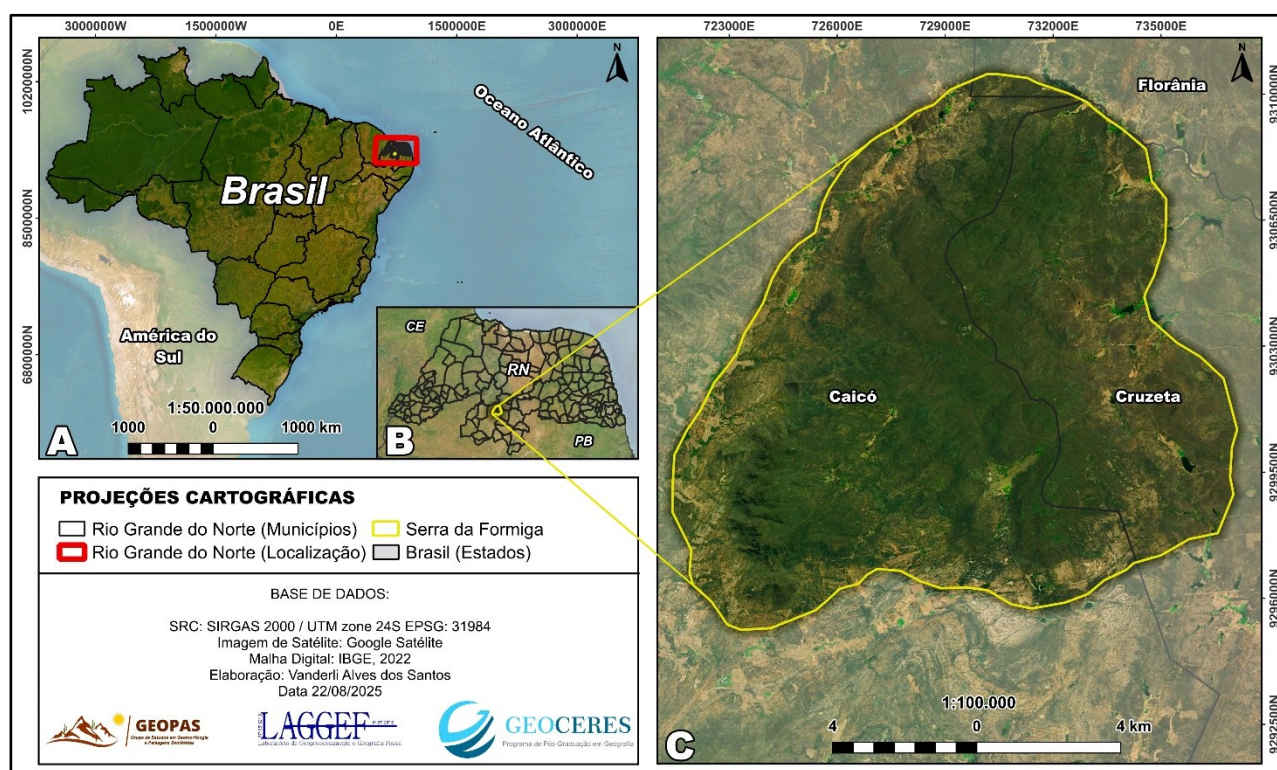


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Fonte: Autores (2025).

2.2 Mapeamento e análise do relevo

O mapa de geologia foi elaborado por meio de dados vetoriais obtidos a partir da folha geológica Província Mineral do Seridó, na escala de 1:350.000 (COSTA *et al.*, 2019). Já o mapeamento geomorfológico foi realizado considerando os seguintes critérios para identificação e delimitação dos compartimentos: altitude, declividade, formato do topo (tabular, aguçado ou convexo) e modelados (dissecação, dissolução ou acumulação), seguindo procedimentos de Costa *et al.* (2020) e IBGE (2009).

A hipsometria foi desenvolvida utilizando o *software* QGIS (versão 3.22.12). Este processo envolveu a utilização de um Modelo Digital de Elevação (MDE) da NASADEM (NASA *Shuttle Radar Topography Mission Digital Elevation Model* – SRTM DEM). A partir deste modelo, foi produzido um raster que, seguindo os critérios estabelecidos, incorporou uma escala de cores distintas para cada intervalo de 33 metros de elevação. Essa abordagem permitiu uma visualização detalhada e diferenciada das variações altimétricas da área analisada.

O Índice de Dissecação do Relevo (IDR) é um parâmetro morfométrico empregado na segmentação e análise das unidades de relevo, permitindo avaliar o grau de entalhamento e a dimensão interfluvial das formas terrestres (ROSS, 1994). Sua elaboração segue os procedimentos propostos por Ross (1994) e Crepani *et al.* (2001), adaptados no *software* QGIS. O índice resulta da soma da Dissecação Vertical (DV), que representa o entalhamento dos vales e da Dissecação Horizontal (DH) que expressa a largura média dos interflúvios, ambas reclassificadas em classes categóricas.

O processo inicia-se com a correção e inversão do MDE, utilizado para gerar o raster de direção de fluxo e delimitar as “meias bacias” por meio da função *r.watershed*. A DV é obtida a partir da amplitude do relevo (Range), enquanto a DH é calculada pela razão entre a área e o comprimento da bacia ($DH = \text{Área} / \text{Comp}$, sendo $\text{Comp} = \text{Perímetro} / 2$). Após a reclassificação das variáveis conforme Ross (1994), o índice final é determinado pela soma dos valores reclassificados ($IDR = DV_{\text{ross}} + DH_{\text{ross}}$). O resultado é convertido em raster e simbolizado em classes de dissecação (Muito Fraca, Fraca, Moderada, Forte e Muito Forte), possibilitando a análise e compartimentação do relevo.

A superfície sertaneja I (SSJ I) abrange altitudes até 250 m, enquanto a superfície sertaneja II (SSJ II) estende-se de 251 a 350 m de altitude. No contexto da área de estudo, optou-se pela delimitação das serras como as áreas com elevações

a partir de 401 m de altitude, onde predominam formas topográficas com topos aguçados ou convexos. Já as planícies e terraços fluviais foram delimitadas utilizando-se de um arquivo raster que indica declividades entre 0 e 3% (plano), associado a rede de drenagem. A seleção dos polígonos foi efetuada com base na proximidade à rede de drenagem, garantindo que as áreas selecionadas correspondam às feições de acumulação fluvial. Por fim, *inselbergs* com extensões significativas foram demarcados com base na observação de formações rochosas isoladas, que se elevam a mais de 400 m de altitude, destacando-se na paisagem circundante. Ressalta-se, ainda, que foram realizadas atividades de campo com o uso de receptor portátil de sinais do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), câmera digital e veículo aéreo não tripulado (VANT), visando à aquisição de dados e à validação dos resultados obtidos por meio do software QGIS.

3. Resultados e discussão

3.1. Contexto litoestrutural da Serra da Formiga

A geologia da Serra da Formiga abrange uma área aproximada de 162,77 km² e caracteriza-se por expressiva diversidade litológica associada a uma elevada complexidade estrutural (Fig. 2). O arcabouço geológico regional é dominado por unidades de idades paleoproterozoica e neoproterozoica, refletindo uma longa e complexa história de evolução tectono-metamórfica no contexto da Província Borborema.

As unidades mais antigas correspondem ao Complexo Caicó, que constitui o principal embasamento litoestratigráfico da área, ocupando a maior parcela da superfície mapeada. Destacam-se os biotita ortognaisses, que representam cerca de 35% da área, e os gnaisses bandados indiferenciados, com aproximadamente 30% (Fig. 2). Essas litologias distribuem-se predominantemente nos setores centro-sul e leste da Serra da Formiga, ocorrendo associadas a ortognaisses graníticos e granodioríticos, além de intercalações com anfibolitos e migmatitos (Fig. 2). De forma pontual, registra-se ainda a presença de ortognaisses e lentes de anfibolito pertencentes ao Complexo Arábia, concentradas no setor norte da área de estudo.

Sobre o embasamento paleoproterozoico, desenvolvem-se as sequências supracrustais neoproterozoicas, representadas principalmente pela Formação Jucurutu, integrante do Grupo Seridó. Essa unidade apresenta marcante heterogeneidade litológica, composta por biotita-anfibólio gnaisses granoblásticos, anfibolitos, formações ferríferas, gnaisses feldspáticos, bem como rochas calcissilicáticas e metaultramáficas (Fig. 2). Destaca-se, ainda, a ocorrência de uma camada de mármore, indicativa de condições deposicionais associadas a ambientes marinhos pretéritos (Fig. 2). No setor noroeste da área, o Corpo Genezaré introduz litologias de ortognaisses sienograníticos a monzograníticos, que se intercalam às unidades supracrustais, contribuindo para a complexidade do arranjo geológico regional.

Os depósitos aluvionares cenozoicos apresentam distribuição restrita, correspondendo a aproximadamente 0,43% da área mapeada. Essas unidades ocorrem associadas principalmente às calhas de drenagem e a setores de acumulação sedimentar recente, refletindo a dinâmica atual dos processos erosivos e deposicionais (Fig. 2).

Do ponto de vista estrutural, a Serra da Formiga é fortemente compartimentada por um sistema de falhas transcorrentes dextrais e sinistrais, com direções predominantes NE-SW e E-W, além de numerosos lineamentos estruturais que exercem controle direto sobre a compartimentação e dissecação do relevo. Destaca-se, na porção norte da área, a presença de um sinforme normal com caimento indicado, evidenciando o dobramento das camadas litológicas. Esse arcabouço estrutural exerce papel fundamental na orientação das cristas e vales, conferindo à Serra da Formiga uma morfologia diretamente condicionada pela resistência diferencial das rochas e pela atuação conjunta de processos tectônicos dúcteis e rúptis (Fig. 2).

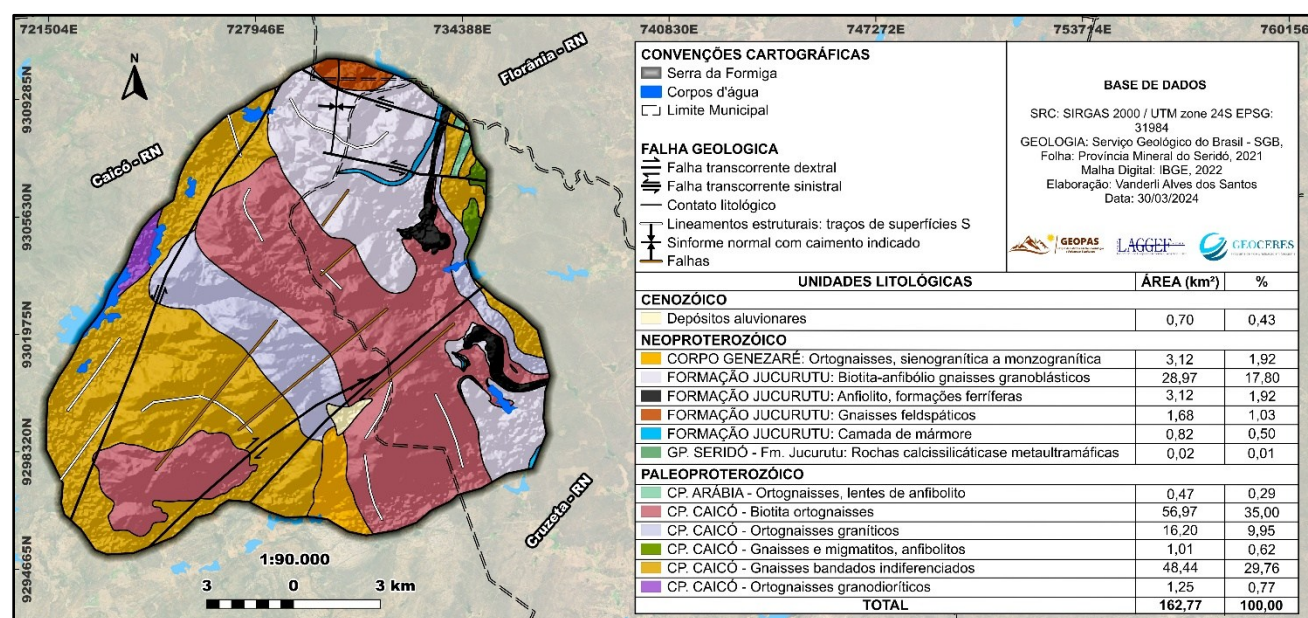


Figura 2 – Mapa geológico da área.

Fonte: Autores (2025).

3.2. Padrões altimétricos e implicações morfoambientais

A Serra da Formiga e seu entorno imediato apresenta uma amplitude altimétrica que varia entre 233 e 685 m (Fig. 3). As maiores elevações concentram-se nas porções centrais e meridionais da área, onde se observam cristas e interflúvios alinhados, enquanto as altitudes mais baixas ocorrem na porção ocidental da área de estudo em direção ao vale do Rio Seridó (Fig. 3). A rede de drenagem apresenta padrão predominantemente dendrítico, típico de terrenos cristalinos fortemente dissecados. Os cursos d'água exibem altos gradientes de declividade, refletindo a influência da estrutura litológica e a resistência dos ortognaisses do Complexo Caicó (Fig. 3). A distribuição hipsométrica indica um forte contraste altimétrico, com vertentes abruptas e presença de escarpas bem definidas, o que reforça o caráter serrano e o controle litoestrutural do relevo. Essa morfologia impõe restrições ao uso e ocupação do solo, mas contribui para a preservação de remanescentes de caatinga, sobretudo nas áreas de difícil acesso.

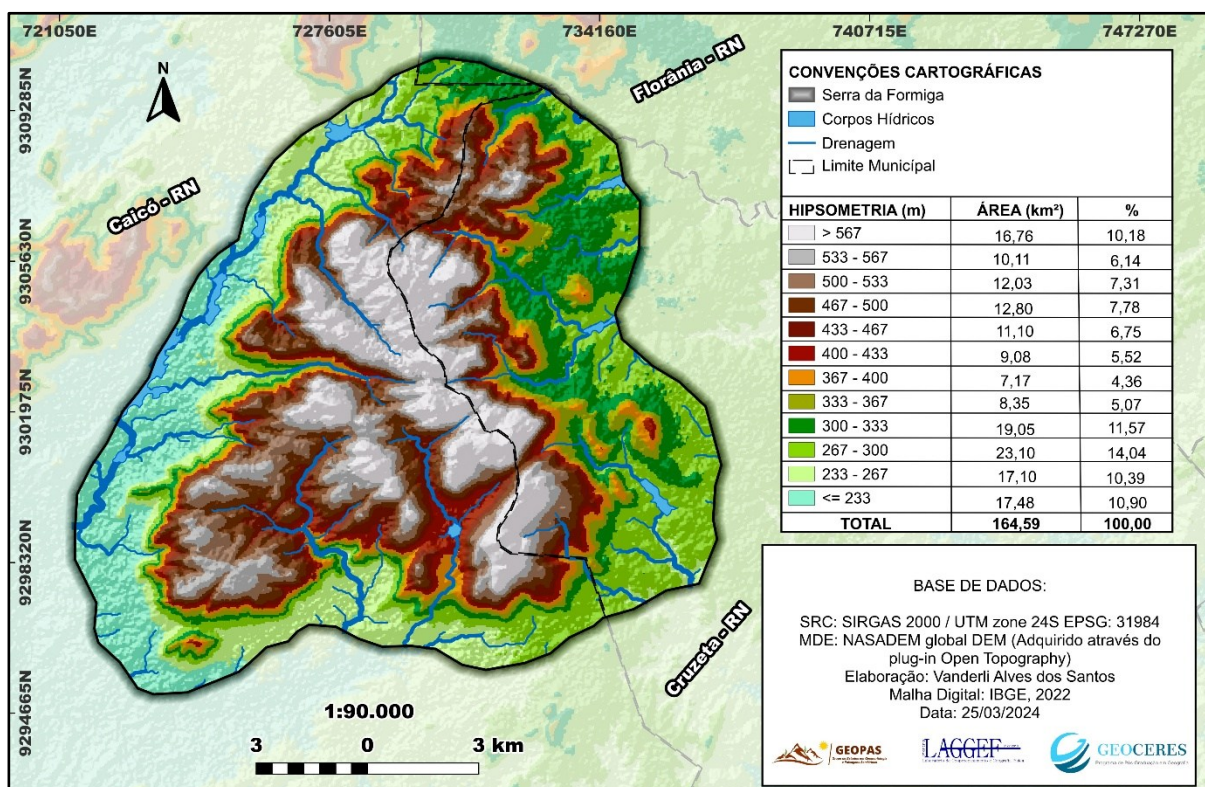


Figura 3 – Mapa Hipsométrico da Serra da Formiga.
Fonte: Autores (2025).

A análise da distribuição das classes altimétricas revela que a Serra da Formiga apresenta um relevo bastante diversificado, com altitudes ≤ 233 m e > 567 m, totalizando uma área de 164,59 km² (Fig. 3). As faixas altimétricas intermediárias entre 267 e 500 m concentram a maior parte da área mapeada, correspondendo a aproximadamente 70% da superfície total (Fig. 3). Essas cotas representam superfícies suavemente onduladas e vertentes médias, que compõem o entorno imediato das serras e áreas de transição para as depressões sertanejas adjacentes.

As altitudes mais baixas (≤ 233 m e 233–267 m) ocupam cerca de 21% da área total, correspondendo principalmente às planícies e terraços fluviais associados aos vales de drenagem. Essas áreas tendem a apresentar relevo plano a suavemente ondulado e maior potencial para uso agrícola, embora vulneráveis a processos erosivos e assoreamento. As altitudes mais elevadas (> 533 m) representam cerca de 16% da área e concentram-se nas porções centrais e meridionais da Serra da Formiga (Fig. 3). Esses setores configuram topos residuais, cristas e escarpas íngremes, que marcam a estrutura serrana do relevo e refletem o controle litológico exercido pelas rochas do Complexo Caicó (e.g., ortognaisses).

Os perfis topográficos da Serra da Formiga, com traçado no sentido Norte-Sul, permitem compreender a compartimentação altimétrica e as variações morfológicas da área (Fig. 4). O perfil (A-B), com extensão ≈ 8 km, evidencia um relevo movimentado, caracterizado por elevações que atingem altitudes superiores a 600 m, intercaladas por vales mais rebaixados, em torno de 350 a 400 m, sugerindo forte controle estrutural associado à dissecação fluvial (Fig. 4).

O perfil (C-D), mais extenso, com ≈ 12 km, revela a maior amplitude topográfica da serra (Fig. 4). Nele, observa-se um padrão serrano bem marcado, com sucessivas cristas e depressões, em que as cotas variam de ≈ 300 m, nas áreas mais baixas, a mais de 650 m nos topos. Esse comportamento evidencia a presença de um relevo dissecado, típico de áreas cristalinas, no qual processos erosivos e estruturais atuam de forma intensa, originando uma paisagem de grande complexidade.

Já o perfil (E-F), com ≈ 9 km de extensão, apresenta menores amplitudes altimétricas, variando entre 250 e 450 m (Fig. 4). Nesse segmento, o relevo se mostra mais suavizado em relação aos demais perfis, predominando superfícies mais rebaixadas e intercaladas por elevações discretas. Esse padrão sugere áreas de menor resistência litológica ou de maior retrabalhamento erosivo, configurando um setor transicional da serra em direção às planícies adjacentes. Os perfis

topográficos indicam que a Serra da Formiga é composta por um relevo fortemente dissecado, com altitudes máximas próximas a 700 m, marcado pela presença de cristas alinhadas, vales encaixados e variações significativas de declividade. Esses aspectos refletem tanto a influência da estrutura geológica quanto a atuação prolongada de processos erosivos no esculpimento da paisagem.

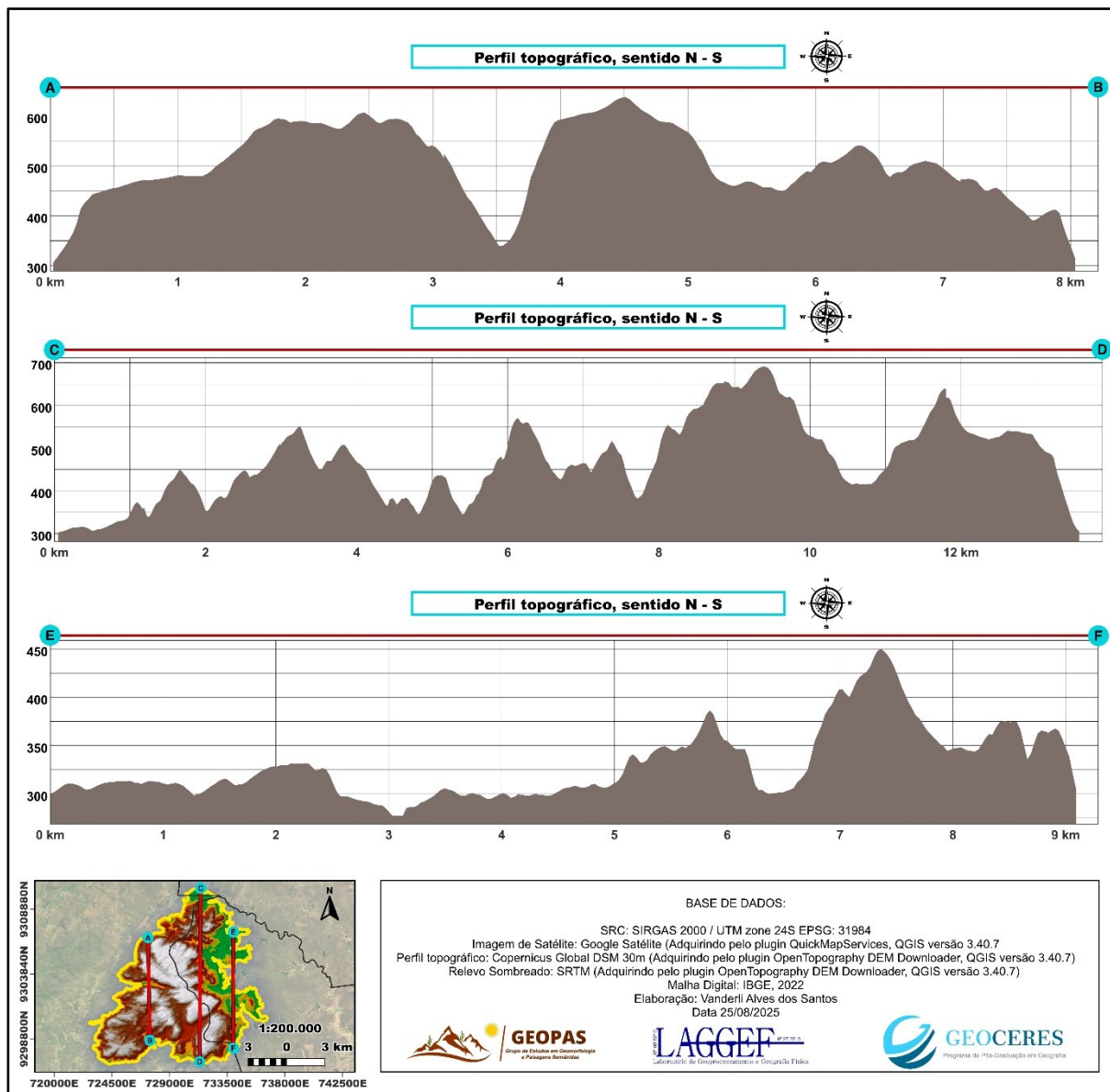


Figura 4 – Perfil topográfico da Serra da Formiga.

Fonte: Autores (2025).

Essa distribuição altitudinal reflete a interação entre fatores geológicos e geomorfológicos, conferindo a Serra da Formiga uma paisagem diversificada, com potencial para influenciar a dinâmica ambiental e os usos do solo na região. Ademais, as variações altitudinais (Figura 5) podem impactar no clima local e na disponibilidade hídrica, fatores cruciais para a compreensão ambiental da área.

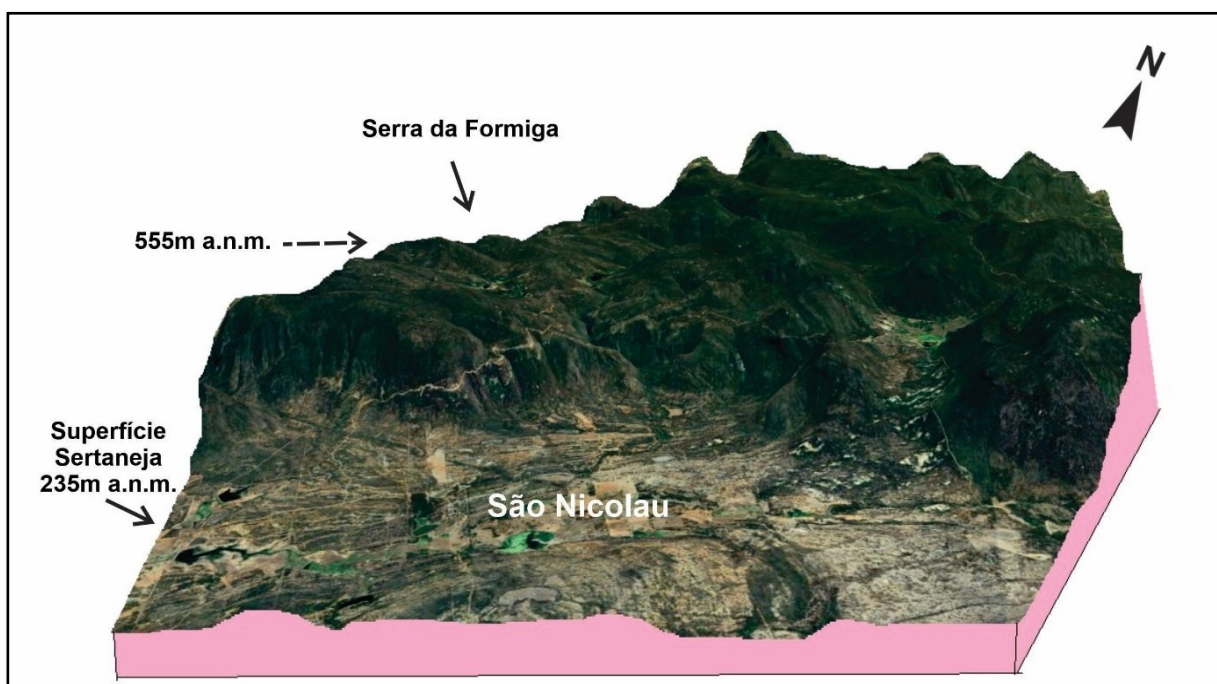


Figura 5 – Bloco diagrama da Serra da Formiga, com representação de cotas altimétricas do topo e da base, nas proximidades da comunidade rural de São Nicolau (Caicó-RN).

Fonte: Autores (2025).

3.3. Índice de dissecação do relevo

A aplicação do Índice de Dissecação do Relevo (IDR) na Serra da Formiga evidencia a predominância da classe muito forte, indicando um relevo altamente compartimentado e submetido a intenso retrabalhamento erosivo ao longo do tempo (Fig. 6). As áreas dessa classe, representadas em tonalidade vermelha, abrangem aproximadamente 114,38 km², o que corresponde a 69,52% da área total (Fig. 6). Essa predominância demonstra que a Serra da Formiga é caracterizada por vertentes abruptas, vales encaixados e expressiva amplitude topográfica, ou seja, elementos típicos de paisagens fortemente dissecadas em terrenos cristalinos.

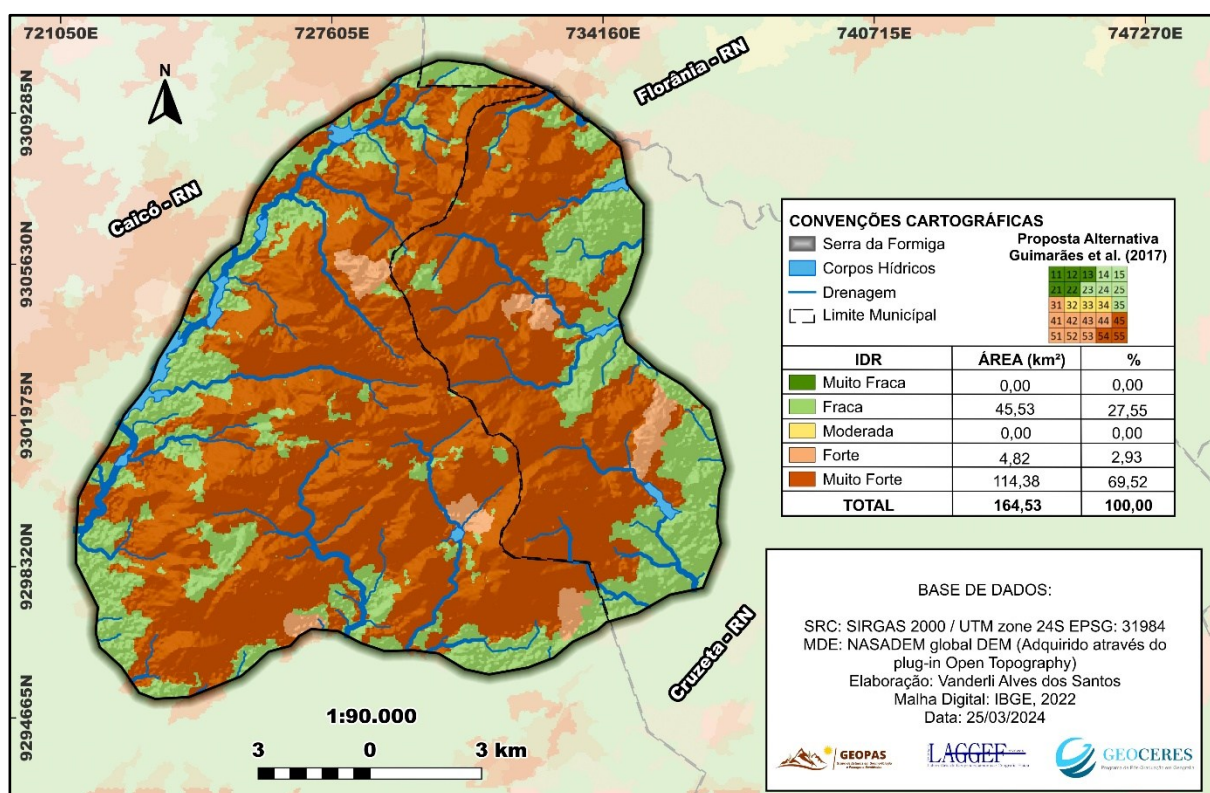


Figura 6 – Mapa com o índice de dissecação do relevo da Serra da Formiga.

Fonte: Autores (2025).

As classes forte e fraca ocorrem de forma bastante restrita, ocupando respectivamente 4,82 km² (2,93%) e 45,53 km² (27,55%) da área (Fig. 6). As áreas classificadas como forte concentram-se, sobretudo, nas transições entre as vertentes íngremes e as superfícies suavizadas, configurando zonas intermediárias de dissecação. Já as áreas fracas distribuem-se de maneira descontínua em setores periféricos e interflúvios suavizados, correspondendo a superfícies mais estáveis e menos afetadas por processos erosivos recentes (Fig. 6). As classes muito fraca e moderada não apresentaram representatividade na área analisada, o que reforça o predomínio de feições abruptas e a ausência de extensas superfícies planas ou pouco dissecadas. Essa configuração revela a assimetria morfológica da Serra da Formiga, onde predominam áreas fortemente modeladas pela erosão diferencial e pela dissecação estrutural associada às litologias do embasamento cristalino.

O padrão espacial do IDR confirma o caráter fortemente dissecado e estruturalmente controlado do relevo da Serra da Formiga. A paisagem é dominada por formas residuais, escarpas e vertentes íngremes, indicativas de uma longa atuação dos processos morfogenéticos sob condições semiáridas. Esses resultados reforçam a importância do estudo geomorfológico detalhado para subsidiar o planejamento territorial e a conservação ambiental, uma vez que áreas com elevado grau de dissecação apresentam maior fragilidade geotécnica e ecológica, exigindo manejo ambiental adequado.

3.4. Declividade e dissecação do relevo

O mapa de declividade (Fig. 7) evidencia a complexidade morfológica da Serra da Formiga, caracterizada por fortes contrastes topográficos e uma expressiva variação nas inclinações das vertentes. A análise quantitativa indica predominância das classes ondulado (8–20%) e forte ondulado (20–45%), que juntas correspondem a 59,80% da área total (98,36 km²) (Fig. 7). Esses setores abrangem a maior parte das vertentes e interflúvios, indicando relevo dissecado, típico de áreas cristalinas submetidas à intensa erosão diferencial.

As áreas suave ondulado (3–8%) representam cerca de 24,94% da área (Fig. 7), localizando-se principalmente nas porções periféricas e de transição para as superfícies sertanejas. Nessas áreas, o relevo é mais favorável à ocupação e a atividades agropecuárias, embora ainda sujeito a riscos erosivos moderados. Os setores planos (0–3%), com 5,37% da área

(Fig. 7), correspondem às planícies e terraços fluviais, de menor declividade e maior potencial de uso agrícola, mas também vulneráveis ao assoreamento e à compactação dos solos. Em contraste, as classes montanhosas e escarpadas (declividades >45%) totalizam 9,89% da área e se concentram nas porções centrais e meridionais da Serra da Formiga (Fig. 7), onde ocorrem as maiores altitudes e rupturas de relevo, ressalta-se que essas são áreas de preservação permanente (APP). Esses setores apresentam vertentes abruptas e instáveis, com forte controle estrutural, e constituem áreas de restrição severa ao uso antrópico direto, desempenhando papel importante na preservação de remanescentes da vegetação de caatinga e de nascentes.

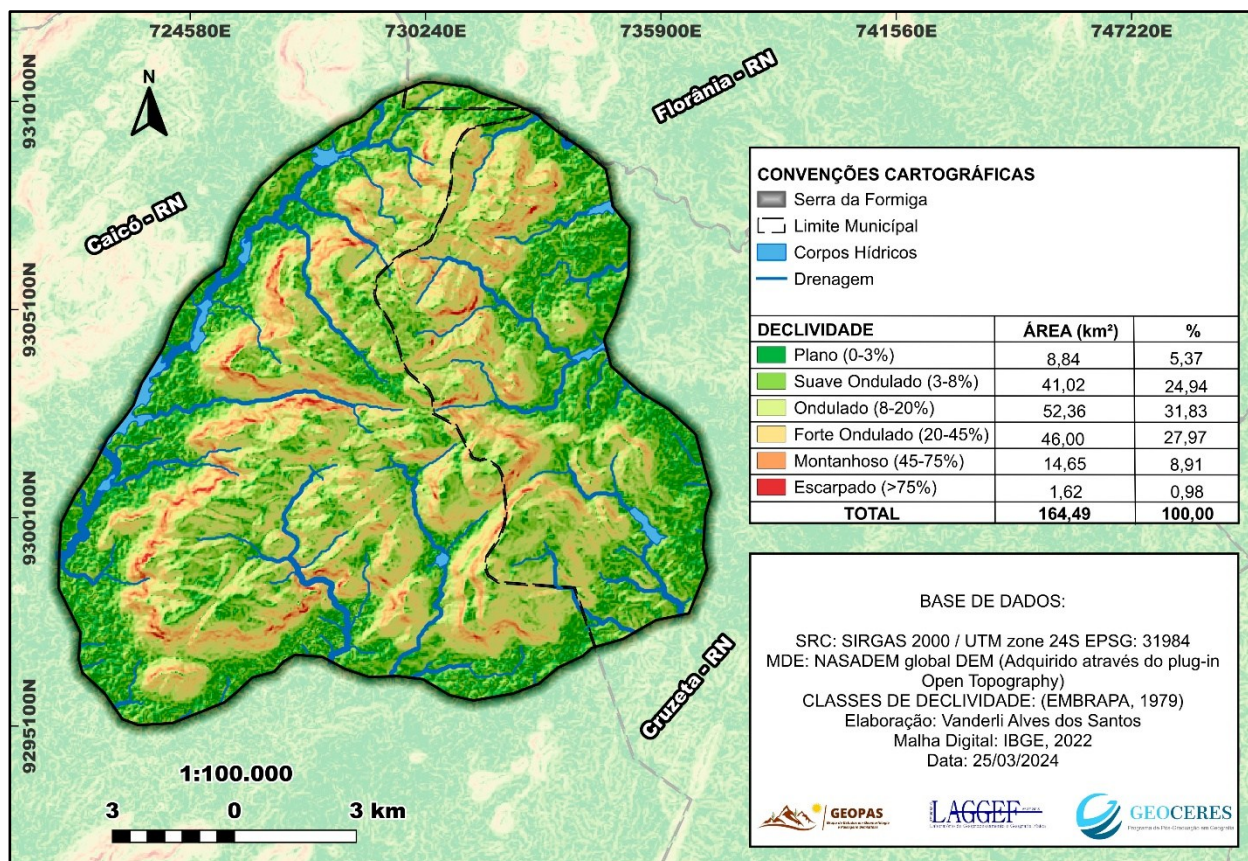


Figura 7 – Mapa de declividade da Serra da Formiga.

Fonte: Autores (2025).

3.5. Unidades de relevo e processos de modelagem da paisagem

Na área de estudo foram identificadas cinco unidades de relevo: i) planícies e terraços fluviais; ii) *inselbergs*; iii) serra; iv) superfície sertaneja I; v) superfície sertaneja II (Fig. 8). Estas evidenciam uma paisagem complexa, resultado da interação entre processos estruturais e denudacionais que atuam sobre o embasamento cristalino do setor ocidental do Planalto da Borborema.

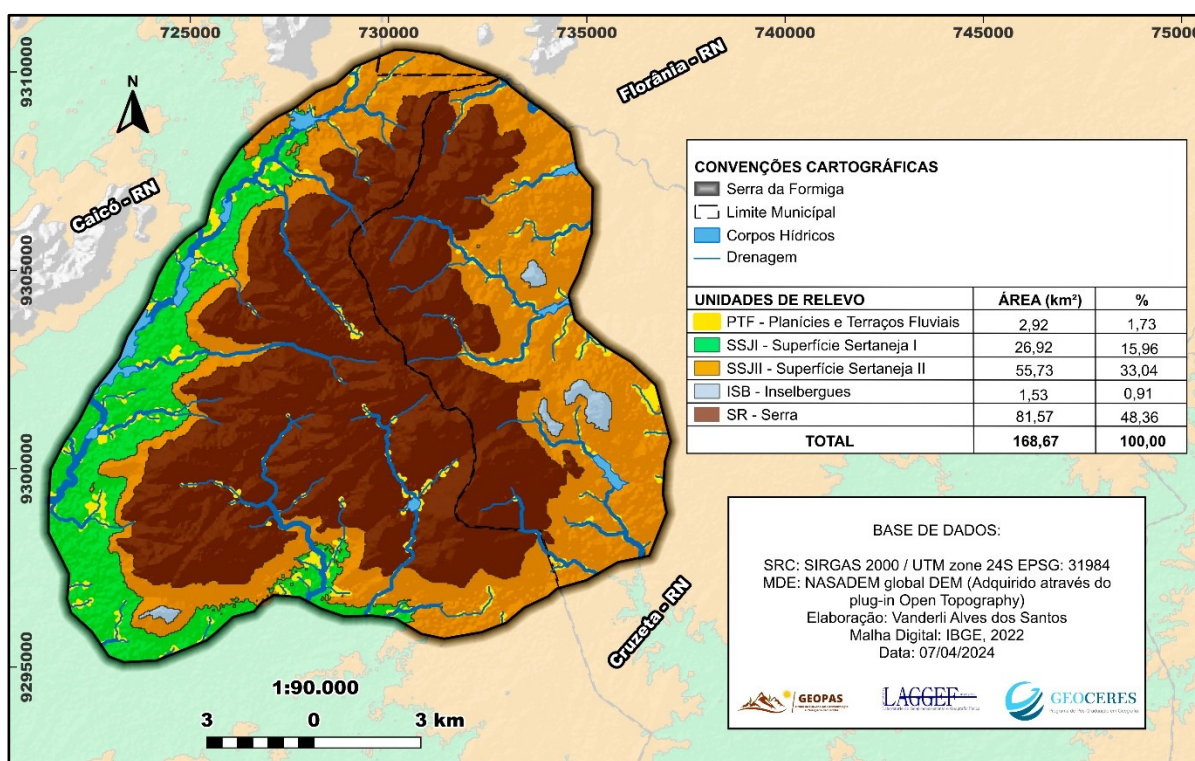


Figura 8 – Mapa de Geomorfologia da área de estudo.

Fonte: Autores (2025).

A unidade Serra constitui o domínio morfoestrutural predominante, ocupando 81,57 km² (48,36%) da área total (Fig. 8). Apresenta altitudes superiores a 400 m, vertentes íngremes e escarpas abruptas, sendo interpretada como um maciço residual cristalino fortemente controlado por estruturas tectônicas regionais. As cristas alinhadas e a dissecação intensa indicam relevo controlado principalmente por fraturas, que funcionam como condutos de fluidos e zonas de fraqueza para a erosão diferencial (COSTA *et al.*, 2020). As feições escarpadas da Serra da Formiga apresentam declividades de 25° a 45°, vales em forma de “V” e facetas trapezoidais, associadas a escarpas de falha e de linha de falha (CRUZ, 1990; PFALTZGRAFF; TORRES, 2010; ROCHA *et al.*, 2011). Esses elementos morfológicos indicam intensa atividade denudacional em áreas de forte controle estrutural.

A erosão diferencial, atuando sobre rochas cristalinas, como gnaisses, moldou vertentes e desníveis topográficos expressivos, resultando em uma morfologia de topos aguçados, encostas abruptas e vales encaixados (BRITES; LAPA, 2023). As serras exercem papel essencial na dinâmica ambiental regional, influenciando microclimas, drenagem e biodiversidade. Contudo, também são áreas ecologicamente sensíveis, vulneráveis à degradação por mineração, expansão urbana e instalação de empreendimentos eólicos. A preservação desses ambientes serranos é estratégica tanto para a conservação da caatinga montana quanto para a manutenção dos serviços ecossistêmicos locais (BRITES; LAPA, 2023).

As unidades superfície sertaneja I (15,96%) e superfície sertaneja II (33,04%) configuram áreas tabulares e suavemente onduladas, situadas em cotas intermediárias e periféricas da Serra da Formiga (Fig. 8). A SS I representa a superfície de aplainamento mais antiga, preservada em níveis altimétricos superiores (250–400 m), enquanto a SS II corresponde a níveis rebaixados (50–250 m), mais retrabalhados pelos processos denudacionais (Figura 9).

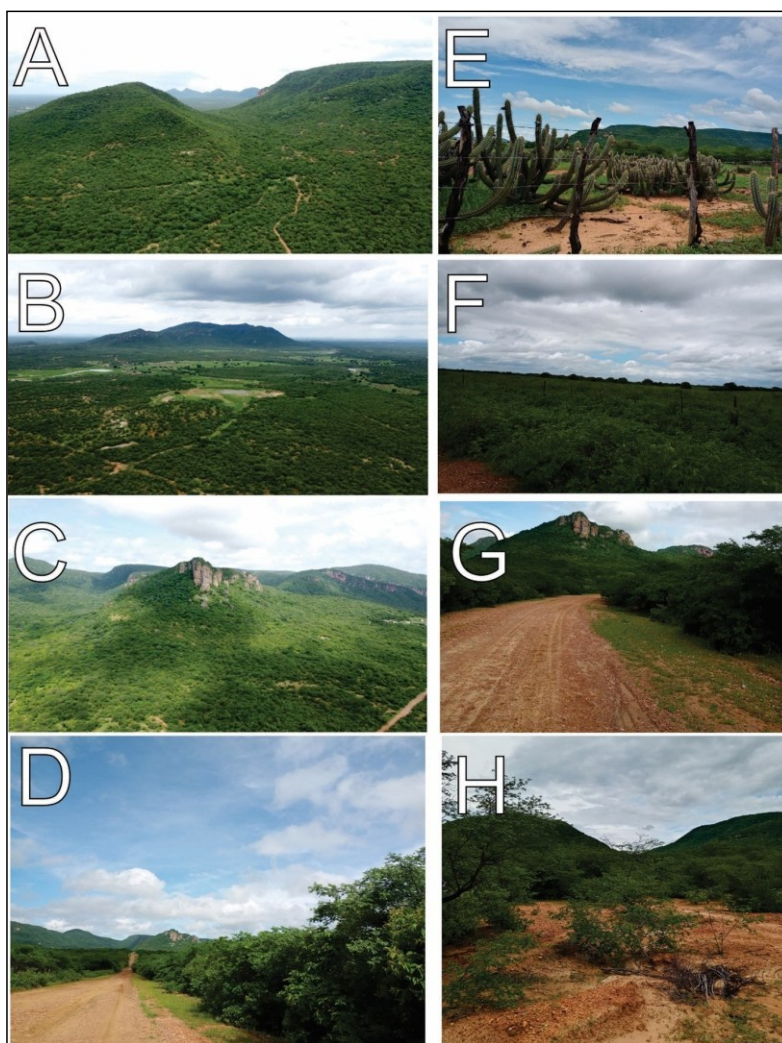


Figura 9 – Representação das paisagens da área de estudo. Legenda: A – garganta ou boqueirão na Serra da Formiga; B – superfície sertaneja em primeiro plano, com a Serra da Formiga ao fundo; C – relevo com topo aguçado e bordas escarpadas com afloramentos rochosos; D – superfície sertaneja suave-ondulada com a Serra da Formiga ao fundo; E – superfície sertaneja em primeiro plano e setor com topo plano ao fundo; F – superfície sertaneja; G – estrada de acesso à Serra da Formiga nas proximidades da área de mineração de ferro; H – paisagem degradada com solo exposto na superfície sertaneja.
Fonte: Autores (2025).

Essas superfícies são remanescentes de processos de pediplanação, sob condições semiáridas, refletindo longos períodos de estabilidade tectônica, sendo caracterizadas por solos rasos e pedregosos, ampla presença de afloramentos graníticos e disseminação de *inselbergs*, o que evidencia o estágio avançado de evolução geomorfológica da paisagem (COSTA et al., 2020; SANTOS et al., 2023). A superfície sertaneja, reconhecida pelo IBGE como Depressão Sertaneja, cobre cerca de metade do território potiguar, destacando-se como uma das principais feições geomorfológicas do semiárido (PFALTZGRAFF; TORRES, 2010). O predomínio de relevo plano a suavemente ondulado, aliado à vulnerabilidade edáfica e ao regime pluviométrico irregular, favorece processos de desertificação e requer manejo ambiental integrado para minimizar impactos antrópicos.

Os *inselbergs*, que ocupam 1,53 km² (0,91%) da área total (Fig. 8), correspondem a elevações rochosas isoladas, resultantes da erosão diferencial de granitos e gnaisses mais resistentes (POREMBSKI, 2007; BASTOS et al., 2021). O

termo, derivado do alemão *inselberg* (“montanha-ilha”), foi proposto por Bornhardt (1898) para descrever elevações abruptas em meio a superfícies aplainadas. Essas feições refletem a resistência litológica diferencial e longos períodos de denudação continental sob clima semiárido (FREIRE; LIMA, 2015; COVRE, 2018). Do ponto de vista ecológico, constituem microambientes únicos, com flora endêmica e adaptada a condições edáficas extremas, baixa disponibilidade hídrica e alta insolação, sendo considerados refúgios de biodiversidade e de elevado valor científico e conservacionista (POREMBSKI, 2007).

As planícies e terraços fluviais, embora representem apenas 2,92 km² (1,73%) da área total (Fig. 8), desempenham papel relevante na dinâmica sedimentar e hidrológica regional (BASTOS *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2023; ASSIS *et al.*, 2024). Essas formas deposicionais quaternárias são compostas por sedimentos aluviais inconsolidados, depositados em eventos de cheia. Os terraços fluviais marcam antigos níveis de leito fluvial, elevados por processos de incisão, sedimentação e neotectonismo (ASSIS *et al.*, 2024). Já as planícies aluviais funcionam como áreas de deposição recente, frequentemente sujeitas a alagamentos periódicos. No contexto semiárido, a erosão acelerada nas vertentes serranas alimenta esses sistemas com sedimentos finos, promovendo o assoreamento de vales e reservatórios (SOBRINHO & ROSS, 2007; LIMA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2023; OLIVEIRA *et al.*, 2024).

4. Considerações finais

A Serra da Formiga e suas adjacências configuram uma paisagem geomorfológica complexa, marcada por forte compartimentação estrutural e processos erosivos intensos, que resultaram na formação de superfícies aplainadas, relevos residuais e vales fluviais encaixados.

A análise do relevo revela que o modelado atual é produto de uma longa história de denudação diferencial e controle litoestrutural, típica dos setores ocidentais do Planalto da Borborema. O relevo íngreme, a presença de escarpas e os solos rasos impõem restrições severas ao uso e ocupação do solo, mas, paradoxalmente, favorecem a preservação da caatinga.

A recente expansão de empreendimentos eólicos e minerários na região representam uma ameaça potencial à estabilidade das vertentes, podendo intensificar processos erosivos e movimentos de massa. Nesse contexto, reforça-se a necessidade de criação de uma Unidade de Conservação na Serra da Formiga, que contemple o duplo objetivo de preservação da biodiversidade e gestão ambiental de áreas suscetíveis à degradação.

Do ponto de vista científico, a Serra da Formiga constitui um laboratório natural privilegiado para o estudo da evolução geomorfológica de relevos residuais cristalinos em clima semiárido, fornecendo elementos relevantes para compreender a morfodinâmica do setor das serras ocidentais do Planalto da Borborema e para subsidiar estratégias de planejamento territorial sustentável no Seridó potiguar.

Agradecimentos

Agradecemos pela colaboração da equipe do GEOPAS/UFRN (Grupo de Estudo em Geomorfologia e Paisagens Semiáridas/CNPq), pelo apoio nas atividades de campo e na elaboração do trabalho. Agradecemos ao Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia Aplicada (LAGESA/CERES/UFRN) pela infraestrutura oferecida. Estendemos nossos agradecimentos ao Laboratório de Geoprocessamento e Geografia Física (LAGGEF/CERES/UFRN), pelo suporte técnico e científico no desenvolvimento das análises. Por fim, agradecemos aos revisores e editores pelas sugestões e contribuições que possibilitaram o aprimoramento do trabalho.

Referências

- AB’SÁBER, A. N. *Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001361758>
- ASSIS, A. V.; CARVALHO, R. G.; MAIA, R. P.; RIBEIRO, J. H. Compreensão dos processos erosivos acelerados nos terraços fluviais semiáridos do Baixo Jaguaribe–Ceará através da análise de uso/ocupação da terra. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 17, n. 1, p. 366-393, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Aroldo-Assis/publication/377703237_Revista_Brasileira_de_Geografia_Fisica_v/links/65b39ff734bbff5ba7c7c80a/Revista-Brasileira-de-Geografia-Fisica-v.pdf.
- BASTOS, F. D.; LIMA, D. L. S.; CORDEIRO, A. M. N.; MAIA, R. P. Relevos graníticos do nordeste brasileiro: uma proposta taxonômica. *Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira*, 2021. p. 737-762. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/356469833_RELEVOS_GRANITICOS_DO_NORDESTE_BRASILEIRO_UMA_PROPOSTA_TAXONOMICA.

- BASTOS, F. D.; MAIA, R. P.; CORDEIRO, A. M. *Geografia – Geomorfologia*. Fortaleza: Eduece, 2019. 138p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/432890/2/Livro%20Geografia%20-%20Geomorfologia.pdf>.
- BRITES, P. M.; LAPA, D. P. O estado da arte das serras no Brasil: uma revisão sistemática dos trabalhos apresentados nos últimos Sinageo. In: *14º Simpósio Nacional de Geomorfologia – Sinageo, 2023*. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2023/trabalhos/13/505-254.html>.
- COSTA, L. R. F.; MAIA, R. P.; BARRETO, L. L.; CLAUDINO-SALES, V. Geomorfologia do nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 11, n. 1, p. 184-208, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1447>.
- COSTA, A. P.; CAVALCANTE, R.; DANTAS, A. R.; CUNHA, A. C.; LIMA, R. B.; SPISILA, A. L. *Mapa geológico Província Mineral do Seridó: estados da Paraíba e Rio Grande do Norte*. Escala de 1:350.000. Recife: SGB/CPRM, 2019. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19398>.
- COVRE, J. M. *Inventário florístico de inselbergs no sul do Estado do Espírito Santo como subsídio para criação de uma unidade de conservação*. Jêronimo Monteiro, Espírito Santo, 2018. Disponível em: https://florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc_joao_mario_covre.pdf.
- CREPANI, E., MEDEIROS, J. D., HERNANDEZ FILHO, P., FLORENZANO, T. G., DUARTE, V., BARBOSA, C. C. F. *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial*. São José dos Campos: Inpe, 2001. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/110699969/CrepaneEtAl.pdf>.
- CRUZ, O. Contribuição geomorfológica ao estudo de escarpas da Serra do Mar. *Revista do Instituto Geológico (Descontinuada)*, p. 9-20, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0100-929X.19900002>.
- DANTAS, A. N. B.; CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H.; LOPES, D. V.; NASCIMENTO, M. A. L.; MAIA, R. P.. Genetics and evolutionary aspects of the Apertados Canyons Geosite, in the Seridó UNESCO Global Geopark, NE Brazil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 26, n. 3, e2703, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v26i3.2703>.
- DINIZ, M. T. M.; DE OLIVEIRA, G. P.; MAIA, R. P.; FERREIRA, B. Mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 18, n. 4, p. 689-701, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1255>.
- FREIRE, M. D.; LIMA, G. M. A origem dos inselbergs da Bahia. In: *XXVI Simpósio de Geologia do Nordeste, 2015*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313242536_A_origem_dos_inselbergs_da_Bahia.
- FREITAS, A. M.; ARAUJO, L. A.; HILÁRIO, D. S.; LOPES, D. V. Geomorphology of the municipality of Parelhas-RN in the Brazilian semi-arid. *International Journal Semiarid*, v. 7, n. 7, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56346/ijsa.v7i7.196>.
- HILÁRIO, D. S.; LOPES, D. V.; LIRA, D. I.; CORDEIRO, A. M. N.; XIMENES NETO, A. R.; Caracterização e mapeamento geomorfológico da sub-bacia do rio Seridó, no semiárido brasileiro. *Revista Geografias*, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 60–79, 2024. DOI: 10.35699/2237-549X.2024.50814. Disponível em: <https://doi.org/10.35699/2237-549X.2024.50814>.
- HILÁRIO, D. S.; LOPES, D. V. Geomorfologia Cárstica no Monumento Natural Cavernas de Martins, semiárido brasileiro. William Morris Davis - *Revista De Geomorfologia*, 5(1), 13, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v5n1.2024.617>.

- IBGE. *Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual técnico de geomorfologia*. 2. ed., n. 5. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 178 p.: il. (Coleção Ibgeana; Manuais técnicos em geociências). Acompanha CD-ROM. ISBN 9788524041105. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281612>.
- LIMA, K. C. FILHO; P. A.; CUNHA, C. M. L. Características morfológicas e morfométricas dos canais de drenagem da bacia hidrográfica do rio Bom Sucesso–Semiárido da Bahia/Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, n. 4, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v14i4.362>.
- LIRA, D. I.; LOPES, D. V.; XIMENES NETO, A. R.; CORDEIRO, A. M. N. Microrrelevos: formas e processos pedogeomorfológicos com ênfase em gilgai em ambiente semiárido. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 44, p. e225601, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2024.225601>.
- MEDEIROS, J. F.; CESTARO, L. A. Os brejos de altitude no contexto das áreas de exceção do nordeste brasileiro. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 4, n. especial, p. 127-246, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2018v4n0ID16088>.
- NETO, M. C. P.; SILVA, N. M. Relevos residuais (maciços, inselbergues e cristas) como refúgios da biodiversidade no Seridó potiguar. *Revista Geonorte*, v. 3.4, p. 262-273, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/382939383_RELEVOS_RESIDUAIS_MACICOS_INSELBERGUES_E_CRISTAS_COMO_REFUGIOS_DA_BIODIVERSIDADE_NO_SERIDO_POTIGUAR.
- OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, P. J. L.; COSTA, D. F. D. S. Delimitação de áreas de preservação permanente em ambientes serranos na caatinga–estudo na Serra da Formiga (RN, Brasil). *Boletim Gaúcho de Geografia*, v. 46, n. 1/2, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/98912/0>.
- OLIVEIRA, M. K. T.; MACEDO, R. C. B. S.; REBOUÇAS, C. K. O.; SILVA, K. C. N. Ação antrópica na erosão de solo em bacias hidrográficas do semiárido brasileiro. *HOLOS*, v. 8, n. 39, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2023.16838>.
- OLIVEIRA, P. J. L.; SILVA FILHO, C. R.; COSTA, D. F. S. Utilização de índice espectral na distribuição espacial da Caatinga densa do município de Caicó, Rio Grande do Norte-Brasil. *GeoTextos*, [S. l.], v. 17, n. 2, 2021. DOI: 10.9771/geo.v17i2.44861. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/geo.v17i2.44861>.
- PFALTZGRAFF, P. A.; TORRES, F. S. *Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte*. Rio de Janeiro: CPRM, 2010. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16773>.
- POREMBSKI, S. Inselbergs tropicais: tipos de habitats, estratégias adaptativas e padrões de diversidade. *Brazilian Journal of Botany*, v. 30, p. 579-586, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000400004>.
- PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba. *História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília: MMA*, 2004. Disponível em: https://www.academia.edu/download/121064190/Livro_Brejos-de-Altitude-em-Pernambuco-e-Para_C3_ADba_MMA.pdf.
- ROCHA, A. P.; DANTAS, E. M.; MORAIS, I. R.; OLIVEIRA, M. S. *Geografia do Nordeste*. Natal: EDUFERN, 2011. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/203624>.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 8, p. 63-74, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>.
- SALES, E. L. V.; LOPES, D. V.; SOUZA, S. F.; REIS, J. S. Análise integrada da geodiversidade no município de Acarí-RN, Semiárido brasileiro. *International Journal Semiarid*, v. 5, n. 5, p. 418–428, 2022. ISSN 2764-6203. Disponível em: https://doi.org/10.56346/Journal_Semiarid_ijsa.v5i5.143.
- SANTOS, A. D.; VITAL, S. R. Riscos geomorfológicos no município de Caicó-RN. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 2, p. 434-448, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p434-448>.

-
- SANTOS, A.S., LIRA, D.I., COSTA, T.S.B., ROCHA, D.F., LOPES, D.V. Interações pedogeomorfológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 16, n. 04, p. 1776-1792, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.4.p1776-1792>.
- SILVA, M. L. G.; LIMA, G. R.; ARRUDA, Í. R. P.; LISTO, D. G. S. Mapeamento geomorfológico do maciço da Serra dos Cavalos-PE e as unidades morfoesculturais da paisagem. In: *XII Simpósio Nacional de Geomorfologia – Sinageo*, Crato, 2018. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/9/9-545-1615.html>.
- SILVA, M.J.M.; HILÁRIO, D.S.; SOUZA, S.F.F.; SANTOS, J.Y.G.; LOPES, D.V. Morfologias fluviais em ambiente semiárido: estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Seridó, Brasil. *William Morris Davis - Revista de Geomorfologia*, v. 4, n. 1, p. 1–15, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v4n1.2023.301>.
- SILVA, M.J.M.; HILÁRIO, D.S.; LOPES, D.V. Caracterização e mapeamento geomorfológico do município de Carnaúba dos Dantas – RN, semiárido brasileiro. *William Morris Davis - Revista de Geomorfologia*, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v5n1.2024.611>.
- SOBRINHO, J. F.; ROSS, J. L. S. O processo de erosão em ambiente de superfície sertaneja - Varjota (CE). *GEOUSP Espaço e Tempo*, v. 11, n. 1, p. 53–66, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2007.74048>.
- SOUZA, J. M. N.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semiárido do nordeste brasileiro. *Mercator*, v. I, p. 85-102, 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/91>.