

CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CARNAÚBA DOS DANTAS – RN, SEMIÁRIDO BRASILEIRO

CHARACTERIZATION AND GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF THE MUNICIPALITY OF CARNAÚBA DOS DANTAS – RN, BRAZILIAN SEMI-ARID

CARACTERIZACIÓN Y MAPEO GEOMORFOLOGICO DEL MUNICIPIO DE CARNAÚBA DOS DANTAS – RN, SEMIÁRIDO BRASILEÑO

MAYKON JONATA MEDEIROS DA SILVA¹
DÊNIS DOS SANTOS HILÁRIO²
DAVÍ DO VALE LOPES³

¹Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.
Email: maykon.medeiros.704@ufrn.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5488-5954>

²Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.
Email: dhilario76@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6768-7308>

³Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.
Email: davi.lopes@ufrn.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3336-7397>

RESUMO

A análise integrada da paisagem e os avanços recentes dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e do sensoriamento remoto (SR) vêm contribuindo significativamente para os estudos de mapeamento geomorfológico. Apesar disso, o município de Carnaúba dos Dantas-RN, um ponto estratégico para recebimento de parques eólicos na região do Seridó, assim como dentre os 6 municípios englobados no núcleo de desertificação do Seridó, ainda carece de informações geomorfológicas. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização e mapeamento geomorfológico do município de Carnaúba dos Dantas-RN, semiárido brasileiro. Foram realizadas atividades de campo e confecção de mapas em ambiente SIG. No mapeamento geomorfológico da área de estudo foram identificadas seis unidades de relevo (I – Chapadas; II – Planaltos e Serras; III – Superfície Sertaneja I; IV – Superfície Sertaneja II; V – Inselbergue; VI – Planícies e Terraços Fluviais). O mapeamento foi associado com os processos geomorfológicos, os fluxos hídricos e com os materiais da área de estudo, oferecendo informações relevantes para o planejamento e ordenamento territorial.

Palavras-chave: Relevo. Superfície Sertaneja. Planejamento ambiental. Ordenamento territorial.

ABSTRACT

Integrated landscape analysis and recent advances in Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing (RS) have contributed significantly to geomorphological mapping studies. Despite this, the municipality of Carnaúba dos Dantas-RN, a strategic point for receiving wind farms in the Seridó region, as well as among the 6 municipalities included in the Seridó desertification nucleus, still lacks geomorphological information. The objective of this work was to carry out the characterization and geomorphological mapping of the municipality of Carnaúba dos Dantas-RN, in the Brazilian semi-arid region. Field activities and map creation were carried out in a GIS environment. In the geomorphological mapping of the study area, five relief units were identified (I – Chapadas; II – Plateaus and Mountains; III – Sertaneja Surface I; IV – Sertaneja Surface II; V – Inselbergue; VI – Plains and River Terraces). The mapping was associated with geomorphological processes, water flows and materials in the study area, offering relevant information for planning and territorial ordering.

Keywords: Relief. Sertaneja Surface. Environmental planning. Territorial ordering.

RESUMEN

El análisis integrado del paisaje y los avances recientes en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la teledetección (SR) han contribuido significativamente a los estudios de cartografía geomorfológica. Pese a ello, el municipio de Carnaúba dos Dantas-RN, punto estratégico para recibir parques eólicos en la región de Seridó, así como entre los 6 municipios incluidos en el núcleo de desertificación de Seridó, aún carece de información geomorfológica. El objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización y mapeo geomorfológico del municipio de Carnaúba dos Dantas-RN, en la región semiárida brasileña. Las actividades de campo y la creación de mapas se llevaron a cabo en un entorno SIG. En el mapeo geomorfológico del área de estudio se identificaron seis unidades de relieve (I – Chapadas; II – Mesetas y Montañas; III – Superficie de Campo I; IV – Superficie de Campo II; V – Inselbergue; VI – Llanuras y Terrazas Fluviales). El mapeo estuvo asociado a procesos geomorfológicos, flujos de agua y materiales en el área de estudio, ofreciendo información relevante para la planificación y ordenamiento territorial.

Palabras clave: Relieve. Superficie del campo. Planificación ambiental. La planificación del uso del suelo.

INTRODUÇÃO

A análise das formas de relevo, os materiais que as compõem, os processos e os fenômenos que nelas atuam têm sido ao longo do tempo não somente objeto de estudo da geomorfologia, mas de outras áreas do conhecimento, especialmente ligadas às Geociências (Florenzano, 2008; Penteadó, 1980). Nessa perspectiva, a valorização dos estudos interdisciplinares na ciência moderna tornou-se imprescindível o uso de abordagens sistêmicas, do qual promove o entendimento dos fatores condicionantes da configuração ambiental e do papel de cada variável na transformação dos espaços, que podem ser alterados naturalmente ou por ações antrópicas (Silva *et al.*, 2022; Sochava, 1977; Souza e Corrêa, 2012; Ross, 2009; Sales *et al.*, 2022; Souza *et al.*, 2023).

Nesse cenário, a análise integrada da paisagem mediante aos atuais e crescentes avanços dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e do sensoriamento remoto (SR), ofertam equipamentos como satélites, radares e sensores remotos, em que através de métodos e técnicas de geoprocessamento tornam-se um importante subsídio para os estudos de cartografia e mapeamento geomorfológico, possibilitando compreender as fragilidades e potencialidades das formas de relevo de dada área (Florenzano, 2008), sendo um excelente mecanismo para o planejamento e ordenamento territorial (Santos, 2004; Diniz *et al.*, 2017).

Entretanto, apesar disso se faz presente ainda a falta de trabalhos que visem integralizar metodologias clássicas para aplicação em diversas finalidades ambientais em várias regiões do Brasil. Dessa forma, os estudos se fragmentam em várias áreas distintas, especialmente no semiárido brasileiro, na região do Seridó, do qual carecem de informações geomorfológicas (Vital; Santos; Santos, 2021), especificamente no município de Carnaúba dos Dantas-RN, escopo desse trabalho.

Além disso, são escassas as pesquisas que visem a elaboração de mapeamentos geomorfológicos para o semiárido brasileiro, do qual engloba uma área de grande escala, por sua vez, dificultando o desenvolvimento de estudos geomorfológicos ao nível de detalhe (Lima; Cunha; Filho, 2013; Ferreira, 2010) direcionados para estudos com outras finalidades, como fragilidade e planejamento ambiental, áreas urbanas e riscos ambientais, desertificação, dentre outros.

Todavia, ressalta-se que ao longo das últimas décadas diversas porções desse espaço, como a região do Seridó, vêm recebendo atenção quanto a sua potencialidade para os setores eólico e minerário, onde a expansão desses necessitam de compreensão dos processos morfogenéticos e morfodinâmicos, abarcando municípios, que estão inseridos dentro desse contexto energético, como unidades de análise podendo auxiliar às questões de planejamento ambiental e ordenamento territorial. Ademais, a mesma se faz presente dentro em um dos quatro núcleos de desertificação do Brasil, junto com Gilbués (PI), Irauçuba (CE) e Cabrobó (PE) (MMA, 2007).

Nessa conjuntura, ressalta-se que o município de Carnaúba dos Dantas-RN enquadra-se atualmente como um ponto estratégico e preocupante, com estimativa para o recebimento de 9 parques eólicos, com 102 aerogeradores, provenientes do Complexo Eólico Pedra Lavrada, correspondendo a uma área de 481,45 ha, a maior em todo complexo. Entretanto, diversos impactos estão condicionados a essa atividade. Silva, Nascimento e Mansur (2019 *apud* Hjort *et al.* 2015) comentam que a destruição das formas do relevo, fragmentação da integridade do sítio e perda das relações entre elementos, interrupção dos processos geomorfológicos, mudanças no regime dos solos e da água, dentre outras questões; estão eminentemente associados com a implantação.

Outrossim, destaca-se também o acentuado processo de desertificação que a cidade está inserida, sendo um dos 6 municípios do núcleo de desertificação do Seridó, localizado no centro do “polígono das secas”, resultado este relacionado a fatores climáticos, processos pedogenéticos e intervenções antrópicas (Perez-Marin *et al.* 2012; Melo, 2017).

Diante disso, se faz necessário a realização de estudos de mapeamento geomorfológico, promovendo significativamente para disseminação e contribuição do desenvolvimento como em municípios, compreendendo os percalços causados pelo uso do território, assim como servir de base para tomada de ações e medidas sustentáveis, mitigatórias e compensatórias (Vital; Santos; Santos, 2021).

Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização e mapeamento geomorfológico do município de Carnaúba dos Dantas-RN, semiárido brasileiro.

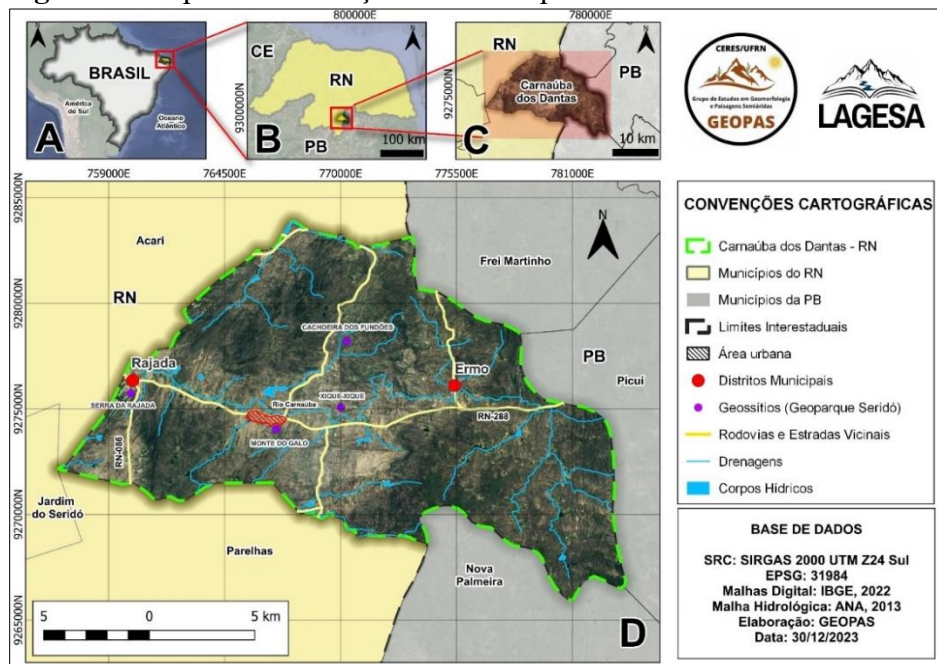
MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo seguiu-se a seguinte ordem de procedimentos metodológicos: 1) Levantamento bibliográfico e cartográfico da temática do estudo assim como sua área de abrangência; 2) Confeção dos produtos cartográficos em ambiente SIG; 3) Realização de atividade de campo para o reconhecimento da área, identificando e mapeando os diversos compartimentos do relevo, bem como o destaque para a contextualização da área frente aos aspectos geológicos locais; 4) Reprocessamento dos dados, confecção de tabelas e escrita.

Área de estudo

O município de Carnaúba dos Dantas está situado no estado do Rio Grande do Norte, na porção centro-sul da microrregião do Seridó Oriental, semiárido brasileiro, com uma poligonal de aproximadamente 246 km², delimitado pelas coordenadas UTM Zona 24 Sul, nos meridianos 9265000 mN e 9285000 mN e nos paralelos 7590000 mE e 7810000 mE, limitando-se ao Norte com o município de Acari, ao Sul com Parelhas, a Oeste com Jardim do Seridó, e a Leste com Picuí no estado da Paraíba (IBGE, 2023) (Figura 1). Os principais geossítios encontrados na cidade são o Xiquexique, o Monte do Galo, a Serra da Rajada e a Cachoeira dos Fundões, conforme dados do projeto Geoparque Seridó. Porém, dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) apontam 37 sítios arqueológicos na área, muitos desses associados ao Complexo Geomorfológico Riacho do Bojo localizado ao norte do município, acomodando a maior concentração em toda a região do Seridó (Nóbrega; Araújo, 2015; Medeiros, 2003) (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização do município de Carnaúba dos Dantas-RN



Fonte: Autores (2024)

Análises de gabinete

Neste estudo, para a caracterização da área foram elaborados produtos cartográficos em ambiente SIG, a partir do geoprocessamento com a utilização do *software* QGIS (2023) na versão 3.28. Utilizou-se informações tocante a malha digital com os limites e divisas das unidades territoriais do Brasil, adquiridas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), dados acerca da geologia regional segundo CPRM (Serviço Geológico do Brasil), dados da rede hidrográfica da ANA (Agência Nacional de Águas), dados da geomorfologia da área do BDIA (Banco de Dados de Informações Ambientais), e dados de elevação da área, delimitados através do MDE (Modelo Digital de Elevação) da Copernicus DSM com resolução espacial de 30m. O MDE foi baixado através do plugin OpenTopography.

Análise da geologia

O mapa de geologia da área de estudo foi elaborado a partir de um arquivo vetorial obtido através da CPRM. Foi utilizada a folha referente à Província Seridó de 2021 na escala de 1:350.000. A legenda foi confeccionada com base no Mapa Geológico da Província Mineral do Seridó. Foram seguidas as descrições detalhadas das unidades litoestratigráficas assim como as convenções estruturais, ambas adotadas pela CPRM.

Análise da hidrografia

Para a delimitação da rede hidrográfica da área foi realizado um pré-processamento com o intuito de eliminar as depressões espúrias (vazios de dados) do MDE. Isso foi feito através da ferramenta *r.fill.dir* do complemento GRASS GIS PROVIDER, após isso passou-se para a etapa de geração dos produtos hidrológicos.

O primeiro passo consistiu na geração dos seguintes produtos utilizando a ferramenta *r.watershed*: segmentos de fluxo, números de células, direção de fluxo e sub-bacias. Todos estes foram gerados em formato raster. Os segmentos de fluxo foram convertidos para vetor do tipo linear com o auxílio da ferramenta *r.to.vect*, assim foi obtida a rede de drenagem do município.

Utilizou-se a ferramenta do GRASS: *r.water.outlet*, baseando-se nos valores de elevação (contido no MDE) para demarcar a rede de drenagem quando indicado seu ponto de exultório, resultando assim na classificação por ordem dos rios. Após isso, o raster gerado foi convertido em arquivo vetorial com *shapefile* gerado do tipo área. Tudo isso foi realizado com o MDE no Sistema de Referência de Coordenadas WGS84. Por fim, os produtos obtidos foram reprojatados para o Datum SIRGAS 2000 UTM Zona 24 Sul (EPSG: 31984).

Análise do relevo

Para a delimitação dos compartimentos do relevo, utilizou-se o MDE, gerando os seguintes produtos: 1) Mapa hipsométrico; 2) Mapa de declividade 3) Mapa geomorfológico. A hipsometria foi gerada utilizando a ferramenta do GRASS, a *r.recode*, que permite criar classes referentes aos dados de altimetria contidos no MDE, gerando um raster que segue os critérios estabelecidos pelo o usuário. No caso deste trabalho, escolheu criar categorias na variável visual cor para cada 50 metros, gerando um gradiente que varia do verde escuro para áreas mais baixas, até um vermelho para maiores altitudes.

O mapa de declividade foi gerado a partir do MDE, através do menu Raster, em seguida da opção de análise e selecionando a opção declividade, onde foi escolhida a unidade em porcentagem. Em seguida, o raster foi gerado e reclassificado, através da ferramenta “Reclassificação por Tabela”, onde foi adotada a metodologia proposta pela Embrapa (1979) de classes de relevo, sendo elas: suave, suave ondulado, ondulado, fortemente ondulado, extremamente ondulado e escarpado.

O mapa geomorfológico foi dividido nos seguintes compartimentos: Superfície Sertaneja I e II, Planaltos e Serras, Chapadas, Inselbergue, e Planícies e Terraços Fluviais. A

altitude e a declividade foram os principais critérios utilizados para a delimitação dos compartimentos.

A superfície Sertaneja I (SSJ I) e II (SSJ II) foi compartimentada utilizando o critério da altimetria, de modo que a SSJ I vai até 250m e SSJ II de 251m a 400m de altitude, sendo estas as partes mais baixas do relevo na área de estudo. Este critério segue a proposta de Costa *et al.* (2020).

As chapadas foram compartimentadas a partir da altimetria, litologia sedimentar, topo plano, visualizadas com o auxílio do mapa de declividade. Os planaltos e Serras foram classificados baseado principalmente na altimetria, iniciando a partir de 401m de altitude, envolvendo formas com topos aguçados e convexos.

Por fim, as Planícies e Terraços Fluviais, por sua vez, foram delimitadas com o auxílio de um arquivo raster contendo declividades de 0-3% (suave). Os polígonos foram baseando-se na rede de drenagem, dessa forma, coincidindo com o modelado de acumulação fluvial.

RESULTADOS

Caracterização geológica

A área de estudo está geologicamente inserida em uma região pertencente a Província Borborema, definida por Almeida *et al.* (1977), especificamente no Domínio Rio Piranhas-Seridó, no extremo nordeste da Faixa Seridó (Carvalho, 2021; Angelim *et al.* 2006). A Faixa Seridó, o arcabouço litoestratigráfico é constituído inicialmente pelo embasamento gnáissico-migmatítico de alto grau metamórfico com idade arqueana (Complexo Amarante e Corpo Serra do Ingá) a paleoproterozóica (Complexo Arábia e Complexo Caicó) (Costa *et al.* 2023). Sobrepostas a essa unidade, encontra-se uma megasequência de rochas supracrustais metassedimentares e metavulcânicas deformadas e predominantemente formadas no neoproterozóico, a qual constituem o Grupo Seridó (Bezerra *et al.* 2009).

O Grupo Seridó é representado por três associações litoestratigráficas distintas: I) na base (unidade inferior) apresenta a formação Jucurutu (NP3jus, NP3sjum, NP3sjucs) composta por litologias subdivididas em paragneisses basais, com intercalações de mármore, calciossilicáticas, micaxistos, formações ferríferas (BIF'S), quartzitos, e rochas metavulcânicas (Costa *et al.*, 2023; Bezerra *et al.*, 2009; Jardim de Sá; Salim, 1980; Jardim de Sá, 1984; 1994). II) no meio (unidade intermediária) corresponde a formação Equador (NP3se, NP3secg), a qual predomina quartzitos e metaconglomerados (Cavalcante *et al.*, 2016). III) no topo (unidade superior) ocorre a formação Seridó (NP3ss) constituída por micaxistos de mineralogias variadas, com intercalações de mármore e rochas calciossilicáticas (Costa *et al.*, 2023; Jardim de Sá; Salim, 1980; Jardim de Sá, 1984; 1994).

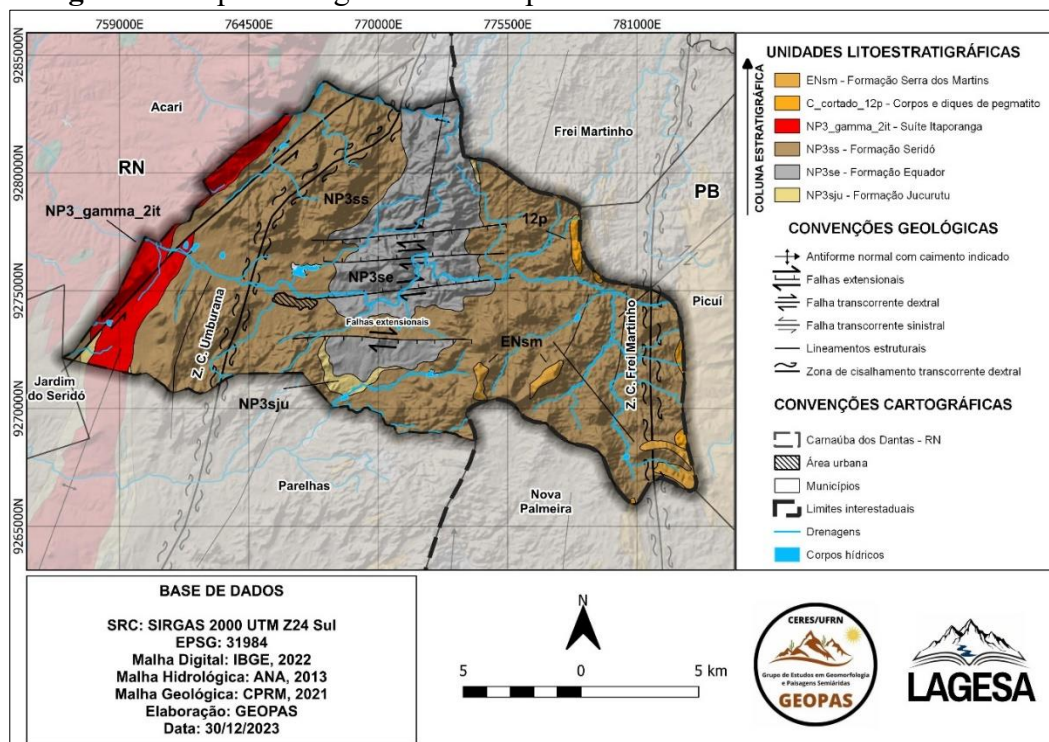
Além disso, salienta-se também as diversas intrusões graníticas (granitos, granitos pegmatoides e pegmatitos) associados ao magmatismo brasileiro/cambriano, especificamente no neoproterozóico superior e no fanerozoico cambriano, do qual cortam as litologias do Grupo Seridó, originadas no neoproterozóico; e do embasamento cristalino arqueano/paleoproterozóico (Bezerra *et al.*, 2009; Costa *et al.* 2023). Ademais, destaca-se também a sequência de litologias sedimentares cenozóicas, que recobre as porções mais altas da região, como a Formação Serra dos Martins (Paleógeno/Neógeno), ou que constitui os depósitos continentais aluvionares (Quaternário) (Bezerra *et al.*, 2009).

Na área de estudo, mediante o contexto geológico, são encontradas as seguintes unidades litoestratigráficas: I) O complexo gnáisso-migmatítico de idade arqueana a paleoproterozóica, do qual não aflora na área, sendo sua observação feita sob correlações estratigráficas regionais ou áreas adjacentes (Carvalho, 2021); II) O grupo Seridó, sotoposto ao complexo, de idade neoproterozóica, compreendendo na base a Formação Jucurutu (NP3sju) classificada como biotita-gnaisses, podendo conter anfibólio, com textura granoblástica a granolepidoblástica (Costa *et al.* 2023); No meio a Formação Equador (NP3se) formada por

quartzitos muscovíticos e feldspáticos a puros, portando turmalinas pretas, aflorando em sua maior parte na porção central da área (Carvalho; Souza; Oliveira, 2022); E no topo a Formação Seridó (NP3ss) compreendendo rochas do tipo biotita-xistos a clorita-sericita-xistos e metarritimitos, recobrando a maior parte do município. Os micaxistos contêm feldspatos ou minerais aluminosos de médio a alto grau metamórfico, localmente restritos a baixo grau metamórfico (Carvalho, 2021; Jardim de Sá; Salim, 1980) III) As injeções graníticas Suíte Itaporanga (NP3gamma_2it) e Pegmatítica (C_Cortado_12p) compreendendo as rochas encaixantes que intrudiram o grupo Seridó e o embasamento. A Suíte Itaporanga, localizadas na porção oeste da área, é de natureza calcialcalina de médio a alto grau potássico, apresentando granitos e granodioritos, por vezes associados a dioritos. Petrograficamente, é representada por anfibólio-biotita ou biotita-monzogranitos, variando a quartzo monzonitos, sienogranitos ou granodioritos (Carvalho, 2021; Costa, 2015); E os Corpos e Diques de Pegmatito, do qual são descritos como corpos alongados constituindo megacristais de feldspato potássico, quartzo e muscovita e, menos frequentemente, biotita, turmalina, granada, columbita-tantalita, berilo (esmeralda e água marinha) e espodumênio (Carvalho, 2021; Cavalcanti Neto, 2008), localizados na porção leste do município; IV) A formação Serra do Martins (ENsm) compreendendo a sequência sedimentar do qual recobre as partes mais elevadas do município, localizadas na porção sudeste; V) E por fim os Depósitos Sedimentares Aluvionares diversos (Q1a, Q2a, Q2apa), associados as coberturas que capeiam as partes mais rebaixadas da área ao longo de toda a rede de drenagem, não constados no mapa (Figura 2).

Demais a mais, salienta-se também a presença de estruturas regionais de deformação rúptil, exibindo direções NNE-SSW, NE-SW (Zonas de cisalhamento Umburana e Frei Martinho) e E-W (Falhas extensionais), além de intenso fraturamento (lineamentos estruturais). Esse sistema de falhas fora ocorrido sob a influência da Orogênese Brasileira, por sua vez, impactando na direção dos litótipos da área (principalmente na Suíte Itaporanga e nos Corpos e Diques de Pegmatito), e na descarga de sedimentos para a formação dos depósitos aluvionares em torno da rede de drenagem (Carvalho; Souza; Oliveira, 2022; Jardim de Sá, 1994; Angelim *et al.*, 2006; Mutzenberg, Tavares, Corrêa, 2005) (Figura 2).

Figura 2: Mapa Geológico do município de Carnaúba dos Dantas-RN



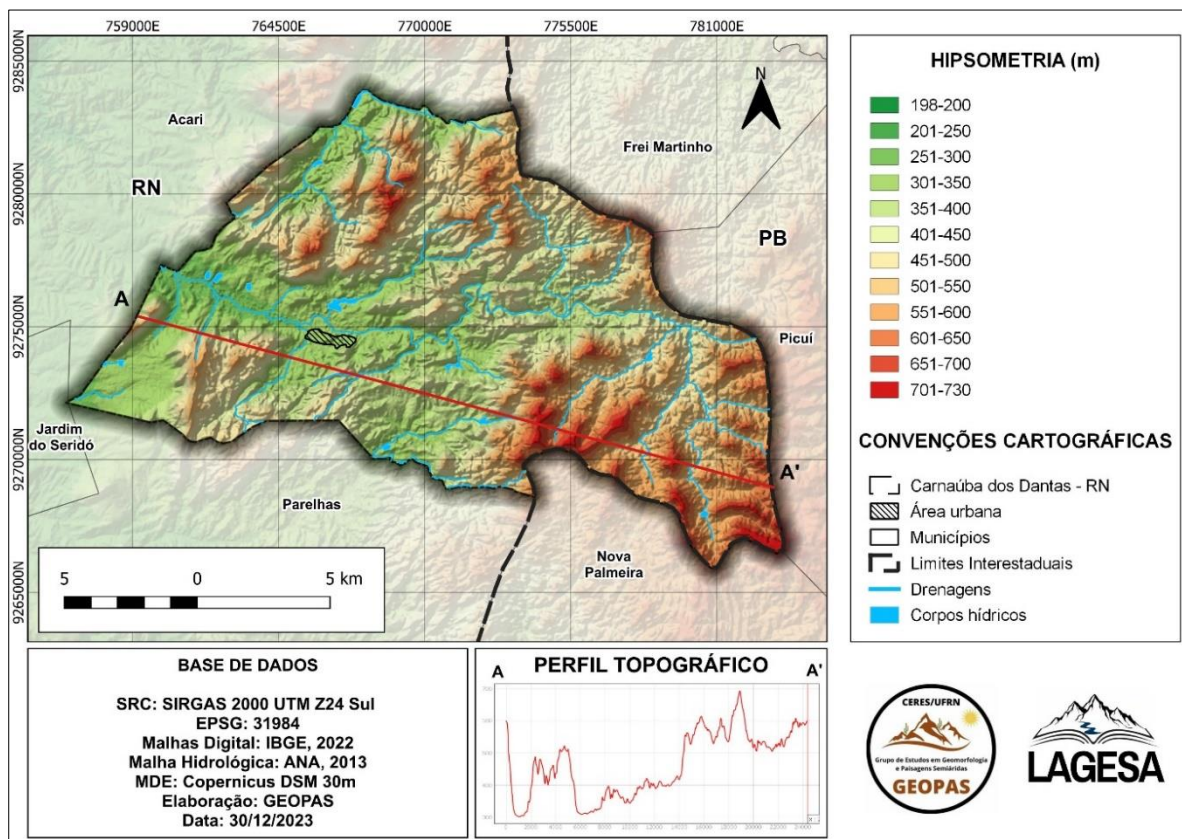
Fonte: Autores (2024) adaptado de CPRM (2021)

Caracterização geomorfológica

O município está inserido geomorfológicamente no domínio do Planalto da Borborema e da Depressão Sertaneja, exibindo formas de relevos ondulados e dissecados dispendo de vales em forma de U e V, onde a evolução geomorfológica se deu sob o regime de esforços tectônicos condicionados pelas falhas extensionais de direção E-W, mas sobretudo pelas Zonas de Cisalhamento Umburana e Frei Martinho paralelas a Zona de Cisalhamento Picuí-João Câmara de direção NE-SW; e ao regime morfoclimático, influenciando para o comportamento atual das cristas retilíneas, assim como para a dissecação e formação dos modelados, e na configuração da rede de drenagem (Carvalho, 2021; Mutzenberg; Tavares; Corrêa, 2005).

Na área de estudo, a cota máxima altimétrica é aproximadamente 730m e mínima de 198m, onde a altitude vai diminuindo conforme vai em direção ao centro-sul, centro-leste, oeste e uma pequena porção a noroeste, mas com pontilhado de um maciço residual a oeste. Os pontos mais altos da cidade estão localizados na porção sudeste com cristas e chapadas, e ao norte com cristas (Figura 3).

Figura 3: Mapa Hipsométrico do município de Carnaúba dos Dantas-RN



Fonte: Autores (2024)

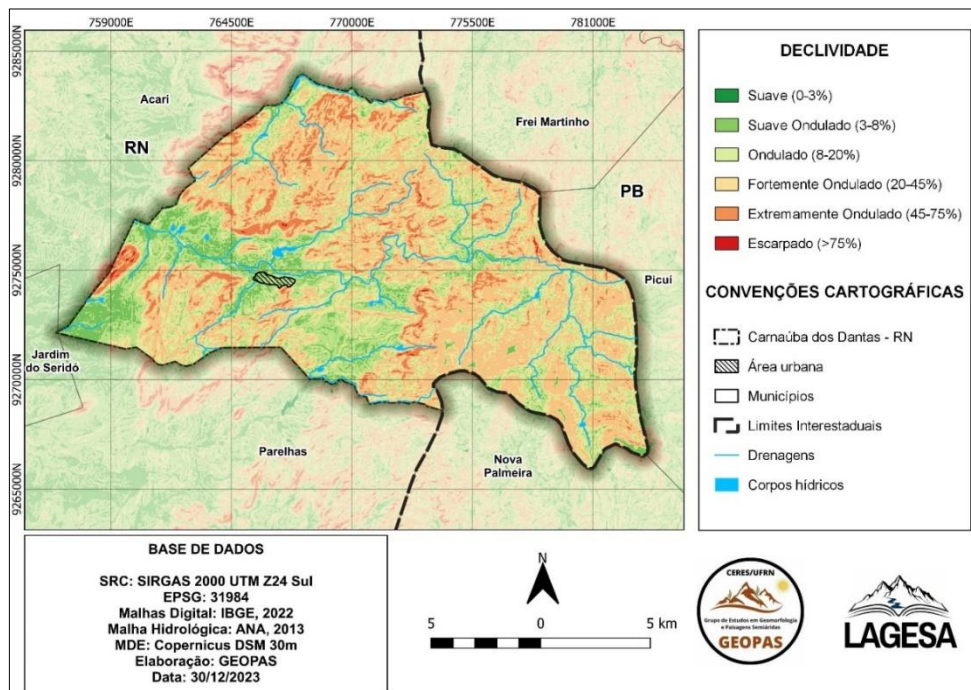
Em relação a declividade, os resultados mostraram que na área de estudo a classe mais abundante é a fortemente ondulado (35,32%), seguida por ondulado (28,78%), suave ondulado (20,37%), suave (8,47%), extremamente ondulado (6,91%) e a menos abrangente é a classe escarpado (0,15%) (Tabela 1 e Figura 4).

Tabela 1: Área por Classe de Declividade

CLASSES DE RELEVO	DECLIVIDADE (%)	ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
Fortemente Ondulado	20 a 45	87,007	35,32%
Ondulado	8 a 20	70,893	28,78%
Suave Ondulado	3 a 8	50,178	20,37%
Suave	0 a 3	20,878	8,47%
Extremamente Ondulado	45 a 75	17,03	6,91%
Escarpado	>75	0,36	0,15%
TOTAL	-	246,349	100%

Fonte: Autores (2024)

Figura 4: Mapa de Declividade do município de Carnaúba dos Dantas-RN



Fonte: Autores (2024)

No mapeamento geomorfológico da área de estudo foram identificadas seis unidades de relevo: I – Chapadas (1,58%); II – Planaltos e Serras (61,34%); III - Superfície Sertaneja I (2,02%); IV – Superfície Sertaneja II (31,50%); V – Inselbergue (0,36%); VI – Planícies e Terraços Fluviais (3,20%) (Tabela 2 e Figura 5).

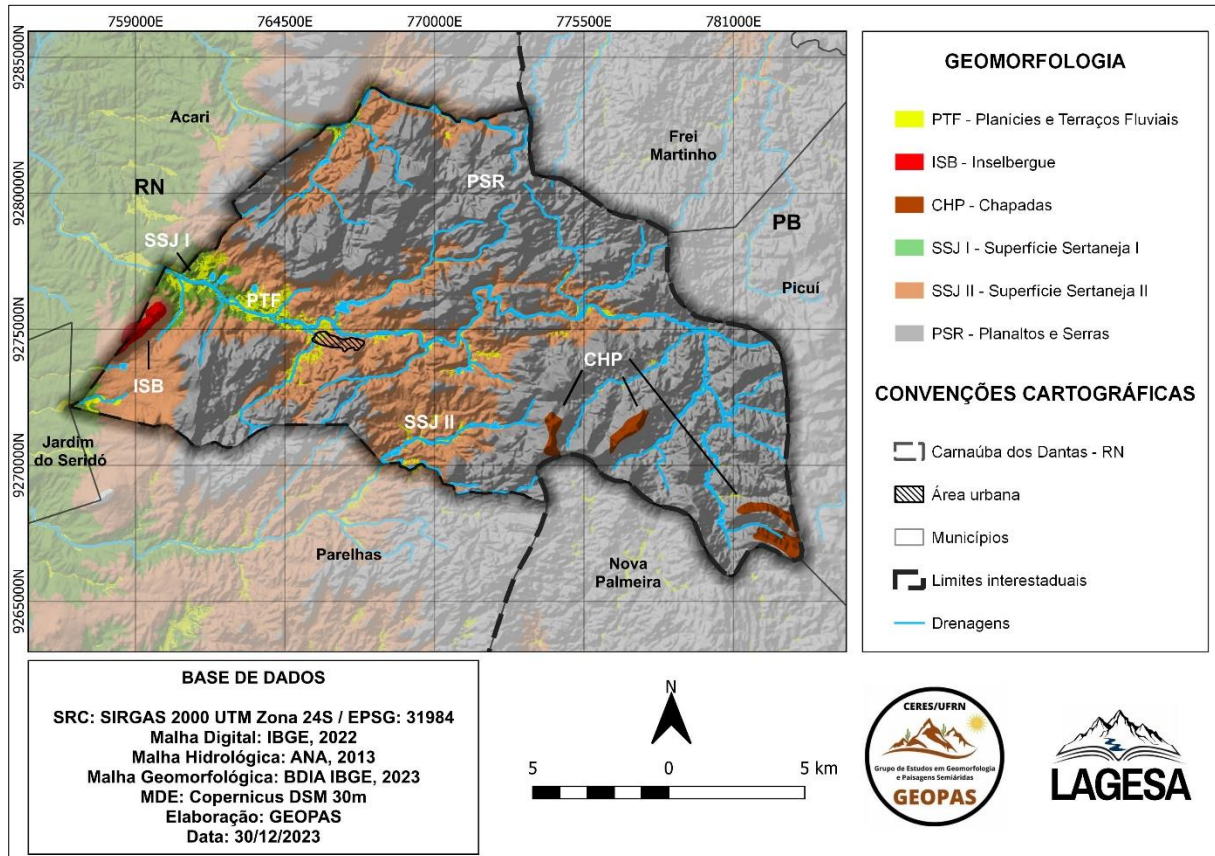
Tabela 2: Área por Unidades de Relevo identificadas

UNIDADES DE RELEVO	ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
Planaltos e Serras	151,5	61,34%
Superfície Sertaneja II	77,81	31,50%
Planícies e Terraços Fluviais	7,9	3,20%
Superfície Sertaneja I	5,0	2,02%
Chapadas	3,9	1,58%
Inselbergue	0,90	0,36%
TOTAL	247,00	100%

Fonte: Autores (2024)

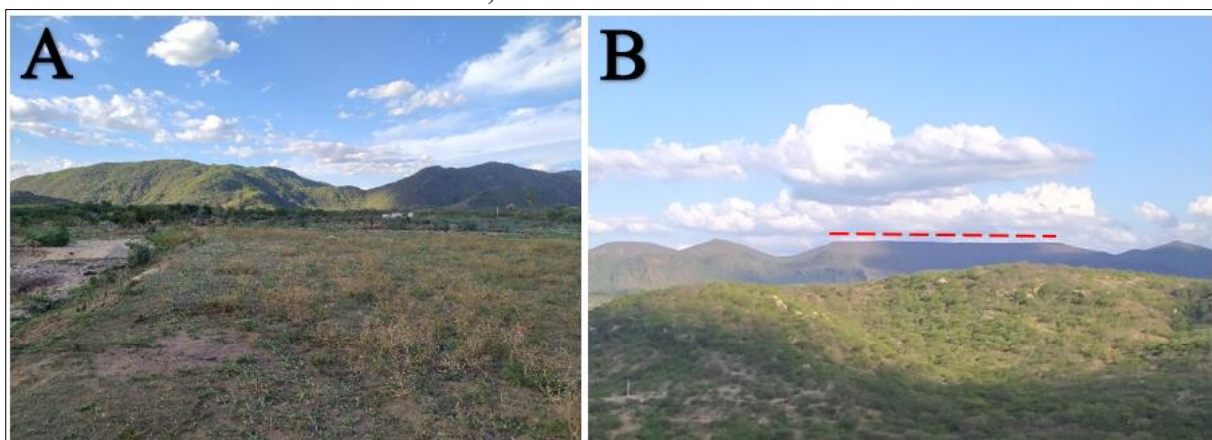
Os Planaltos e Serras localizam-se nos setores sudeste, norte e sudoeste da área de estudo (Figura 5 e 6). As chapadas estão localizadas também a sudeste capeando alguns planaltos e serras (Figura 5 e 6).

Figura 5: Mapa Geomorfológico do município de Carnaúba dos Dantas-RN



Fonte: Autores (2024)

Figura 6: (A) Representação de área com serras e planaltos situados ao norte do município; (B) Representação de relevo tabuliforme associado com a Formação Serra dos Martins na Serra Nova, ao sudeste da área de estudo.

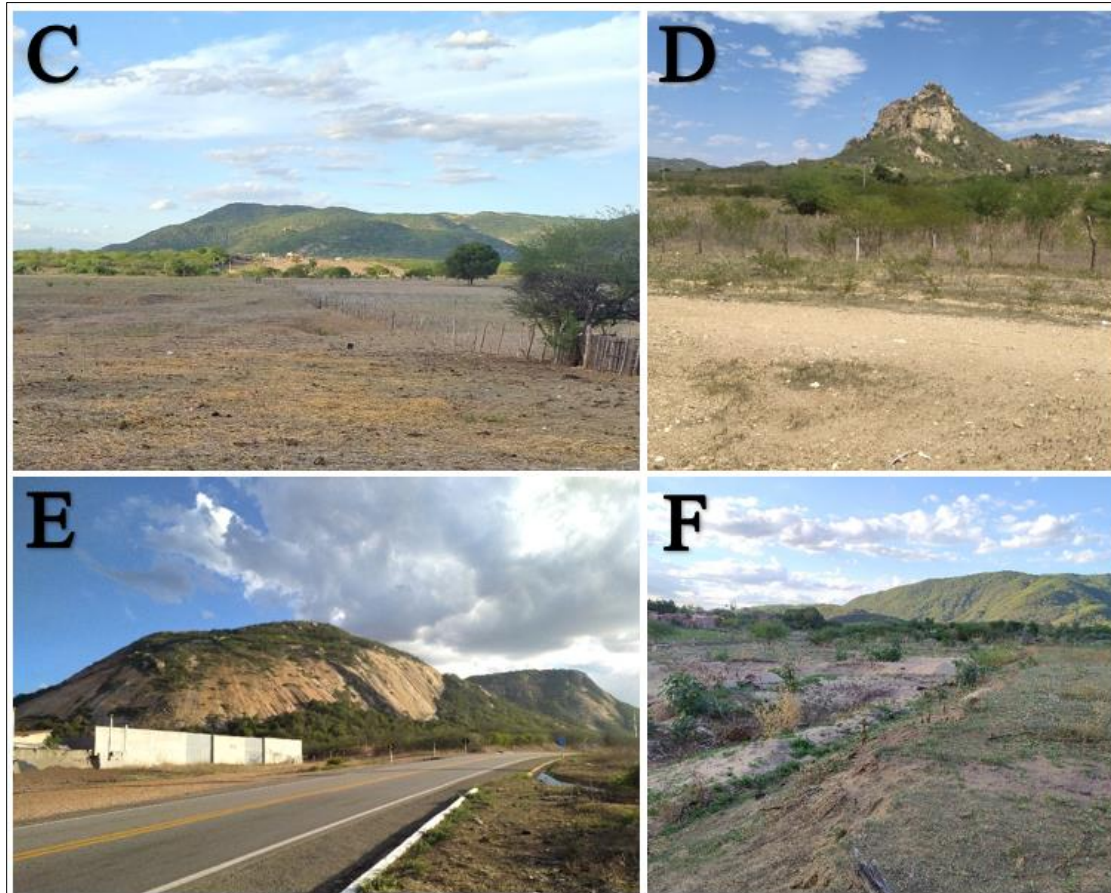


Fonte: Autores (2024)

No extremo oeste e alguns locais pontuais a sudoeste e noroeste têm-se a predominância da Superfície Sertaneja I. A Superfície Sertaneja II é predominante no centro-sul, a noroeste,

oeste e leste da área de estudo (Figura 5 e 7). O inselbergue trata-se de uma forma de relevo pontual e isolada, em meio a Superfície Sertaneja II, localizado no extremo oeste da cidade (Figura 5 e 7). As planícies e Terraços Fluviais estão distribuídos pelas demais unidades de relevo (Figura 5 e 7).

Figura 7: Superfície Sertaneja I (C) e II (D) com área serrana ao fundo, município de Carnaúba dos Dantas-RN; (E) Inselbergue Serra da Rajada; (F) Ambiente fluvial do Rio Carnaúba com área serrana ao fundo



Fonte: Autores (2024)

DISCUSSÃO

Planaltos e Serras (PSR)

A unidade de relevo de planaltos e serras é a mais abrangente da área de estudo (61,34%) (Tabela 2). A caracterização e representação desta unidade está principalmente associada com o Planalto da Borborema, a qual corresponde como unidade morfoescultural no mapa geomorfológico do estado (Diniz *et al.*, 2017), sendo o norte, nordeste, leste, sudeste e sudoeste os setores de sua distribuição na área de estudo. Destacada com cotas altimétricas acima de 400 m (figura 3), podendo alcançar até altitudes superiores a 1000 m em outras regiões do Nordeste, esses compartimentos exibem uma complexidade de processos geológicos e geomorfológicos (Corrêa *et al.*, 2010), do qual a litologia e as estruturas regionais foram os condicionantes contribuidores para a evolução e o padrão das formas de relevo em meio aos processos de morfogênese e morfodinâmica. Tais circunstâncias estão correlacionadas com o Ciclo Brasileiro-Panafricano, especificamente em meio aos processos de fragmentação do Supercontinente Gondwana devido às reativações tectônicas no Cretáceo e ao magmatismo

intraplaca no Cenozóico (Diniz *et al.*, 2017; Brito Neves, 1999; Corrêa *et al.*, 2010; Oliveira, Medeiros, 2012), não evidenciado no município.

Na área de estudo, a morfologia do relevo com cristas e serras se dispõe principalmente na orientação NE-SW (Zonas de Cisalhamento Picuí-João Câmara; Zona de Cisalhamento Frei Martinho; Zona de Cisalhamento Umburana) como também em E-W (Falhas extensionais) paralelas às Zonas de Cisalhamento, ambas estruturas herdadas da Orogênese Brasileira, que por sua vez estabelecem uma relação com os processos esculturadores do relevo, como aerolares e lineares, evidenciado pela erosão diferencial onde o fator morfoclimático teve seu papel na dissecação, modelação e do relevo, repercutindo nos padrões erosivos, na rede de drenagem e na formação de depósitos sedimentares (Costa *et al.* 2020; Diniz *et al.* 2017) (Figura 5).

As serras mais imponentes na área estão associadas, principalmente, com os micaxistos da Formação Seridó e com os quartzitos da Formação Equador onde se encontra maior presença de topos aguçados e relevo escarpado. Nesse cenário, outras características marcantes que se exibem nesses ambientes é a grande expressividade da rochosidade que ocupa grande parte do terreno devido seu substrato rochoso, acompanhados com encostas expostas (tálus) e depósitos nas vertentes (sopé) com a existência de *boulders* maior que a média 100 cm de diâmetro, sendo esses associados ao clima quente e seco típico da região, assim como a composição litológica e sua maior resistência ao processo de intemperismo, como os quartzitos, condicionando a formação de afloramentos rochosos, presença de grandes blocos (matacões), lajes de rochas, parcelas de solos constituindo mantos delgados sobre as rochas (IBGE, 2015).

Aspectos como esses indicam fortemente nessa unidade a predominância de processos morfogenéticos, os quais implicam também a formação de solos pouco desenvolvidos e rasos como os Neossolos litólicos e regolíticos, tipicamente encontrados nessas áreas (Santos *et al.*, 2023).

Todavia, em meio a uma série de desnivelamentos topográficos comuns na Borborema (Corrêa *et al.*, 2010), algumas serras e planaltos podem apresentar em suas superfícies de cimeira extensas áreas com topos planos a suaves, associados a Formação Serra do Martins (Santos; Ferreira; Silva, 2002; Angelim *et al.*, 2006; Diniz *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2023) onde o relevo é bordejado por escarpas íngremes, formando chapadas sotopostas a maciços cristalinos (Angelim *et al.*, 2006; Diniz *et al.*, 2017).

Relevo tabuliforme (CHP)

Na área de estudo são encontrados três pequenos compartimentos associados a relevos tabuliformes, representando 1,58% da área de estudo (Tabela 2). Esses relevos localizam-se a sudeste (“Serra Nova” e “Serra do Abreu”) (Figura 5), os quais estão relacionadas com a Formação Serra do Martins, sobrepostas a serras e cristas do Planalto da Borborema. Com altitudes ultrapassando 700 m (Peulvast, Claudino Sales, 2004), esses platôs compostos por um capeamento sedimentar com arenitos, presença de solos profundos e permeáveis como os Latossolos Amarelos, a existência de aquíferos subsuperficiais com grande volume d’água acumulado e clima mais ameno do que as áreas da superfície sertaneja, são as principais características que marcam essas feições, as quais são consideradas como áreas de grande importância na região semiárida brasileira.

Além disso, grande parte dos rios têm suas nascentes nas bordas desses relevos. Na área de estudo, o Rio Carnaúba, principal curso fluvial do município, inicia seu percurso na “Serra do Abreu” dissecando e transportando grande quantidade de sedimentos, através do desmonte dos arenitos da Formação Serra do Martins, sob a orientação e influência das zonas de cisalhamento e demais estruturas, os quais atravessam a superfície sertaneja e se depositam as margens das planícies e terraços fluviais.

A gênese, a manutenção na paisagem e o significado na evolução geomorfológica dessas feições vêm sendo objeto de estudo ao longo do tempo por vários autores. As coureças lateríticas (Plintossolos Pétricos) bastante resistentes aos processos erosivos (Silva *et al.*, 2022), assim como processos de inversão do relevo devido à influência da ação tectônica e posterior erosão diferencial, são atualmente os principais modelos de representação e explicação dessas áreas (Diniz *et al.*, 2017; Maia; Betard, Bezerra, 2016).

As concreções ferruginosas encontradas nestes ambientes são resultados da acumulação de óxidos de ferro que endurecem permanentemente, certamente resultado do intemperismo ocorrido no período de 16 a 7 Ma devido ao enriquecimento de hidróxidos de manganês e ferro oriundos do Maciço da Borborema, o que sugere a ciclos de secagem e umedecimento, que possivelmente estão associados a paleoclimas, ou ainda com processos de inversão do relevo condicionados pelo soerguimento regional ocorrido sobretudo no Cenozóico devido às reativações das estruturas do embasamento, como as zonas de cisalhamento, e posterior erosão diferencial, como nos Maciços de Portalegre e Martins, e outras áreas do Nordeste (Costa *et al.*, 2020; Lima, 2008; Maia; Betard, Bezerra, 2016; Kampf; Curi, 2012; Souza *et al.*, 2023). Assim sendo, a evolução geomorfológica é marcada pelo recuo lateral das vertentes devido à influência da erosão diferencial promovida pelas concreções que atuam como escudos frente aos processos erosivos, ambos associados a planos de falhas, fraturas, foliações e ao desmonte das lateritas (Maia; Betard; Bezerra, 2016; Casseti, 2005).

Superfície Sertaneja I (SSJ I) e (SSJ II) com presença de inselbergue (ISB)

Na área de estudo encontra-se superfícies rebaixadas, as quais foram denominadas de Superfície Sertaneja I (SSJ I) (2,02%) e Superfície Sertaneja II (SSJ II) (31,50%) (Tabela 2), a qual, apresenta uma forma de relevo proeminente, isolada e pontual (inselbergue), representando cerca de 0,36% da área de estudo (Tabela 2). No extremo oeste da área de estudo constata-se o inselbergue (ISB) “Serra da Rajada” estando associado com a SSJ II (Figura 5).

Denominada historicamente como “depressões sertanejas”, seu termo atualmente está em desuso, haja vista que não se faz suficiente para a compreensão dos processos de esculturação e aplainamento dessas áreas (Costa *et al.*, 2020), sendo a “superfície sertaneja” como melhor denominada (Moreira; Gatto, 1981; Ab’Saber, 1969) a qual poderia ser mencionada de superfície rebaixada ou aplainada (Radam Brasil, 1981).

Englobadas dentro da unidade morfoescultural da depressão interplanáltica do Piranhas-Açú (Diniz *et al.*, 2017), as superfícies sertanejas destacadas no município estão inseridas sob áreas aplainadas do Cinturão Orogênico Brasileiro, onde predominam processos de dissecação promovidos pelas correntes fluviais as quais seguem o padrão das zonas de cisalhamento e as falhas extensionais (mencionadas anteriormente) (Maia; Bezerra; 2014); envolvidas sob a quebra do inselbergue “Serra da Rajada”, constituído por rochas mais resistentes a erosão como os granitos, se exumando na paisagem (Diniz *et al.*, 2017).

Na área de estudo, a superfície sertaneja se exhibe de forma distinta. A SSJ I ocupa áreas mais rebaixadas com cotas variando até 250 m, próxima às planícies e terraços fluviais onde predomina os processos de aplainamento, enquanto que a superfície sertaneja II se encontra em áreas mais dissecadas, com interflúvios mais evidentes e colinosos mais ao interior da área de estudo, com altitudes variando de 251 m a 400 m, comumente encontrada na base das serras e planaltos (Costa *et al.*, 2020).

Nessas áreas, a alta variabilidade climática do semiárido exerce um papel significativo na modelagem do relevo, influenciando nos padrões de erosão, morfogênese e pedogênese. Em meio a predominância do clima quente e seco, o material de origem e as elevadas taxas de erosão limitam a pedogênese, possibilitando a formação de solos rasos e pouco desenvolvidos, em sua maior parte expondo o embasamento rochoso (Costa *et al.*, 2020; Araújo Filho *et al.*,

2017). Em meio as fases úmidas, com o predomínio da pedogênese sobre a morfogênese, mantos mais espessos como o regolíticos são formados, limitando-se os processos erosivos nos vales fluviais, enquanto que nos períodos mais secos a morfogênese se sobressai em relação a pedogênese, onde os intensos processos erosivos remobilizam os mantos de alteração situados nas escarpas para os fundos do vale (Costa *et al.*, 2020), originando solos como os Luvisolos e Neossolos (Litólicos e Regolíticos) (Araújo Filho *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2023; ANA, 2016).

Ao longo das superfícies sertanejas I e II é comum a presença de Neossolos Litólicos, os quais são associados a afloramentos rochosos (Medeiros *et al.*, 2013; Schulz *et al.*, 2016). Em áreas associadas a Formação Seridó é destacada presença de Neossolos Litólicos, ao passo que os Luvisolos são encontrados em áreas onde possibilitam formar solos um pouco mais desenvolvido e profundo (Santos *et al.*, 2023). Em contrapartida, em áreas com rochas graníticas, associadas a Suíte Itaporanga, os solos litólicos são frequentemente encontrados.

Na área de estudo, a presença das rochas cristalinas em sua maior abrangência a qual compõem o aquífero fissural é o principal espaço de armazenamento de água subterrânea e uma fonte de acesso à água pela população, com alguns poços dispostos em torno da superfície sertaneja. Nesse contexto, a interação da água com as rochas tem resultado na dissolução de minerais, contribuindo para que maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD) como o sódio, por exemplo, fossem encontrados e impactassem consideravelmente a qualidade da água para a irrigação, estando diretamente ligado aos solos (Carvalho, 2021). Além disso, eventuais chuvas torrenciais típicas do ambiente semiárido podem surgir como episódios a qual contribui para que o escoamento superficial e acentuação dos processos erosivos surjam, promovendo a formação de sulcos e ravinas, desse modo acarretando num intenso transporte de carga sedimentar, podendo desintegrar os solos e assorear os corpos hídricos da área.

Planícies e Terraços Fluviais (PTF)

As planícies e terraços fluviais estão associados com rios intermitentes, representando 3,20% da área de estudo (Figura 5). A drenagem principal está associada ao Rio Carnaúba, o qual apresenta padrão de drenagem dendrítico, formando ângulos agudos, semelhante à distribuição dos galhos de uma árvore, onde o Rio Carnaúba seria o tronco (Christofoletti, 1981).

Na área de estudo, conforme se aproxima da feição fluvial principal, isto é, o exutório (Rio Carnaúba) os vales se apresentam de forma larga e o relevo se torna plano e rebaixado (Figura 5). Consequentemente os rios perdem sua velocidade de transporte e passam a depositar mais sedimentos, formando essas feições. Apesar de serem formas correlativas do qual foram originadas mediante o mesmo processo hidrogeomorfológico, suas classificações são distintas. As planícies fluviais são formas deposicionais ativas, localizadas as margens dos cursos d'água em área de topografia suavizada à plana, formadas através do processo de acumulação de sedimentos aluviais inconsolidados promovidos pela migração lateral e/ou por inundações periódicas (Magalhães Júnior; Barros, 2020; Baker *et al.*, 1988; Knighthon; Nanson, 1993; Leopold *et al.*, 1964; Ritter *et al.*, 2002; Bridge, 2003). Já os terraços fluviais, por sua vez, são feições deposicionais fluviais inativas localizadas em áreas com níveis planos a suave inclinados, abandonadas pela dinâmica hídrica atual, dessa forma predominando processos de degradação e/ou em casos excepcionais com processos de deposição mediante inundações (Magalhães Júnior; Barros, 2020; Bridge, 2003; Jacobson *et al.*, 2003; Leopold *et al.*, 1964; Ritter *et al.*, 2002; Schumm, 1977).

Na área de estudo, a identificação desses compartimentos segue a rede de drenagem, os quais nascem nas bordas dos relevos tabuliformes e seguem trajetos conforme a orientação do

controle estrutural (Figura 5). Devido a pequena abrangência das planícies e terraços fluviais, na escala espacial utilizada optou-se por manter como uma única unidade (Figura 5).

Na área de estudo, a Serra do Piauí, localizada ao norte da área urbana em meio a superfície sertaneja II (Figura 5) nota-se que a drenagem é condicionada pelo controle estrutural, propiciando melhores condições para a concentração fluxos hídricos e a construção de reservatórios hídricos de maior proporção na área de estudo, como o caso do açude Monte Alegre, sendo este o maior da cidade.

Ademais, ao longo das superfícies sertanejas por onde o curso do Rio Carnaúba passa é comum a presença de marmitas. Na área de estudo, essas feições foram originadas através da ação fluvial sob a influência do movimento das águas a qual promoveram o atrito dos sedimentos, bem como associadas as condições litológicas (Suíte Itaporanga), estruturais (falhas de N-NE e E-W) e topográficas do entorno, sendo responsáveis para uma maior atuação das águas no desgaste das rochas, mas principalmente para existência de fraturas, das quais impactaram para a orientação dessas cavidades (Nascimento; Ferreira, 2012; Silva *et al.*, 2023). Além disso, outros fatores quanto a riqueza geológica e arqueológica presente na área são importantes dado ao valor de patrimônio natural da área, sendo esta concebida com a existência do geossítio marmitas do Rio Carnaúba localizado próximo à comunidade Barra da Carnaúba, município de Acari-RN, tal qual pertencente ao Geoparque Seridó.

CONCLUSÕES

No mapeamento geomorfológico da área de estudo foram identificadas seis unidades de relevo (I – Chapadas; II – Planaltos e Serras; III - Superfície Sertaneja I; IV – Superfície Sertaneja II; V – Inselbergue; VI – Planícies e Terraços Fluviais).

O mapeamento geomorfológico foi associado com os processos geomorfológicos, os fluxos hídricos e com os materiais da área de estudo, oferecendo informações relevantes para o planejamento e ordenamento territorial, em uma área que é um ponto estratégico no semiárido brasileiro, com locais de grande interesse pelo avanço dos parques eólicos, com abundância de recursos minerais, e ainda por estar situada no núcleo de desertificação do Seridó.

A maior parte da unidade de planaltos e serras está associada com o Planalto da Borborema, sendo área de interesse dos parques eólicos. Embora as áreas com relevos tabuliformes sejam pequenas, essas são muito importantes por estarem associadas com litologia sedimentar e por possuírem importantes aquíferos. Essas áreas com relevo tipicamente de chapadas estão sobrepostas sobre a unidade de planaltos e serras. Identificou-se controle estrutural na Superfície Sertaneja, onde as falhas com direção leste-oeste controlam a rede de drenagem. No município em questão, os inselbergues são pontos de referência na paisagem para a população sertaneja, destaca-se a Serra da Rajada, inselbergue que é um dos geossítios do Geoparque Seridó, assim como em demais localidades da cidade, sendo importantes para o geopatrimônio. Na unidade de planícies e terraços fluviais tem-se grande importância econômica no município, com significativa extração de areia e argila.

O município de Carnaúba dos Dantas ainda carece de mais informações geomorfológicas em escalas de detalhe. A utilização de mapeamentos geomorfológicos com a utilização de drones podem oferecer relevantes contribuições para o entendimento das paisagens da região, assim como a identificação de problemas ambientais e do seu monitoramento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos pela colaboração da equipe do GEOPAS/UFRN (Grupo de Estudo em Geomorfologia e Paisagens Semiáridas) pelo apoio nas atividades de campo e na elaboração do trabalho. Agradecemos ao LAGESA/UFRN (Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia

Aplicada) pela infraestrutura oferecida. Por fim, agradecemos também os revisores e editores pelas sugestões e melhorias no trabalho.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste brasileiro. **Geomorfologia** (19), São Paulo, p. 1-38, 1969.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu**: Resumo Executivo. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA), 2016.

ALMEIDA, F. F. M. et al. **Províncias estruturais brasileiras. Simpósio de Geologia do Nordeste**, v. 8, n. 1977, p. 363-391, 1977.

ANGELIM, Luiz Alberto de Aquino (Org.). **Programa Geologia do Brasil (PGB) – Projeto Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte**. Escala 1:500.000. Recife: CPRM; FAPERNA, 2006. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/10234>

ARAÚJO FILHO, J. C. et al., Solos da Caatinga. In: CURTI, N. et al. **Pedologia: solos dos biomas brasileiros. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, 2017.

BAKER, V. R.; KOCHER, R. C.; PATTON, P. C. (eds.). **Flood Geomorphology**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, Cap. 3, pp. 51-64, 1988.

BEZERRA, F. H. R. et al. **Nota explicativa da folha Jardim do Seridó, SB.24-Z-B-V**. [S.l.]: Escala 1:100.000. CPRM, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretária de Recursos Hídricos. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil / MMA**, Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba; Marcos Oliveira Santana, organizador. Brasília: MMA, Coordenação Técnica de Combate à Desertificação, 2007.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal**; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 744p. (Levantamento de Recursos Naturais, 23).
BRIDGE, J. S. **Rivers and Floodplains**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 492p.

BRITO NEVES, B. B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrecionário andino. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 3, p. 379-392, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.199929379392>. Acesso em: 29 jan. 2024.

CARVALHO, A. K. N. **Hidroquímica de águas superficiais e subterrâneas em Carnaúba do Dantas/RN e aspectos associados ao uso humano e na irrigação**. 2021. 159f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

CARVALHO, A. K. N.; SOUZA, R. F.; OLIVEIRA, S. dos S. Qualidade de águas superficiais e subterrâneas para irrigação em um município do semiárido do estado do Rio Grande do Norte. **Pesquisas em Geociências**, [S. l.], v. 49, n. 2, p. e119720, 2022. DOI: [10.22456/1807-9806.119720](https://doi.org/10.22456/1807-9806.119720). Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/PesquisasemGeociencias/article/view/119720>. Acesso em: 16 jan. 2024.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: 2005. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~santos/Geomorfologia_Geologia/Geomorfologia_ValterCasseti.pdf. Acesso em: 15 jan. 2024.

CAVALCANTI NETO, M. T. O. A Faixa Cuprífera do Rio Grande do Norte e Paraíba e as relações de contato entre as Formações Equador e Seridó. **Holos**, V 24, N. 3, P. 105, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2008.210>

CAVALCANTE, Rogério et al. **(Informe de Recursos Minerais. Série Províncias Minerais do Brasil; 8) – Áreas de relevante interesse mineral (ARIM): Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Seridó-Leste, extremo nordeste da Província Borborema (RN-PB)**, estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Brasília/DF: CPRM, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial** – Volume I. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES; B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA; D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

COSTA, A. P. **Petrologia e geocronologia U-Pb do plúton granítico Serra da Rajada, porção central do domínio Rio Piranhas-Seridó, província Borborema, NE do Brasil**. 2015. Tese de Doutorado.

COSTA, A. P. et al. **Província Mineral do Seridó: Mapa geológico integrado (2019) e Mapa de recursos minerais integrado, estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2021. Escala 1:350.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19398>

COSTA, A. P. *et al.* (Org.); **(Informe de Recursos Minerais. Série Províncias Minerais do Brasil; 35) - Áreas de relevante interesse mineral (ARIM): evolução crustal e metalogenia da província mineral do Seridó: estados do Rio Grande do Norte e Paraíba**. Recife: CPRM, 2023.

COSTA, L. R. F.; MAIA, R. P.; BARRETO, L. L.; CLAUDINO SALES, V. C. de. Geomorfologia do Nordeste Setentrional Brasileiro: uma proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 21, n. 1, 2020. DOI: [10.20502/rbg.v21i1.1447](https://doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1447). Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1447>. Acesso em: 13 jan. 2024.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P.; MAIA, R. P., FERREIRA, B., Mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (Online), São Paulo, v.18, n.4, (Out-Dez) p.689-701, 2017. DOI: [10.20502/rbg.v18i4.1255](https://doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1255).

Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1255>. Acesso em: 13 jan. 2024.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1979). **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 83p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/327212/sumula>. Acesso em 13 de jan. 2024.

FERREIRA, B. A região semi-árida nordestina: utilização dos dados SRTM para mapeamento geomorfológico de parte dos municípios de Jatobá Petrolândia e Tacaratu, Sub-Médio São Francisco, PE. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 143 - 158, 2010.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

HJORT, J., GORDON, J. E., GRAY, M., HUNTER JR, M. L. 2015. Why geodiversity matters in valuing nature's stage. **Conservation Biology**, 29(3), 630-639. 2015. DOI: [10.1111/cobi.12510](https://doi.org/10.1111/cobi.12510)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Brasília: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/carnauba-dos-dantas/panorama> Acesso em: 15 jan. 2024.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - 3. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p.

JACOBSON, R.; O'CONNOR, J. E.; OGUCHI, T. Surficial Geologic Tools in Fluvial Geomorphology. In: KONDOLF, G. M.; PIEGAY, H. (eds.). **Tools in Fluvial Geomorphology**. Chichester: Wiley, 2003. pp. 25-57.

JARDIM DE SÁ, E. F.; SALIM, J. Reavaliação dos conceitos estratigráficos na região do Seridó (RN-PB). **Mineração e Metalurgia**, v. 80, n. 421, p. 16-28, 1980.

JARDIM DE SÁ, E. F. **A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira/Pan-Africana**. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 803 p. 1994.

JARDIM DE SÁ, E. F. Geologia da região do Seridó: reavaliação de dados. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11., 1984, Natal. **Anais [...]**. SBG Núcleo Nordeste, 1984. p. 278-296.

KAMPF, Nestor; CURI, Nilton. Formação e Evolução do solo (Pedogênese). In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa-MG, SBCS, 2012. 343p.

KNIGHTON, A. D.; NANSON, G. C. Anostomosis and the Continuum of Channel Pattern. **Earth Surface Processes and Landforms**, John Wiley & Sons, 18 (7), pp. 613-625, 1993.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G; MILLER, J. P. **Fluvial Processes in Geomorphology**. San Francisco: Freeman and Company, 1964. 522 p.

LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L.; FILHO, A. P. Dificuldades e possibilidades da cartografia geomorfológica no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 65, n. 6, 2013. DOI: [10.14393/rbcv65n6-43880](https://doi.org/10.14393/rbcv65n6-43880). Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43880>. Acesso em: 13 jan. 2024.

LIMA, M. G. A história do intemperismo da Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: implicações paleoclimáticas e tectônicas. **Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica)** – Curso de Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2020.

MAIA, R. P.; BÉTARD, F.; BEZERRA, F. H. R. Geomorfologia dos Maciços de Portalegre e Martins – NE do Brasil: Inversão do Relevo em Análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 273-285, 2016.

MEDEIROS, W. D. A. **Sítios geológicos e geomorfológicos dos municípios de Acari, Carnaúba dos Dantas e Currais Novos, região Seridó do Rio Grande do Norte**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 154 p. 2003.

MEDEIROS, L.C., MEDEIROS, B.V.V., SOBRINHO, F.E., GURGEL, M.T. Caracterização físico-química de um neossolo litólico na região Seridó do RN. **Agropecuária Científica no Semiárido**, nº 9, 01-07, 2013.

MELO, W. M. **Desertificação e Economia no Núcleo do Seridó**. Areia: CCA/UFPB, 2017. (Trabalho de Conclusão de Curso). 33p.

MOREIRA, M. M. A. M; GATTO, L. C. S. Geomorfologia. In: BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.24 Fortaleza**. Rio de Janeiro, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 21).

MUTZENBERG, D. S.; TAVARES, B. A. C; CORRÊA, A. C. B. A influência dos controles estruturais sobre a morfogênese e a sedimentação neógena na bacia do rio Carnaúba (RN). Recife: **CLIO Arqueológica**, v. 19, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/clioarqueologica/article/view/246911>

NASCIMENTO, M. A. L.; FERREIRA, R. V. 2012. **Geoparques do Brasil – propostas. Proposta do Geoparque Seridó**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro/RJ, Brasil. p. 361-416.

NÓBREGA, W. R. de M.; ARAÚJO, F. Cultura, turismo e desenvolvimento: reflexões acerca do potencial arqueológico no município de Carnaúba dos Dantas (RN). **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBecotur)**, [S. l.], v. 8, n. 1, 2015. DOI: [10.34024/rbecotur.2015.v8.6429](https://doi.org/10.34024/rbecotur.2015.v8.6429). Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/6429>. Acesso em: 13 jan. 2024.

OLIVEIRA, R. G.; MEDEIROS, W. E. Evidences of buried loads in the base of the crust of Borborema Plateau (NE Brazil) from Bouguer admittance estimates. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 37, p. 60-76, 2012.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3a edição. IBGE, Rio de Janeiro, 185p, 1980.

PEREZ-MARIN, A. M. et. al. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.
Disponível em: <https://bibliotecasemiariados.ufv.br/handle/123456789/2561>

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V. Stepped surfaces and Paleolandforms in the Northern Brazilian <<Nordeste>>: Constraints on models of morfotectonic evolution. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 62, n. 1-2, p. 89-122, 2004.

QGIS Development Team (2023). **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

RITTER, D. F.; KOCHER, R. C; MILLER, J. R. **Processes Geomorphology**. Boston: McGraw Hill, 2002, 560 p.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo, Oficina de textos, 2009.

SALES, E.L.V., LOPES, D.V., SOUZA, S.F., REIS, J.S. Análise integrada da geodiversidade no município de Acari-RN, semiárido brasileiro. **International Journal Semiarid**, Ano 5, Vol. 5 ISSN: 2764-6203. p. 418 – 428, 2022. DOI:
https://doi.org/10.56346/Journal_Semiarid_ijsa.v5i5.143

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SANTOS, E.J.; FERREIRA, C.A.; SILVA JR., J.M.F. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Parnaíba**. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2002, p.142.

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 (2023) 1776-1792.

SCHULZ, K., VOIGT, K., BEUSCH, C., ALMEIDA-CORTEZ, J.S., KOWARIK, I., WALZ, A., CIERJACKS, A. Grazing deteriorates the soil carbon stocks of Caatinga forest ecosystems in Brazil. **Forest Ecology and Management** 367, 62-70, 2016.

SCHUMM, S. A. **The Fluvial System**. Caldwell: The Blackburn Press, 1977, 338 p.

SILVA, I.G., ASSIS, T.M.F., SILVA, L.A., LOPES, D.V., REIS, J.A. Geociências e educação ambiental no semiárido: estudo de caso na Reserva Ecológica Olho d'água das Onças. **International Journal Semiarid**. Ano 5 Vol. 5 ISSN: 2764-6203 p. 465 – 476, 2022.

SILVA, M.J.M.; HILÁRIO, D.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**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1–15,
2023. Disponível em:
[//williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/210](http://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/210). Acesso em:
15 jan. 2024.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.. Principais ameaças à
geodiversidade identificadas no território do projeto Geoparque Seridó. **HOLOS**, [S. l.], v. 1,
p. 1–16, 2019. DOI: [10.15628/holos.2019.7957](https://doi.org/10.15628/holos.2019.7957). Disponível em:
<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/7957>. Acesso em: 13 jan. 2024.

SOCHAVA, V. B. **Métodos em questão: o estudo de geossistemas**. São Paulo, v.16. IG-USP,
nº 16, p. 1-50, 1977.

SOUZA, J. O. P.; CORRÊA, A. C. B. Sistema fluvial e planejamento local no semiárido.
Mercator, 11, 2012. p.149 -168.

SOUZA, D.V., SPINOLA, D., SANTOS, J.C., TATUMI, S.H., YEE, M., OLIVEIRA, R.A.P.,
ELTINK, E., LOPES, D.V., SPÖLT, C., CHERKINSKY, A., REIS, H.F., SILVA, J.O.,
AULER, A., CRUZ, F.W. Relict soil features in cave sediments record periods of wet climate
and dense vegetation over the last 100 kyr in a resente-day semiarid region of northeast
Brazil. **Catena**, v. 226, p. 107092, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2023.107092>

VITAL, S.R.; SANTOS, A.S.; SANTOS, C.L. Mapeamento geomorfológico da região do
Seridó, estado do Rio Grande do Norte. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**,
[S. l.], v. 2, n. 2, p. 1–15, 2021. Disponível em:
[//williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/130](http://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/130). Acesso em:
15 jan. 2024