



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge>



Mapeamento Geomorfológico e Dinâmica Erosiva da Bacia Hidrográfica Do Rio Seridó, Semiárido Brasileiro

Davi Rodrigues Rabelo¹, Francisco Leandro de Almeida Santos², Yasmin Cavalcante Winck do Amaral³, Mariana Silva Feijó⁴, Andrea Almeida Cavalcante⁵

Professor Adjunto dos cursos de Geografia da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil, rodrigues.rabelo@uece.br, Professor Adjunto de Geografia da Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos, Universidade Estadual do Ceará, Limoeiro do Norte, Brasil, fco.leandro@uece.br, Graduada do curso de Geografia-Bacharelado da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil, yasmincwamaral@gmail.com, Graduada do curso de Geografia-Bacharelado da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil, feijosmariana@gmail.com, Professora Efetiva dos cursos de Geografia da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil, andrea.cacalcante@uece.br

Artigo recebido em 19/02/2025 e aceitado em 16/09/2025

R E S U M O

O presente estudo tem como objetivo o mapeamento geomorfológico e a análise da dinâmica erosiva da bacia hidrográfica do rio Seridó, situada no semiárido brasileiro. A motivação decorre da necessidade de atualização dos mapeamentos existentes, dado o impacto das feições geomorfológicas na erosão e na gestão territorial. A investigação buscou compreender como as formas do relevo influenciam a produção e transporte de sedimentos, fornecendo subsídios no contexto de planejamento ambiental e mitigação de impactos erosivos. Os métodos empregados incluem análise de dados altimétricos, Modelos Digitais de Elevação (MDE), imagens de satélite Sentinel-2 e técnicas de vetorização para identificação das formas de relevo. A escala adotada (1:50.000) permitiu maior precisão na delimitação das unidades de relevo e na identificação das feições geomorfológicas predominantes. Os resultados indicam que a produção de sedimentos está diretamente relacionada às formas do relevo, destacando o Planalto da Borborema como a principal área exportadora, com taxas entre 4 e 8 ton/há/ano. O estudo identificou onze feições geomorfológicas, evidenciando processos erosivos significativos. Conclui-se que o controle estrutural e climático influencia diretamente a dinâmica sedimentar da bacia, reforçando a importância do mapeamento geomorfológico como ferramenta essencial para planejamento territorial e mitigação de impactos ambientais na região semiárida.

Palavras-chave: Mapeamento Geomorfológico, Dinâmica Erosiva, Semiárido Brasileiro, Mapeamento.

Geomorphological Mapping and Erosive Dynamics of the Seridó River Basin, Brazilian Semi-arid Region

A B S T R A C T

This study aims to conduct a geomorphological mapping and analyze the erosive dynamics of the Seridó River Basin, located in Brazil's semi-arid region. The research is driven by the need to update existing geomorphological maps, given the strong influence that landforms exert on erosion processes and territorial management. The objective is to understand how relief features affect sediment production and transport, providing insights relevant in the broader context of environmental planning and erosion impact mitigation. The methodology integrates altimetric data analysis, Digital Elevation Models (DEMs), Sentinel-2 satellite imagery, and vectorization techniques for identifying landforms. The chosen mapping scale (1:50,000) enabled greater precision in delineating relief units and identifying the dominant geomorphological features. Results indicate a clear relationship between sediment production and landform characteristics, with the Borborema Plateau standing out as the main sediment-exporting area, with estimated rates between 4 and 8 ton/ha/year. Eleven geomorphological features were mapped, highlighting the intensity of erosive processes across the basin. The study concludes that structural controls and climatic conditions directly influence sediment dynamics, underscoring the importance of geomorphological mapping as a key tool for territorial planning and mitigating environmental impacts in semi-arid landscapes.

Keywords: Geomorphological Mapping, Erosive Dynamics, Brazilian Semi-Arid Region, Territorial Planning.

Introdução

A geomorfologia, enquanto ciência, tem como objetivo estudar os processos e as formas de relevo. Estas, representam a expressão espacial de uma superfície, compondo as diferentes configurações da paisagem morfológica. O relevo é um importante recurso para a delimitação das paisagens, ao mesmo tempo em que quase sempre condiciona a forma de uso e ocupação do solo (Christofolletti, 1974).

Na evolução das paisagens fluviais são constituídas formas deposicionais típicas (planícies e terraços), que guardam nos sedimentos informações sobre a evolução geomorfológica ao qual o rio esteve submetido durante a estruturação de uma bacia. Os cursos fluviais são os níveis de base controladores dos processos modeladores de vertentes, como a erosão pluvial e movimentos de massa, cuja dinâmica fornece materiais para a agradiação dos fundos de vale (Barros e Magalhães Junior, 2020).

As estimativas de produção de sedimentos são comuns na literatura geomórfica porque são taxas quantificadas de erosão e de razão de aporte de sedimentos em uma bacia hidrográfica, representando a história geológica e o regime climático da bacia de drenagem (Schiefer et al., 2001).

O mapeamento geomorfológico é uma técnica clássica para representar formas e processos do relevo, sendo fundamental para a gestão de riscos e outras aplicações ambientais, como ecologia da paisagem e ciência do solo (Marc e Hovius, 2015; Otto e Smith, 2013). Métodos digitais ampliam a precisão dos mapas e sua integração em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), facilitando a análise espacial (Franklin, 1987; Minár e Evans, 2008).

Diversas pesquisas contemplaram os conhecimentos geomorfológicos ao longo dos anos (Franklin, 1987; Ross, 1990; Pike, 1995; Souza,

2000; Schmidt e Andrew, 2005; Erskine et al., 2007; Minár e Evans, 2008; Guzzetti et al., 2012; Wang et al., 2013; Maia et al., 2016; Rabelo e Silva, 2016; Costa et al., 2020; Vital et al., 2021; Moura et al., 2023), sendo a demanda por esses conhecimentos resultante de objetos de estudos e/ou do ambiente sujeito à ocupação. Diante disso, a região semiárida brasileira necessita de um mapeamento cada vez mais atualizado, servindo de base para o planejamento territorial e ambiental, frente aos desafios da convivência hidro-climática.

A presente pesquisa tem como objetivo mapear as feições geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Seridó, a fim de atualizar e contribuir com os mapeamentos já existentes (Rabelo e Silva, 2016; Nascimento, 2018; Vasconcelos et al., 2019; Vital et al., 2021; Hilário et al., 2024) por meio de uma abordagem de quatro etapas: (i) mapear e classificar as unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Seridó, aplicando a metodologia de Ross (1992) em escala 1:50.000; (ii) Analisar a influência das características geomorfológicas, estruturais e climáticas na dinâmica erosiva e na produção de sedimentos; e (iii) elaborar produtos cartográficos e análises estatísticas que subsidiem o planejamento territorial no semiárido.

Material e métodos

Área de Estudo

A área de estudo da presente pesquisa é a bacia hidrográfica do Rio Seridó – com área de 9.931 km² – que é a principal sub-bacia do Rio Piranhas-Assu (Figura 1). Localiza-se entre os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, no Nordeste brasileiro, com centro de coordenadas geográficas 6° 35' 02" S e 36° 46' 26" O, determinadas segundo o Sistema de Projeção Universal Transverse de Mercator (UTM), datum SIRGAS 2000, 24S.

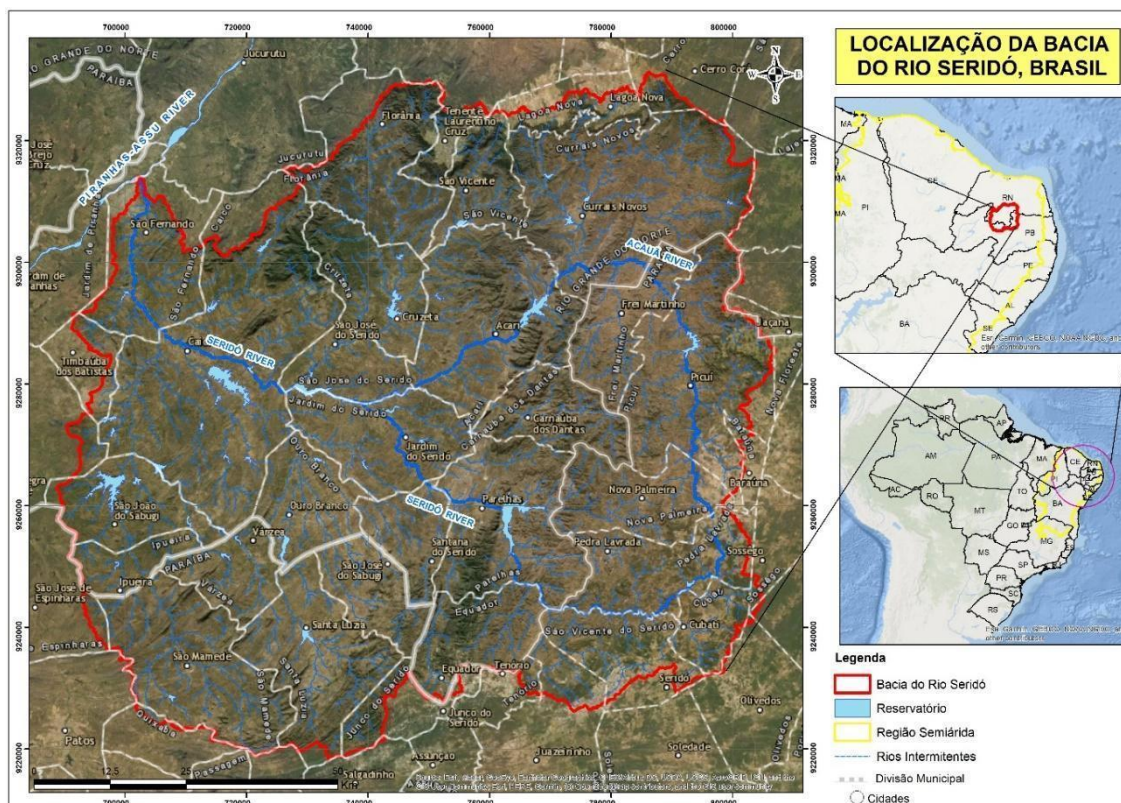


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Elaborado pelos autores

A estrutura geológica da região é marcada por rochas metamórficas do Pré-Cambriano Superior, que influenciam diretamente o relevo, como na depressão sertaneja (Souza, 2000; Rabelo e De Araújo, 2019; Pinheiro et al., 2016; Dias et al., 2024). A Província Borborema, na porção central, está associada ao sistema de dobramentos Seridó, caracterizado por zonas de cisalhamento, fraturas e dobras que sustentam o Planalto da Borborema (Pires, 2006). A bacia do Rio Seridó abrange formações do Grupo Seridó (Seridó, Equador e Jucurutu), com terrenos tectono-stratigráficos cuja evolução e idade ainda são discutidas (Almeida et al., 1977; Nascimento e Sial, 2001; Silva et al., 2024), sendo os maciços de plútons granitoides as principais feições residuais (Nascimento, 2002; Silva et al., 2022).

O mapa da Figura 2 ilustra a diversidade geológica da área de estudo, composta por um mosaico de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares. A Formação Serra dos Quintos, do Proterozoico ao Neoproterozoico, inclui granada-biotita xisto, hornblenda xisto, muscovita-biotita gnaiss, quartzito, rochas calcissilicáticas, ultramáficas e calcário cristalino (Brasil, 2005). A Formação Seridó contém micaxistos com granada, cordierita, estauroлита, sillimanita, andaluzita e intercalações de mármore, quartzitos e

metaconglomerados (Jardim De Sá, 1994). A Formação Equador é composta por muscovita-quartzito e metaconglomerados, resultantes de metamorfismo de fácies anfibolito (Angelim, 2007), conferindo resistência ao aplainamento. O Complexo Caicó abrange rochas gnáissico-migmatíticas, com intercalações de calcários, anfibolitos, leptinitos e granitoides (Dantas e Caúla, 1982).

As suítes intrusivas delineiam os controles estruturais brasileiros responsáveis por relevos em sobressalto em relação às superfícies aplainadas, sustentando maciços associados a zonas de cisalhamento. A Suíte Itaporanga, com cristalização datada em 591 Ma (Arcanjo et al., 2013), é composta por monzogranitos, sienogranitos e granodioritos com textura porfírica e fenocristais de K-feldspato (Nascimento et al., 2020). A Suíte São José do Sabugi inclui rochas máficas a intermediárias, como gabros, dioritos e tonalitos, com cristalização entre 597 e 595 Ma (Angelim et al., 2006; Arcanjo et al., 2013). A Suíte Santa Inês, formada por monzogranitos equigranulares, ocorre em diques e sills e apresenta idades entre 572 e 537 Ma, associadas a eventos tardi- e pós-brasileiros (Souza et al., 2016; Hollanda et al., 2017).

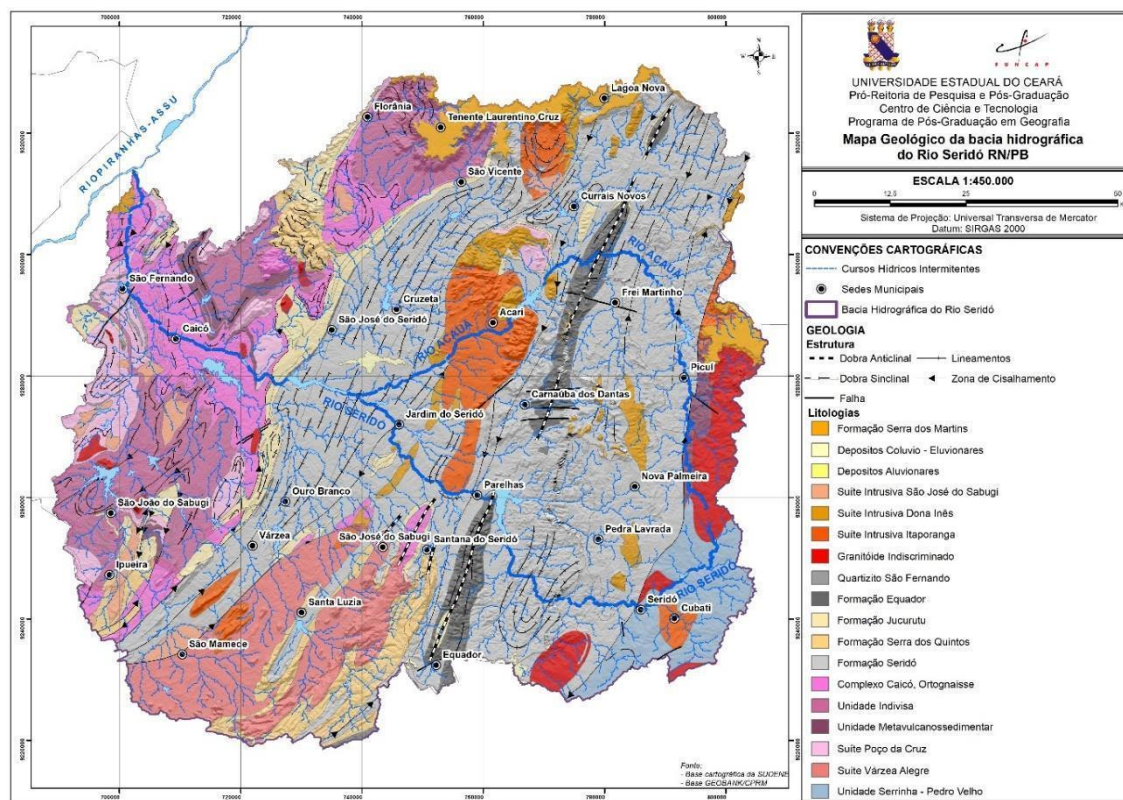


Figura 2. Mapa de geologia da área de estudo. Fonte: Elaborado pelos autores.

A bacia do rio Seridó é marcada pela presença de maciços cristalinos que possuem capeamentos sedimentares da Formação Serra dos Martins nos topos, constituída por sedimentos siliciclásticos de granulação grossa a conglomerática, ocorrendo em arenitos finos a médios e espessura que varia de cinco a sessenta metros, cuja média está na faixa de 25 a 30 metros (Neto e Alkmim, 2001).

A Formação Serra dos Martins é constituída por sedimentos siliciclásticos de granulação grossa a conglomerática, ocorrendo em arenitos finos a médios e intercalações de níveis siltico-argilosos. Possuem grãos e seixos de quartzo subangulosos, dispersos numa matriz argilosa, via de regra caulinizada. Sua espessura varia de 5 a 60 metros, com média compreendida entre 25 a 30 metros (Neto e Alkmim, 2001). De acordo com Brasil (2005), os depósitos colúvio-eluvionares representam áreas de cascalho e areia, que têm origem fluvial decorrente de intemperismo e transporte desse sedimento para a área mais baixa do relevo. Lima (2008) aponta uma idade de deposição em torno de 20 Ma para a Formação Serra dos Martins por meio de datações U-Th/He em goethitas e de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ em óxidos de manganês, delineando uma história prolongada de dissolução-precipitação documentada pelos perfis

de intemperismo que se formaram durante quase todo o Mioceno até a idade de 7 Ma.

As suítes graníticas Itaporanga, São José do Sabugi, Santa Inês e Dona Inês, além do Grupo Seridó e da Formação Serra dos Martins, são fundamentais na compartimentação estrutural da Faixa Seridó. Associadas ao plutonismo brasileiro, ocorrem como intrusões sin e pós-tectônicas e sustentam os principais maciços da região (Nascimento, 2002). A Suíte Itaporanga, composta por granitos potássicos porfíricos, é a mais expressiva, sustentando os maciços de Santa Luzia e Junco. A Suíte São José do Sabugi, com rochas máficas a intermediárias, como gabros e dioritos, está associada a zonas de cisalhamento no setor sudoeste. A Suíte Santa Inês, de menor volume, inclui monzogranitos equigranulares em corpos alinhados. Já a Suíte Dona Inês, composta por granitos finos, aflora na borda sudeste e representa intrusões tardias.

Para o IBGE, área de estudo se localiza no Clima Tropical Zona Equatorial, na porção semiárida, cujo período de seca vai de sete a dez meses sem chuva, como mostra o zoneamento climático. De acordo com estudo de Rabelo et al. (2022), a bacia do Rio Seridó apresenta uma média de 500 mm anuais – sendo que as maiores chuvas se concentram ao norte da bacia em decorrência da migração da Zona de Convergência inter-Tropical

(ZCiT), mais ao sul do Equador – e apresenta um regime pluviométrico marcado por irregularidade de chuvas no tempo e no espaço. Essa massa de nuvens circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada, principalmente, pela confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte com os ventos alísios do Hemisfério Sul, em baixos níveis, baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar, intensa atividade convectiva e precipitação (Santos et al., 2024). Diante disso, como reflexo dessa climatologia, existe uma densa rede de barramento (0,55 km²/reservatório) privados e públicos para gestão dos recursos hídricos (Rabelo et al., 2025a) com vazão hídrica de 3.53 m³/s e transporte sedimentológico em torno de 1.96 ton/ha/ano (Rabelo et al., 2025c).

As diferentes feições geomorfológicas encontradas na área de estudo são resultado direto da combinação do clima com a geologia regional. A dinâmica da erosão diferencial em rochas magmáticas e metamórficas causou uma pluralidade de relevos, como os maciços residuais, os vales dissecados e as manchas de sedimentos terciários no topo plano de algumas serras (Hilário et al., 2024; Freitas et al., 2024). As coberturas sedimentares elevadas encontradas na região mostram uma característica diferenciada de altitude e tipo de rocha sobre o Planalto da Borborema através de processo de inversão do relevo, dado que ocorre um alçamento de superfície por ação tectônica ou erosão diferencial (Maia et al., 2016). São duas grandes morfoestruturas na bacia, a primeira é o Planalto da Borborema e a segunda, a superfície aplainada sertaneja.

A bacia do Rio Seridó tem características ambientais abrangendo um mosaico heterogêneo de feições pedológicas (Lira et al., 2022; Santos et al., 2024), identificadas como Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico, Neossolo Flúvico, Planossolo, Luvissolos, Argissolos, Cambissolos e Latossolos (Rabelo, 2018). Em áreas de planalto com recobrimento sedimentar, o Latossolo tem como principal característica a profundidade, que está acima de cem centímetros, e é constituído de material mineral, apresentando horizonte B latossólico e de transição suave de horizontes (EMBRAPA, 2009). Já o Luvissolo está diretamente associado a áreas de aplainamento sobre base de rochas metamórficas. Portanto, esses solos estão diretamente relacionados à estrutura mineralógica das rochas da região.

O uso e cobertura do solo na bacia do Rio Seridó refletem tanto as condições naturais do semiárido quanto a histórica intervenção antrópica (Rabelo, 2017). Segundo Rabelo et al. (2022), a

paisagem é marcada por quatro classes principais: vegetação arbóreo-arbustiva (25%), vegetação arbustivo-arbórea (46%), solo exposto (27%) e reservatórios hídricos (<1%). A vegetação densa (arbóreo-arbustiva) concentra-se em áreas de difícil acesso, como planaltos e maciços residuais, enquanto a vegetação mais esparsa (arbustivo-arbórea) predomina em regiões de depressão sertaneja, onde atividades como pecuária extensiva e extrativismo vegetal aceleram a degradação. Enquanto o solo exposto — resultado de práticas econômicas historicamente degradantes como a cotonicultura, mineração e desmatamento — evidencia as áreas com maior vulnerabilidade a processos erosivos. Além disso, existe pressões antrópicas referentes a grandes empreendimentos (geração de energia eólica e solar) sobre a bacia hidrográfica (Pereira Neto et al., 2024).

Mapeamento Geomorfológico - Foram usados dados altimétricos para análise morfoestrutural das seções monitoradas das sub-bacias. O presente trabalho utilizou o Modelo Digital de Elevação (DEM) para identificação das formas de relevo, elaborar os perfis topográficos do rio principal e de seu principal tributário, além de fazer uma correlação com a produção de sedimentos. Assim, foram utilizados dados do SRTM através da geração do Triangulated Irregular Network (TIN) e de imagens de satélite Sentinel-2.

A escala do mapeamento adotada foi de 1:50.000 para que houvesse uma melhor precisão da vetorização das planícies fluviais e que fosse compatível com as imagens raster adquiridas. A classificação geomorfológica foi adaptada para a área de estudo a partir dos trabalhos recentes de Costa et al. (2020), Vital et al. (2021) e Santos et al. (2023), e utilizando a categorização do relevo de Ross (1992) até o terceiro táxon, de modo que foram delimitadas onze feições: superfícies elevadas dissecadas, vales e cristas residuais, platô sedimentar, maciços residuais, superfície aplainada 1, superfície aplainada 2, superfície aplainada 3, cristas residuais, grupamento de inselbergs, planície fluvial e planícies lânticas antropogênicas. Foram definidos critérios de altitude e forma do relevo para as delimitações, além de serem considerados os processos de erosão e deposição de sedimentos, fazendo com que o reservatório hídrico, mesmo que artificial, seja classificado como planície lântica antropogênica. Diante disso, o reservatório apresenta zonas de deposição com formação de microrrelevos – depósito de deltas, por exemplo – quando seco, o que costuma acontecer periodicamente entre quatro a sete meses

por ano em virtude da semiaridez (Rabelo et al., 2025).

A análise da produção de sedimentos em distintos compartimentos geomorfológicos baseou-se nos dados disponibilizados por Rabelo et al. (2023). Nos softwares ArcGIS e QGIS (QGIS Development Team, 2023), realizou-se o recorte do raster referente à produção de sedimentos, tomando como base as unidades geomorfológicas previamente delimitadas. Para o tratamento dos dados raster, empregou-se a linguagem R (versão 4.4.3), utilizando-se o pacote terra, com o qual foram processadas as imagens e extraídos individualmente os valores não nulos. Posteriormente, os dados extraídos foram organizados em uma única data frame, possibilitando a geração de representações gráficas com o auxílio do pacote ggplot2, conforme trabalho de Rabelo et al (2025b). Para a visualização estatística, optou-se pelo uso de gráficos do tipo violino, que apresentam, de forma simultânea, a densidade de distribuição dos dados, sua amplitude e formato (Hintze e Nelson, 1998). Tal representação gráfica é especialmente útil para identificar padrões de dispersão, assimetria e eventuais multimodalidades nos dados amostrais (Tanius e Manolov, 2022). Adicionalmente, incluiu-se a mediana de cada compartimento como ponto de referência visual em cada gráfico, o que permite uma comparação direta entre as distribuições observadas nos diferentes setores geomorfológicos (Bernardi et al., 2001).

Resultados e discussão

Compartimentos Geomorfológicos - O entendimento das formas de relevo ajuda na compreensão da produção de sedimentos ao longo da bacia. A transferência de sedimentos de compartimentos geomorfológicos acontece por meio da energia cinética emitida pelo fluxo hídrico em relação às formas de relevo e à superação sedimentológica de áreas deposicionais ao longo do percurso.

O mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB, Brasil) (Figura 3) apresenta a distribuição espacial das unidades geomorfológicas, obtida a partir da interpretação de imagens de radar SRTM e de bases cartográficas da SUDENE, projetadas no sistema Universal Transversa de Mercator (SIRGAS 2000, zona 24S). O mapa identifica a rede hidrográfica principal, destacando cursos d'água intermitentes e os limites da bacia. As unidades geomorfológicas são classificadas em três domínios principais: maciços cristalinos, superfície da Borborema e coberturas sedimentares. Os maciços cristalinos incluem superfícies elevadas dissecadas, vales e cristas residuais, platôs sedimentares e maciços graníticos residuais. A superfície da Borborema compreende diferentes níveis altimétricos escalonadas com cotas bem definidas de montante a jusante e cristas residuais como resultado da erosão diferencial. As coberturas sedimentares incluem morros isolados, planícies fluviais e planícies lânticas antropogênicas. Cada unidade é caracterizada por parâmetros morfométricos específicos, faixas altimétricas e processos erosivos, variando desde relevos residuais intensamente dissecados até planícies aluviais planas suscetíveis a inundações periódicas.

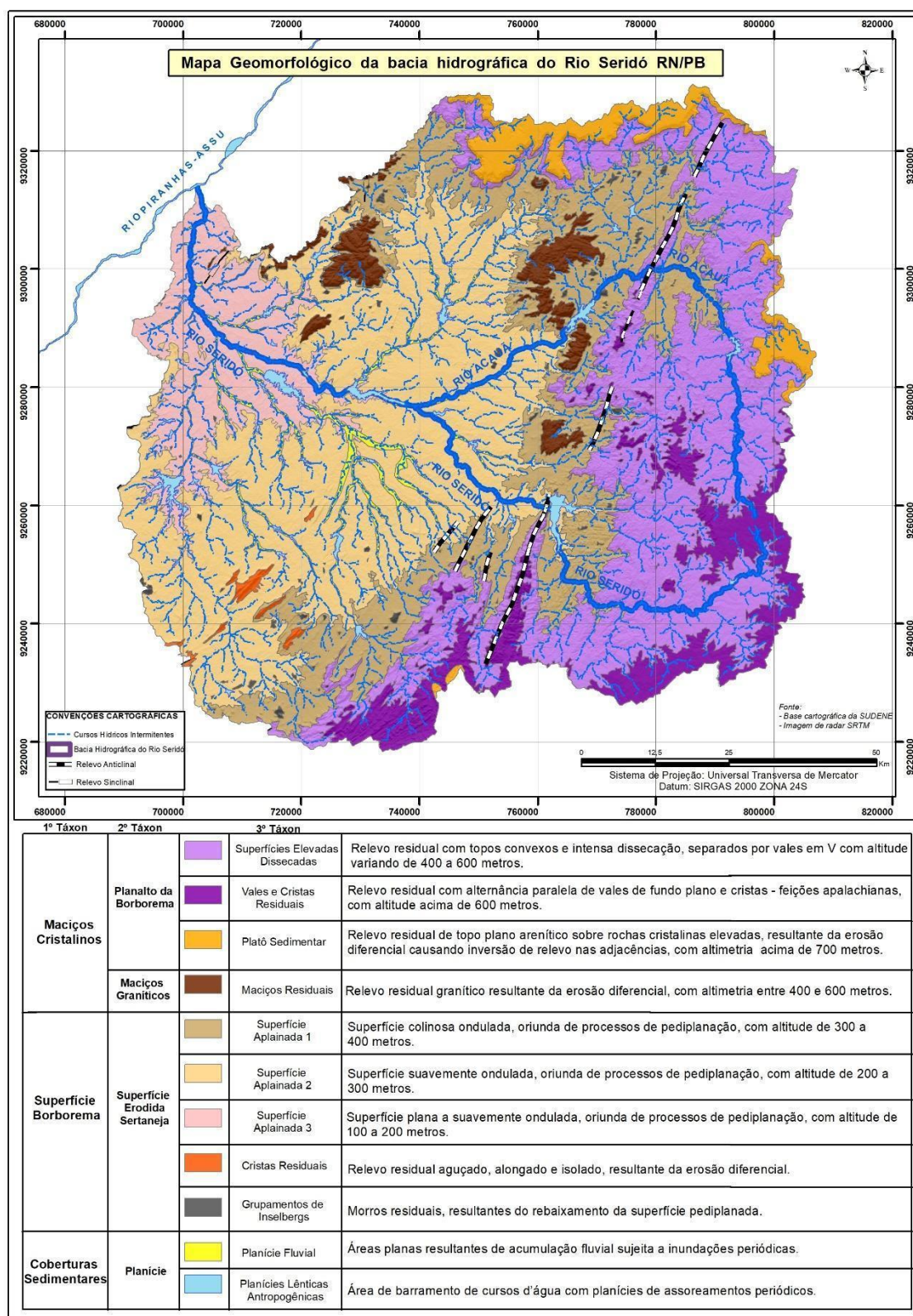


Figura 3. Mapa Geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Seridó RN/PB. Fonte: Elaborado pelos autores

Sobre a Formação Serra dos Martins, Maia (2016) estabelece como depósitos fluviais antigos que apresentam forma de duricrostas lateríticas no topo de Maciços Cristalinos. Maia, Bertard e

Bezerra (2016) interpretam a presença dessas antigas superfícies agradacionais nos níveis cimeiras de maciços cristalinos como resultantes da inversão de relevo, no qual erosão diferencial se

estabeleceu e distinguiu o embasamento metamórfico encaixante dos núcleos intrusivos que foram exumados pela denudação da crosta, alçando a Formação Serra dos Martins para o topo, na qual o capeamento sedimentar é mantido no platô pela alta resistência da laterita.

A Formação Serra dos Martins recobre parcialmente o topo dos maciços de Portalegre e Martins formando platôs sedimentares compostos por arenitos laterizados, apresentando topografias planas e suavemente onduladas. Os dois blocos estruturais foram elevados como expressões geomorfológicas das suítes intrusivas Itaporanga e Poço Santa Cruz, estas são individualizados por vales incisos de direção NE-SW, seguindo os *trends* estruturais da zona de cisalhamento Portalegre. Esses *trends* de lineamentos estruturais confinam os canais de drenagem orientando a dissecação e por vezes a agração fluvial. Isso resulta em sequências de cristas e vales que confinam os canais de escoamento, passando esses a corresponderem a fortes indicadores dos planos de deformação. Isso se estende para os ambientes de sedimentação na forma de controle sobre a deposição que passa a ocorrer orientada segundo os planos de falhas, formando depósitos encaixados ao longo de calhas estruturais que constituem a expressão geomorfológica da reativação frágil de zonas de cisalhamento transcorrentes. (Maia et al. 2016).

O controle estrutural também condicionou a evolução geomorfológica da bacia do Seridó. No mapa, as estruturas ao norte da bacia estão distribuídas de forma quase paralela aos cursos fluviais. Maia e Bezerra (2011) afirmaram que os rios drenam seus deflúvios submetidos a um controle estrutural de drenagem em nível regional, paralelizada aos planos estruturais, quando as zonas de cisalhamento apresentam alguma direção. No entanto, em outros casos, as estruturas estão concorrentes aos cursos hídricos, como é o caso da dobra anticlinal a nordeste da bacia, na qual há uma superimposição de drenagem do Rio Acauã na dobra entre os municípios de Acari e Frei Martinho. Angelim et al. (2006) encontraram, ainda, uma superimposição de drenagem no município de Equador, no Rio Grande do Norte, que também fica situado na bacia do Seridó.

As estruturas geomorfológicas condicionaram o relevo seridoense, no qual os cursos fluviais tendem a percorrer linhas preferenciais das zonas de falhamento/cisalhamento que influenciaram diretamente a compartimentação tectônica da região. A bacia está inserida no Domínio Rio Piranhas-Seridó, limitado tectonicamente a oeste

pela zona de cisalhamento Portalegre e a leste pela zona de cisalhamento Picuí-João Câmara, que controlam parte da compartimentação estrutural da região (CPRM, 2006).

De acordo com Hilário et al. (2024), nessa área, o relevo apresenta modelado de dissecação preferencial na direção NE-SW, em função da influência de estruturas brasileiras do embasamento, como as zonas de cisalhamento Picuí-João Câmara e Frei Martinho. Essas estruturas são heranças da intensa deformação que afetou a Província Borborema durante a Orogenia Brasileira, no Neoproterozoico, evento que resultou em significativo metamorfismo, magmatismo e na formação de um sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes em escala continental, como as zonas Patos e Pernambuco, que compartimentam a província em três domínios tectônicos (Saldanha, 2025). Diante disso, o reflexo nos canais fluviais desse fenômeno é visto na paisagem, uma vez que os canais fluviais da região semiáridas são caracterizados por terem fluxos intermitentes e grande volume hídrico em pouco tempo, modelando o relevo e o próprio canal.

A superfície erodida sertaneja é outro macrorrelevo da bacia do Seridó que tem importância fundamental na dinâmica erosiva, pois é o resultado de tempo geológico dos processos de denudação e aplainamento onde a disposição mineralógica das rochas foi essencial para a diferenciação de áreas mais baixas. Essa superfície tem como características de aporte de sedimentos oriundos do Planalto da Borborema. Por terem a entrega de sedimentos mais baixo (Rabelo, 2018), são áreas nas quais a deposição de sedimentos é mais comum quando se tem erosão in loco, ou seja, a erosão bruta. Na bacia do Seridó, pode-se identificar três tipos de superfície aplainada de forma escalonada, como apontou Ab'Sáber (1960) e conforme demonstrado na Figura 3 A superfície aplainada 1 é a depressão sertaneja mais elevada dentre as três mapeadas e fica adjacente aos grandes relevos elevados, como os Maciços Residuais e o Planalto da Borborema, com altitude entre 300 e 400 metros. As superfícies aplainadas 2 e 3 têm altitude mais baixa, resultante dos ciclos de aplainamento a partir do soerguimento continental (Ab'saber, 1960).

Maia e Castro (2017) argumentaram que, nessas situações, a morfoestrutura geotectônica é policíclica, sendo as cristas residuais correlatas às litologias mais resistentes ao intemperismo e as depressões, às litologias menos resistentes, mas que, em alguns casos, é comum a superimposição da drenagem sobre as cristas residuais que estão

resistindo aos processos de erosão diferencial. Assim, as estruturas não condicionam apenas os rios como também a dinâmica sedimentológica, pois são determinantes na forma de relevo, e este, como fator topográfico para o transporte sedimentológico.

As planícies fluviais da bacia do Seridó foram representadas por duas classificações: planícies fluviais e planícies lânticas antropogênicas. As primeiras são áreas planas que acompanham os cursos hídricos e que resultam na deposição de sedimentos em suas margens. Nessa zona, a exportação de sedimentos é pequena, quando comparada às áreas a montante, e é decorrente da erosão marginal dos cursos fluviais, constituindo, assim, um ambiente de conectividade. Já as planícies lânticas antropogênicas foram classificadas, neste trabalho, em razão da função e da forma que assumem quando estão secas. Esses reservatórios são áreas de barramento de cursos d'água com planícies de assoreamentos periódicos. Os assoreamentos encontrados formam morfologias próprias desses ambientes, como zonas planas e formação de deltas arenosos.

Produção de Sedimentos e Perfil Longitudinal dos Rios - A Figura 4 mostra a distribuição espacial da

produção de sedimentos na bacia do rio Seridó (RN/PB). As maiores taxas (>10 ton/ha/ano), ocorrem em áreas de relevo acentuado, como maciços residuais, cristas e superfícies elevadas dissecadas, funcionando como principais áreas fonte. Valores intermediários (5–10 ton/ha/ano) predominam em superfícies aplainadas próximas a relevos elevados, enquanto as menores taxas ($<3,5$ ton/ha/ano) concentram-se em planícies fluviais e lânticas antropogênicas, associadas a deposição. O padrão observado confirma a influência da morfologia, do controle estrutural e da conectividade hidrossedimentológica sobre a dinâmica erosiva da bacia. No entanto, a relação entre as áreas de maior produção e as seções monitoradas das bacias hidrográficas indica que a dinâmica erosiva da bacia é fortemente condicionada pelos gradientes altimétricos e pelo controle estrutural. Esse padrão é consistente com a tendência de alometria positiva (Rabelo et al., 2023) identificada nos resultados, em que a produção de sedimentos aumenta com a ampliação da área de drenagem, mesmo em setores de altitudes intermediárias, contrariando o padrão clássico de alometria negativa observado em outras bacias não glaciais.

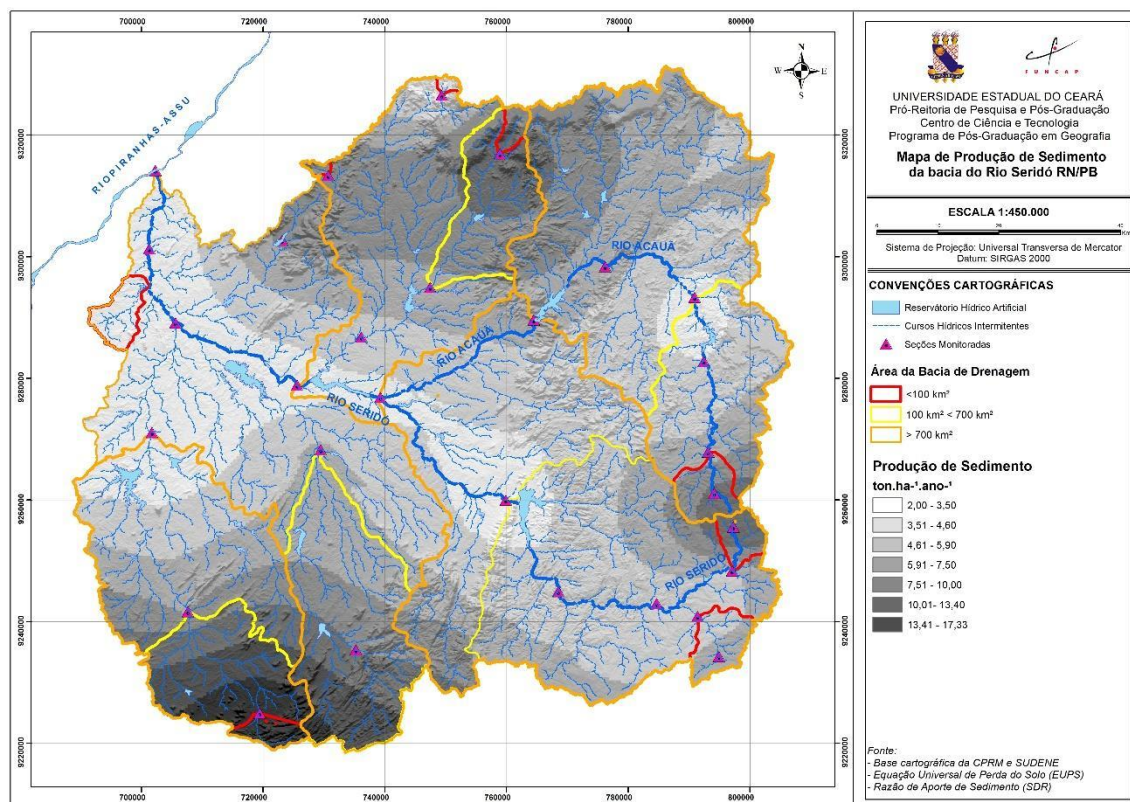


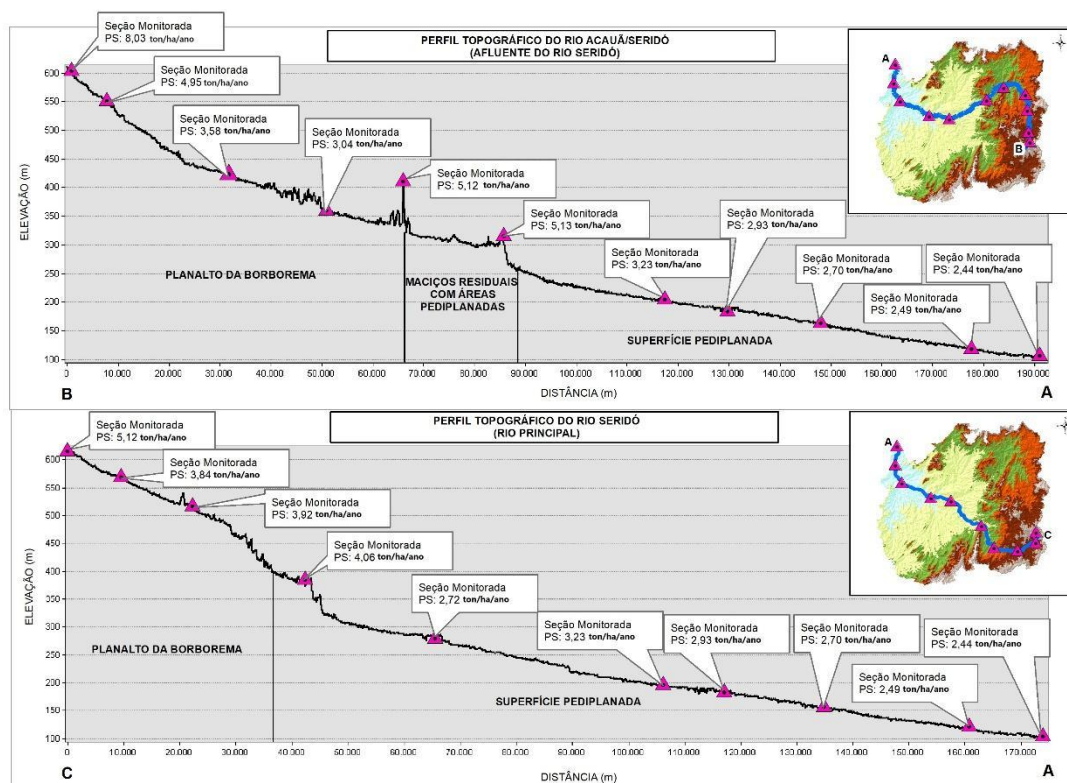
Figura 4. Mapa de Produção de Sedimento da bacia do Rio Seridó Fonte: Rabelo et al, 2023

2

Uma das representações mais frequentes dos canais fluviais refere-se aos seus perfis longitudinais. Na Figura 5, foram representados os perfis longitudinais da nascente do rio principal até seu exutório, de seguimento C-A (Rio Seridó), e a nascente do maior rio afluente do Seridó até o exutório, de seguimento B-A (Rio Acauã). Para o primeiro (C-A), a dinâmica longitudinal mostra um perfil voltado mais para concavidade para cima, fato que pode estar relacionado às áreas de resistência mineralógicas aos processos de erosão diferencial de rochas da faixa Seridó. Nessa mesma área, é observada grande quantidade de produção de sedimentos em razão das condições do relevo, mostrando-se uma possível área ativa e passível de mudanças morfológicas. No rio principal, o canal do Rio Seridó (C-A) possui uma característica mais comum aos demais rios de concavidade para baixo, no qual pela extensão da área não existam resistências litológicas, predominando, portanto, os processos de deposição, e não os de erosão.

De acordo com Cavalcante e Cunha (2012), a morfologia de um canal pode ser

entendida a partir da inter-relação de três variáveis: seção transversal; forma do canal; e perfil longitudinal. O perfil longitudinal é criado a partir de dados de declividade e refletem o modelado do relevo em níveis de entalhamento. A representação da curva côncava para cima busca atingir o equilíbrio entre entrada e saída de matéria (Mackin, 1948; Cunha, 1995). Para rios perenes, a concavidade do perfil longitudinal cresce, causando o aumento da descarga a jusante, bem como proporcionando maior transporte de sedimentos e redução das declividades (Richards, 1982; Cavalcante e Cunha, 2012). Para rios intermitentes, as observações realizadas por Cavalcante e Cunha (2012) na região semiárida identificaram que tais rios revelam o inverso. Normalmente, a descarga diminui a jusante em razão da evapotranspiração e da infiltração nos leitos arenosos, mas, para tais regiões, a dinâmica se mostrou diferente, ou seja, apresentou-se um perfil tipicamente convexo como resultado da aggradação durante eventos de enchentes (Schumm, 1961; Cavalcante e Cunha, 2012).



3

Figura 5. Perfil topográfico dos canais fluviais da bacia do Seridó. Fonte: Elaborado pelos autores

Relação Entre o Relevo e a Produção de Sedimentos - O gráfico (Figura 6) confirma essa tendência, as unidades geomorfológicas cristalinas da bacia apresentam uma média de produção de sedimentos elevadas, próximas ou superiores a 5

toneladas. As cristas residuais, em particular, destacam-se com médias superiores a 5 toneladas por hectare por ano (ton/ha/ano). As cristas residuais se destacam como um dos compartimentos com maior produção,

5483

apresentando média próxima de 5 ton/ha/ano e distribuição estreita, o que indica pouca variação espacial. Os maciços residuais também demonstram alta produção, com média em torno de 4,2 ton/ha/ano e variação um pouco mais ampla que as cristas. Maciços Residuais e Platô Sedimentares colaboraram com médias elevadas em torno de 4,4 toneladas, com distribuição concentrada, sugerindo homogeneidade espacial. Em contrapartida, as superfícies aplainadas, as porções de baixas altimétricas da bacia,

apresentaram menores médias de produção de sedimentos. A superfície aplainada 1 apresenta média em torno de 3,1 ton/ha/ano, com variação ampla e valores mínimos mais baixos. A superfície aplainada 3 possui comportamento semelhante, com produção média também próxima de 3,1 ton/ha/ano e distribuição concentrada, porém a superfície aplainada 2, apresenta produção média intermediária, aproximadamente 4 ton/ha/ano, com distribuição mais alongada, indicando maior variação espacial.

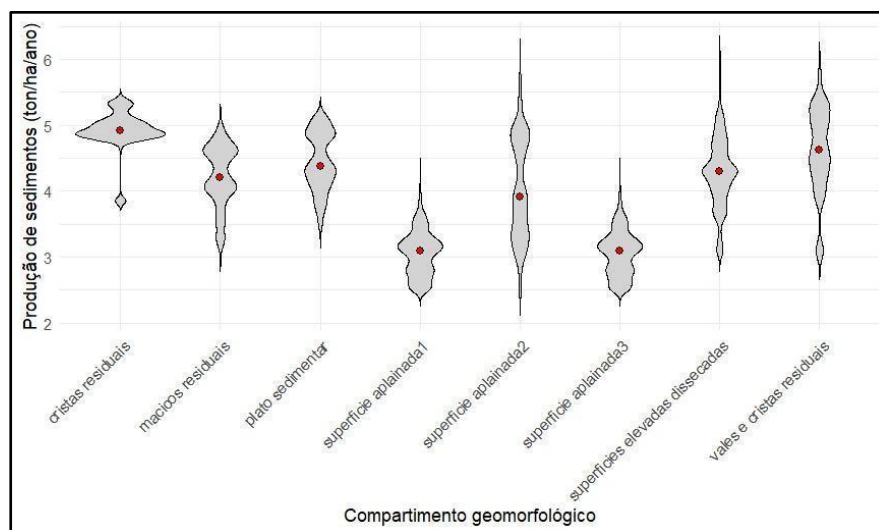


Figura 6. Gráfico da produção de sedimentos. Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 7 apresenta o modelo altimétrico e exemplos fotográficos dos principais compartimentos geomorfológicos identificados na bacia hidrográfica do rio Seridó. As áreas mapeadas ilustram a heterogeneidade das feições identificadas: as superfícies aplainadas (SA2) correspondem a áreas intermediárias que atuam como zonas de transição entre os relevos elevados e as depressões sertanejas, apresentando produção média de sedimentos de aproximadamente 4 ton/ha/ano; as planícies fluviais (PF) representam ambientes de deposição e conectividade sedimentar reduzida, onde a exportação de sedimentos é limitada; os maciços residuais (MR) e as superfícies elevadas dissecadas (SED)

mostram relevos acentuados e taxas mais elevadas de produção de sedimentos, próximas ou superiores a 4,5 ton/ha/ano, funcionando como importantes áreas fonte. Os platôs sedimentares (PS) indicam a preservação de depósitos antigos em cotas elevadas, frequentemente controlados por litologias resistentes e processos de inversão de relevo; os vales e cristas residuais (VCR) revelam a influência da dissecação fluvial e do controle estrutural, com produção de sedimentos em torno de 5 ton/ha/ano; e as planícies lânticas antropogênicas (PLA) refletem a ação antrópica sobre a dinâmica sedimentar, atuando como zonas temporárias de retenção e redistribuição de sedimentos.

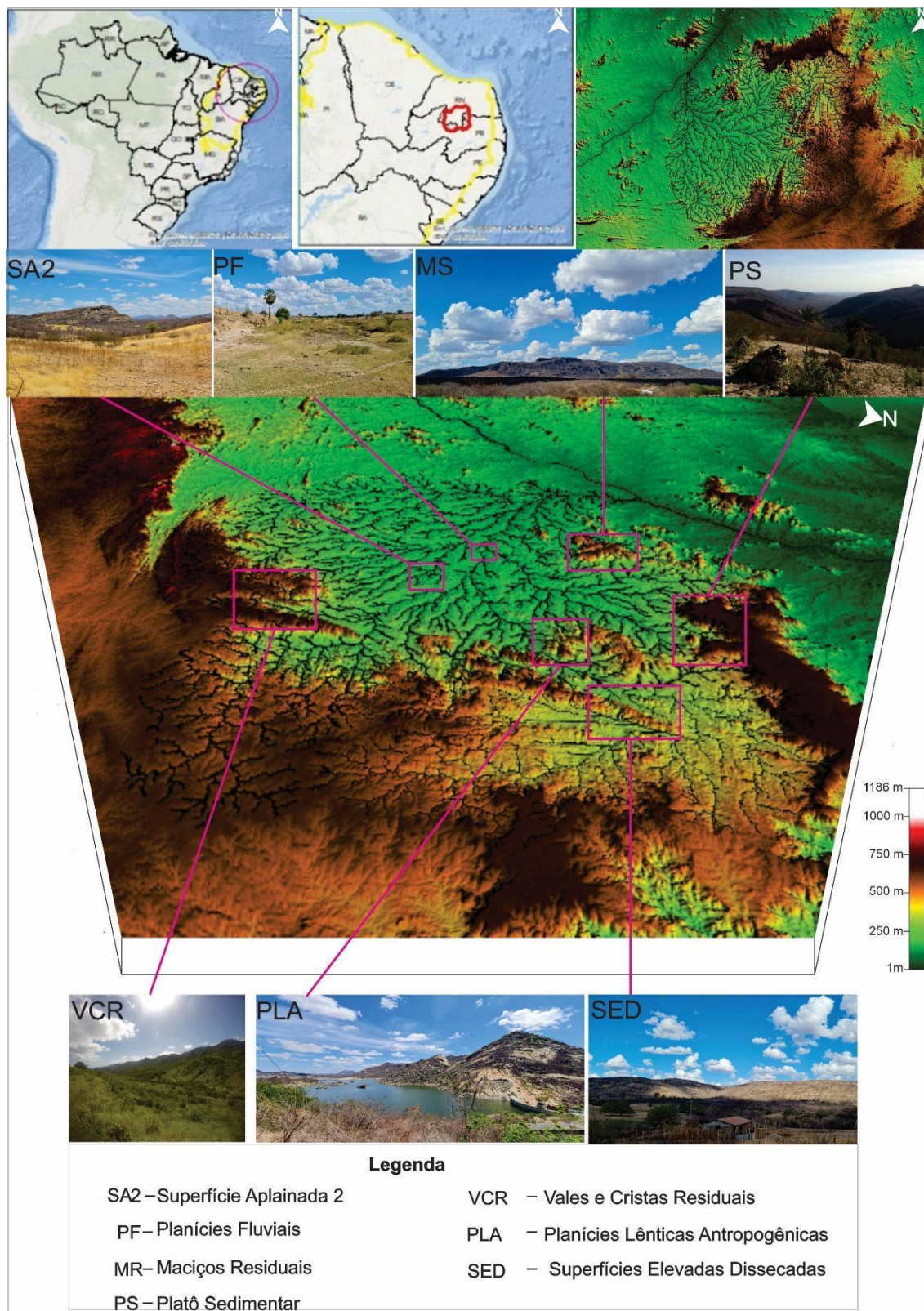


Figura 7. Compartimentos Geomorfológicos. Fonte: Elaborado pelos autores.

A relação entre o relevo e a produção de sedimentos da bacia do Seridó destaca o papel essencial da morfologia e da energia dos fluxos na dinâmica hidrossedimentológica, especialmente

em regiões semiáridas. Segundo Rabelo et al. (2022), embora as áreas a montante da bacia do Rio Seridó apresentem um relevo mais acentuado, sustentado por maciços residuais, a dinâmica da

produção de sedimentos nesta região vai além do que prevê o paradigma clássico da geomorfologia. Tradicionalmente, acreditava-se que as maiores taxas de produção de sedimentos estariam restritas às áreas mais elevadas e íngremes, devido à sua maior energia potencial para processos erosivos e de transporte (Walling, 1983). No entanto, o próprio autor destaca que a relação entre erosão e entrega de sedimentos é mais complexa, pois parte significativa dos sedimentos pode ser retida ao longo do percurso até a saída da bacia. Cabe ressaltar, ainda, que os resultados apresentados por Rabelo (2023) demonstram que, na bacia do Seridó, a produção de sedimentos não está limitada apenas a essas áreas. O estudo identificou um padrão de alometria positiva, ou seja, verificou-se que a produção de sedimentos aumenta à medida que a área da bacia cresce, mesmo em regiões de altitudes moderadas e baixas. Esse achado é particularmente relevante, pois contraria a tendência observada na maioria das bacias não glaciares, onde normalmente ocorre alometria negativa (redução da produção de sedimentos com o aumento da área).

Conforme discutido por Rabelo et al. (2023), essas regiões, localizadas a montante e com relevo suavizado, atuam como áreas de retenção temporária de sedimentos, modulando o balanço hidrossedimentológico da bacia. A superfície aplainada 2, com produção média intermediária e distribuição mais ampla, pode alternar entre funções de aporte e deposição, dependendo das condições locais, como uso do solo e cobertura vegetal. Já as superfícies elevadas dissecadas e os vales e cristas residuais apresentam produção média em torno de 4 a 4,2 ton/ha/ano, refletindo a heterogeneidade morfológica e a complexidade da dinâmica sedimentar na bacia.

Considera-se que análises de dinâmica sedimentar em ambientes hidrográficos exigem uma abordagem que considere as interações entre forma do relevo, processos erosivos e capacidade de transporte dos fluxos superficiais (Schumm, 1977). Nesse sentido, torna-se evidente que diferentes setores da paisagem exercem funções específicas no ciclo dos sedimentos, variando entre fontes ativas de produção, áreas de trânsito e zonas de retenção (Guerra e Cunha, 2014). Essa variabilidade espacial impõe desafios à compreensão da distribuição dos sedimentos ao longo da bacia, exigindo o reconhecimento das características geomorfológicas locais como determinantes na definição da intensidade e do destino dos materiais erodidos.

Além disso, fatores como a continuidade topográfica, a eficiência da drenagem e a

estabilidade da cobertura do solo interferem diretamente nos padrões de conectividade sedimentar (Silva, 2021; Martins et al., 2021; Barreto et al., 2022; Rabelo et al., 2025c). Ambientes com baixa conectividade favorecem a interrupção do fluxo de materiais, funcionando como áreas de acumulação temporária, enquanto compartimentos com maior declividade e escoamento eficiente potencializam o deslocamento dos sedimentos em direção às porções mais baixas da bacia (Rabelo et al., 2025c).

Essa lógica espacial, ao ser interpretada à luz de parâmetros morfológicos, permite identificar zonas críticas para o controle de processos erosivos e orientar estratégias de conservação do solo. Compartimentos com maior declividade e elevada produção de sedimentos, como os maciços residuais e cristas, devem ser priorizados em ações de manejo, como recuperação de cobertura vegetal, controle do uso do solo e intervenções estruturais pontuais. Por outro lado, áreas de deposição, como as superfícies aplainadas e planícies lânticas, podem funcionar como zonas-tampão, onde práticas de retenção e monitoramento hidrossedimentológico devem ser incentivadas. Os resultados oferecem subsídios técnicos para programas de combate à desertificação, delimitação de áreas de risco e elaboração de planos diretores municipais com foco em sustentabilidade hídrica e controle da degradação.

Esses resultados evidenciam que a produção e deposição de sedimentos na bacia do rio Seridó são fortemente condicionadas pela interação entre relevo, conectividade morfológica e energia dos fluxos. Compartimentos de relevo mais acentuado, localizados a montante, funcionam como áreas de aporte sedimentar, enquanto as superfícies aplainadas e áreas mais baixas atuam como zonas de deposição, acumulando sedimentos e influenciando a dinâmica hidrossedimentológica da bacia.

Conclusões

A análise integrada da bacia hidrográfica do rio Seridó RN/PB permitiu a identificação de um mosaico complexo de formas e processos geomorfológicos, resultado direto da interação entre a estrutura geológica, o clima semiárido e os processos erosivos ativos, dentre as principais feições mapeadas, destacam-se os maciços residuais, os platôs sedimentares, as cristas residuais e diferentes superfícies aplainadas, além de planícies fluviais e lânticas de caráter antropogênico. Essa diversidade expressa, de forma clara, a heterogeneidade do relevo

seridoense e a atuação policíclica dos agentes morfogenéticos na região.

A atualização do mapeamento geomorfológico, com o uso de dados altimétricos precisos e imagens de satélite, representou um avanço metodológico significativo, ao aplicar a classificação taxonômica de Ross (1992) em escala detalhada, foi possível não apenas refinar a delimitação das unidades de relevo, mas também associá-las a processos erosivos específicos, como a produção e transporte de sedimentos. Essa abordagem oferece subsídios técnicos indispensáveis para o planejamento territorial, sobretudo em áreas sensíveis à degradação ambiental e à escassez hídrica, como é o caso do semiárido nordestino.

Além disso, os resultados evidenciam o papel determinante das estruturas geológicas na orientação dos canais de drenagem, no controle da dissecação fluvial e, consequentemente, na compartimentação do relevo, assim, a presença de feições geomorfológicas associadas à reativação tectônica, como lineamentos estruturais ativos e superfícies soerguidas por inversão de relevo, abre novas frentes de investigação sobre a evolução morfotectônica da Bacia do Seridó.

Dessa forma, a continuidade de estudos interdisciplinares — que integrem geologia estrutural, pedologia, climatologia e modelagem digital do terreno — é não apenas recomendável,

mas necessária. Tais investigações podem aprofundar o entendimento sobre a dinâmica erosiva atual, prever áreas de risco e orientar políticas públicas voltadas à conservação do solo e à gestão sustentável dos recursos hídricos.

Em suma, o mapeamento geomorfológico apresentado não se limita a um exercício técnico de classificação do relevo. Ele se configura como uma ferramenta estratégica para a gestão ambiental e territorial, com aplicações diretas em políticas públicas. As unidades geomorfológicas identificadas podem subsidiar o zoneamento ecológico-econômico, orientar a alocação de recursos em programas de recuperação de áreas degradadas e apoiar a definição de áreas prioritárias para proteção de mananciais. A aplicabilidade dos resultados ultrapassa os limites acadêmicos ao oferecer uma base científica sólida para decisões relacionadas ao uso do solo, controle da erosão e planejamento hídrico no semiárido.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (PROPGEIO/UECE) pelo suporte institucional que possibilitaram a realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Ab'Sáber, A. N. (1960). Posição das Superfícies Aplainadas do Planalto Brasileiro. *Notícia Geomorfológica*, 5(3), 52–54.
- Alcalá-Reygosa, J., Palacios, D., & Zamorano Orozco, J. J. (2016). Geomorphology of the Ampato volcanic complex (southern Peru). *Journal of Maps*, 22, 1–10.
- Almeida, F. F. M. (1977). O cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7, 349–364.
- Angelim, L. A. A. (1992). Relações tectono-estruturais entre o cinturão móvel Riacho do Pontal e o Grupo Chapada Diamantina. In *Anais do 37º Congresso Brasileiro de Geologia* (pp. 305–307).
- BARRETO, G. A. R., BUARQUE, D. C., MARCHIORO, E. & SOUZA, J. O. P. (2022). Índice de conectividade dos sedimentos para a bacia hidrográfica do Rio Doce. In: *XV Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos*, 2022, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ABRHidro, 2022. Disponível em: [https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-](https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/71676178/5cc9a47b-ef60-4420-b144-628edd288b58/XV-ENES0013-1-20220918-190627.pdf)
- files/attachments/71676178/5cc9a47b-ef60-4420-b144-628edd288b58/XV-ENES0013-1-20220918-190627.pdf. Acesso em: 26 maio 2025.
- Barreto, G. A. R., Buarque, D. C., Marchioro, E., & Souza, J. O. P. (2022). Índice de conectividade dos sedimentos para a bacia hidrográfica do Rio Doce. In *Anais do XV Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos* (pp. xx–xx). ABRHidro. [https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-](https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/71676178/5cc9a47b-ef60-4420-b144-628edd288b58/XV-ENES0013-1-20220918-190627.pdf)
- Blaszczynski, J. S. (1997). Landform characterization with geographic information systems. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63, 183–191.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia, & Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. (2005). *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea* [CD-ROM]. CPRM.

- Campos, N., Tanarro, L. M., & Palacios, D. (2018). Geomorphology of glaciated gorges in a granitic massif (Gredos Range, central Spain). *Journal of Maps*, 14(2), 321–329.
- Cavalcante, A. A., & Cunha, S. B. (2012). Morfodinâmica fluvial em áreas semiáridas: discutindo o vale do rio Jaguaribe-CE-Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 13(1), 39–49.
- Cavalli, M., Trevisani, S., Comiti, F., & Marchi, L. (2013). Geomorphic assessment of spatial sediment connectivity in small Alpine catchments. *Geomorphology*, 188, 31–41.
- Christofolletti, A. (1974). *Geomorfologia*. Edgard Blücher.
- Costa, L. R. F., Maia, R. P., Barreto, L. L., & Claudino-Sales, V. (2020). Geomorfologia do nordeste setentrional brasileiro: Uma proposta de classificação. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 21(1), 185–208.
- Chang, K. T. (2012). Landslide inventory maps: New tools for an old problem. *Earth-Science Reviews*, 112, 42–66.
- Dantas, J. R. A., & Caúla, J. A. L. (1982). Estratigrafia e geotectônica. In J. R. A. Dantas, J. A. L. Caúla, B. B. de Brito Neves, & I. L. Pedrosa (Eds.), *Mapa geológico do estado da Paraíba: Texto explicativo* (pp. 17–50). CDRM.
- Dias, J. R. V., Cordeiro, A. M. N., Bastos, F. H., Maia, R. P., & Nascimento, M. A. L. (2024). Lithostructural control in the development of potholes in the rock bed of the Carnaúba River, Seridó Geopark, NE Brazil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 25(3), 1–21.
- Hilário, D. dos S., do Vale Lopes, D., de Lira, D. I., Cordeiro, A. M. N., & Ximenes Neto, A. R. (2024). Caracterização e mapeamento geomorfológico da sub-bacia do Rio Seridó, no semiárido brasileiro. *Revista GEOgrafias*, 20(1), 60–78.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2009). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes* (2. ed., rev. e ampl.). Embrapa Informação Tecnológica.
- Erskine, E. H., Green, T. R., Ramirez, J. A., & MacDonald, L. H. (2007). Digital elevation accuracy and grid cell size: Effects on estimated terrain attributes. *Soil Science Society of America Journal*, 71, 1371.
- Franklin, S. (1987). Geomorphometric processing of digital elevation models. *Computers & Geosciences*, 13, 603–609.
- Frascareli, D., Bochichi, D. C., Martins, A. C. G., & Rabelo, D. R. (2023). Utilização das geotecnologias para avaliação do potencial de erosão do solo na bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim, São Paulo, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 50, e129338.
- Freitas, A. M., Araújo, L. A., Hilário, D. S., & Lopes, D. V. (2024). Geomorfologia do município de Parelhas-RN no semiárido brasileiro. *International Journal Semiarid*, 7, 85–97.
- Griffiths, J. S., & Martin, C. J. (2017). *Engineering geology and geomorphology of glaciated and periglacial terrains: Engineering Group Working Party report* (Engineering Geology Special Publication, 28). The Geological Society.
- Guerra, A. J. T., & Cunha, S. B. (2014). *Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos* (7. ed.). Bertrand Brasil.
- Jardim de Sá, E. F. (1994). *A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira/Pan-Africana* (Tese de doutorado). Universidade de Brasília, Brasília.
- Hintze, J. L., & Nelson, R. D. (1998). Violin plots: A box plot–density trace synergism. *The American Statistician*, 52(2), 181–184. <http://www.jstor.org/stable/2685478>
- Hilário, D. S., Lopes, D. V., Lira, D. I., Cordeiro, A. M. N., & Ximenes Neto, A. R. (2024). Caracterização e mapeamento geomorfológico da sub-bacia do Rio Seridó, no semiárido brasileiro. *Revista GEOgrafias*, 20(1), 60–78.
- Klemes, V. (1983). Conceptualisation and scale in hydrology. *Journal of Hydrology*, 65(1–3), 1–23.
- Lima, M. G. (2008). *História do intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: Implicações paleoclimáticas e tectônicas* (Tese de doutorado em Geodinâmica e Geofísica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Lira, D. I., Reis, J. S., Lopes, D. V., & Silva, I. M. (2022). Morfologia de microrrelevos gilgai na região de Caicó-RN. *International Journal Semiarid*, 5(5), 386–401.
- Maia, R. P., & Bezerra, F. H. R. (2011). Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: Uma análise preliminar do contexto nordestino. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 12, 37–46.
- Maia, R. P., François, B., & Bezerra, F. H. R. (2016). Geomorfologia dos maciços de Porto Alegre e Martins – NE do Brasil: Inversão do relevo em análise. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 17, 273–285.

- Mackin, J. H. (1948). Concept of the graded river. *Bulletin of the Geological Society of America*, 59, 463–512.
- Marc, O., & Hovius, N. (2015). Amalgamation in landslide maps: Effects and automatic detection. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15, 723–733.
- Martins, V. S., Rodrigues, S. C., Souza, A. L. S., & Santos, J. A. S. (2021). Conectividade hidrossedimentológica em bacias hidrográficas: Conceitos, métodos e aplicações. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 21(2), 434–454. <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i2.1754>
- Moore, I. D., Grayson, R. B., & Ladson, A. R. (1991). Digital terrain modeling: A review of hydrological, geomorphological and biological applications. *Hydrological Processes*, 5, 3–30.
- Moura, N. S. V., Silva, T. M. da, Gouveia, I. C. M.-C., Peixoto, M. N. de O., Felipe, M. F., Oliveira, A. M. dos S., Peloggia, A. U. G., & Nolasco, M. C. (2023). Diretrizes para mapeamento de formas de relevo tecnogênicas no Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 24(4). <https://doi.org/10.20502/rbgeomorfologia.v24i4.2466>
- Minár, J., & Evans, I. S. (2008). Elementary forms for land surface segmentation: The theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping. *Geomorphology*, 95, 236–259
- Nascimento, M. A. L. (2018). Geoparque Seridó (RN) e suas feições geomorfológicas. *Revista de Geografia*, 35(4), 394–411.
- Nascimento, R. S. C. (2002). *Quimioestratigrafia de Delta13 C Delta18 O e 87Sr/86Sr aplicada a marmores da Faixa Serido, provincia Borborema, NE do Brasil: implicacoes geotectonicas e paleoambientais* (Tese de doutorado em Geociências). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Nascimento, R. S. C., & Sial, A. N. (2001). Carbon isotope fluctuations and the sedimentation age of Precambrian marbles of the Seridó Belt, Northeastern Brazil. In *III South American Symposium on Isotope Geology*, Pucón, Chile.
- Neto, J. M. M., & Alkmim, F. F. (2001). A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB–RN) e seu significado tectônico. *Revista Brasileira de Geociências*, 31, 95–106.
- QGIS Development Team. (2023). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.osgeo.org>
- Otto, J. C., & Smith, M. J. (2013). Geomorphological mapping. In *British Society for Geomorphology technical guide* (Vol. 6, pp. 1–10).
- Pereira Neto, M. C., Oliveira, D. V., & Silva, J. V. (2024). Os refúgios da biodiversidade no Seridó potiguar frente à instalação de parques eólicos. *GeoInterações*, 8(1), e01, 1–21.
- Pike, R. (1995). Geomorphometry – process, practice, and prospect. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband*, 221–238.
- Pires, F. R. M. (2006). Arcabouço geológico. In S. B. Cunha & A. J. T. Guerra (Orgs.), *Geomorfologia do Brasil* (4. ed.). Bertrand Brasil.
- Rabelo, D. R. (2017). Evidências da degradação ambiental na vertente seca da Serra de Uruburetama, Ceará – Brasil. *Revista Geonorte*, 8, 72–85.
- Rabelo, D. R., & Silva, N. S. (2016). Proposta preliminar de mapeamento geomorfológico da bacia do rio Seridó RN/PB. *Revista de Geociências do Nordeste*, 2, 262–270.
- Rabelo, D. R. (2018). *Análise espacial da razão de aporte de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Seridó, RN–PB* (Dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Rabelo, D. R., & Araújo, J. C. (2019). Estimativa e mapeamento de erosão bruta na bacia hidrográfica do rio Seridó, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 20(2), 361–372.
- Rabelo, D. R., Santos, M. R. S., & Sousa Filho, M. R. P. (2022). Análise comparativa dos dados pluviométricos de satélite e de superfície em bacia hidrográfica semiárida. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, 3, 63–75.
- Rabelo, D. R., Almeida Cavalcante, A., & Araújo, J. C. (2025a). Impacts of erosion and sedimentation on reservoirs in the Seridó river basin: A hydrosedimentological assessment in the Brazilian semiarid region. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 30.
- Rabelo, D. R., Façanha, D. F., Santos, F. L. A., Almeida, I. C., Oliveira, J. M., & Sousa, P. H. G. O. (2025b). Geochemical characterization of phosphate mineralization in quartzite outcrops of the Borborema Province, NE Brazil: Potential for utilization with ecological impact mitigation. *Journal of South American Earth Sciences*, 164.
- Rabelo, D. R., Frascareli, D., Cardoso-Silva, S., & Santos, M. R. S. (2025c). Adjusting sediment transport capacity using the connectivity

- index in the Brazilian semiarid region. *Environmental Earth Sciences*, 84, 655.
- Santos, A. S., Lira, D. I., Costa, T. S. B., Rocha, D. F., & Lopes, D. V. (2024). Interações pedogeomorfológicas na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, no semiárido brasileiro. *Revista GEOgrafias*, 20(1), 79–94.
- Santos, F. L. A., Nascimento, F. R., Lima, R. J. R., & Castro, H. S. (2023). Morphostructural evolution and geomorphological mapping in crystalline massif in northeastern Brazil. *Caderno de Geografia*, 33, 1428–1451.
- Santos, M. R. S., Paula, E. M. S., Rabelo, D. R., & Pimentel, M. A. S. (2024). Variação espaço-temporal (1981–2020) da chuva na região costeira do estado do Pará – Amazônia Oriental. *Caminhos de Geografia*, 25, 167–178.
- Silva, M. J. M., Hilário, D. S., & Lopes, D. V. (2024). Caracterização e mapeamento geomorfológico do município de Carnaúba dos Dantas – RN, semiárido brasileiro. *William Morris Davis – Revista de Geomorfologia*, 5(1), 1–20.
- Silva, M. L. N., Nascimento, M. A. L., & Costa, S. S. (2022). Geohéritage of a Brazilian semi-arid environment: The Seridó aspiring UNESCO Geopark. *Geohéritage*, 14(36), 1–19.
- Richards, K. S. (1982). Rivers: Form and process in alluvial channels. *London: Methuen*. 1982. 361p
- Saldanha, J. de A. (2025). *Geoquímica aplicada à proveniência dos clastos do metaconglomerado da Formação Equador na região de Parelhas/RN, Grupo Seridó, Província Borborema* (Trabalho de conclusão de curso em Geologia/Geociências*). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Silva, R. da. (2021). *Conectividade hidrossedimentológica em bacias hidrográficas: Avaliação da estrutura e função em diferentes escalas espaciais* (Dissertação de mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/225923>
- Souza, M. J. N. (2000). Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In L. C. Lima (Org.), *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará* (pp. 6–103). FUNECE.
- Schiefer, E., Slaymaker, H. O., & Klinkenberg, B. (2001). Physiographically controlled allometry of specific sediment yield in the Canadian Cordillera: A lake sediment-based approach. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 83(1), 55–65.
- Schmidt, J., & Andrew, R. (2005). Multi-scale landform characterization. *Area*, 37, 341–350.
- Schumm, S. A., Mosley, M. P., & Zimpfer, G. L. (1976). Unsteady state denudation. *Science*, 191, 871–872.
- Schumm, S. A. (1977). *The fluvial system*. John Wiley & Sons.
- Tanious, R., & Manolov, R. (2022). Violin plots as visual tools in the meta-analysis of single-case experimental designs. *Methodology*, 18(3), 221–238. <https://doi.org/10.5964/meth.9209>
- Vital, S. R. O., Santos, A. S., & Santos, C. L. (2021). Mapeamento geomorfológico da região do Seridó, estado do Rio Grande do Norte. *William Morris Davis – Revista de Geomorfologia*, 2(2).
- Vasconcelos, P. R. M., Oliveira, G. P., Santos, C. L., Diniz, M. T. M., & Vital, S. R. O. (2019). Caracterização geomorfológica da carta Jardim do Seridó (SB.24-Z-B-V), Nordeste do Brasil. *Caderno de Geografia*, 29(59), 1182–1200.
- Wang, G., Joyce, J., Phillips, D., Shrestha, R., & Carter, W. (2013). Delineating and defining the boundaries of an active landslide in the rainforest of Puerto Rico using a combination of airborne and terrestrial LiDAR data. *Landslides*, 10, 503–513.