



CONTROLES ESTRUTURAIS NO CONDICIONAMENTO DA HIDROGEOMORFOLOGIA DO PLANALTO DO ARARIPE E ADJACÊNCIAS - NORDESTE DO BRASIL

Willy Saraiva Tomás¹
Francisco Leandro de Almeida Santos²
Henrique Sampaio de Castro³
Davi Rodrigues Rabelo⁴
Pablo Ruan Oliveira Lima⁵

RESUMO

A geomorfologia do Nordeste Setentrional brasileiro foi classicamente interpretada como resultante de soerguimentos pós-cretáceos e de variações climáticas que se alternam entre períodos úmidos e secos, contribuindo para a consolidação de uma geomorfologia do Quaternário. No entanto, apresentam limitações na elucidação de aspectos estruturais, especialmente no que se refere à tectônica de rifte, à tectônica pós-rifte e à erosão diferencial ao longo das zonas de cisalhamento — elementos fundamentais no controle da evolução do relevo. Dessa forma, os dados geocronológicos e morfoestruturais mais recentes apresentam-se como suporte para a interpretação do relevo da área de estudo, que resulta de uma sequência de eventos que envolve a evolução do supercontinente Gondwana. Os procedimentos metodológicos foram divididos em cinco etapas: (1) revisão de literatura; (2) extração das zonas de cisalhamento e da rede de drenagem; (3) elaboração de mapeamento temático; (4) trabalho de campo para verificação de dados estruturais; e (5) interpretação dos dados de campo e correção do material cartográfico. O Planalto do Araripe, representa uma expressão geomorfológica da bacia sedimentar homônima, que herdou uma litoestratigrafia diretamente ligada à fragmentação do Gondwana. Essa herança tectônica é marcada por falhamentos e dobramentos pretéritos da Província Borborema, repercutindo na disposição das megassequências sedimentares e na morfologia tabular. O leve arqueamento de blocos do embasamento cristalino, no setor de glint e a presença de camadas sedimentares de porosidade variável, direcionam o escoamento da drenagem para o Cariri cearense, evidenciando a influência dos controles estruturais na organização da hidrografia. Assim, o presente trabalho elucida os aspectos estruturais e hidrogeomorfológicos do Planalto do Araripe e suas adjacências, permitindo um primeiro ensaio de interpretação genética e evolutiva que contribui para a compreensão da diversidade de formas que compõem o Planalto do Araripe.

¹ Graduando do Curso de Geografia da Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos - FAFIDAM, Universidade Estadual do Ceará - UECE, willy.saraiva@aluno.uece.br;

² Professor orientador: Doutor em Geografia, Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos - FAFIDAM, Universidade Estadual do Ceará - UECE, fco.leandro@uece.br;

³ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, henriquegeosdc@gmail.com;

⁴ Pós-doutorado em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR, Universidade Federal do Ceará - UFC, dv_rr@hotmail.com;

⁵ Graduando do Curso de Geografia da Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos - FAFIDAM, Universidade Estadual do Ceará - UECE, pablo.oliveira@aluno.uece.br.



Palavras-chave: Planalto do Araripe, Controles Estruturais, Geomorfologia, Hidrogeomorfologia, Nordeste do Brasil.

INTRODUÇÃO

A geomorfologia do Nordeste Setentrional do Brasil foi profundamente reestruturada após os episódios cretáceos de divisão do Gondwana, do qual ela é uma herança direta. Apesar de sua gênese vinculada ao Cretáceo, os volumes de relevo da região apresentam alinhamentos que seguem zonas de cisalhamento proterozóicas reativadas durante o Cretáceo Inferior. Posteriormente, tais morfoestruturas foram retrabalhadas por ações cenozoicas de natureza tectônica (soerguimentos flexurais), magmática (vulcanismo no Neogeno), climática (variações climáticas e eustáticas com o predomínio de climas secos e pequenas flutuações para climas úmidos) e sedimentológica (acúmulo de sedimentos em planícies fluviais e costeiras) (Claudino-Sales, 2016).

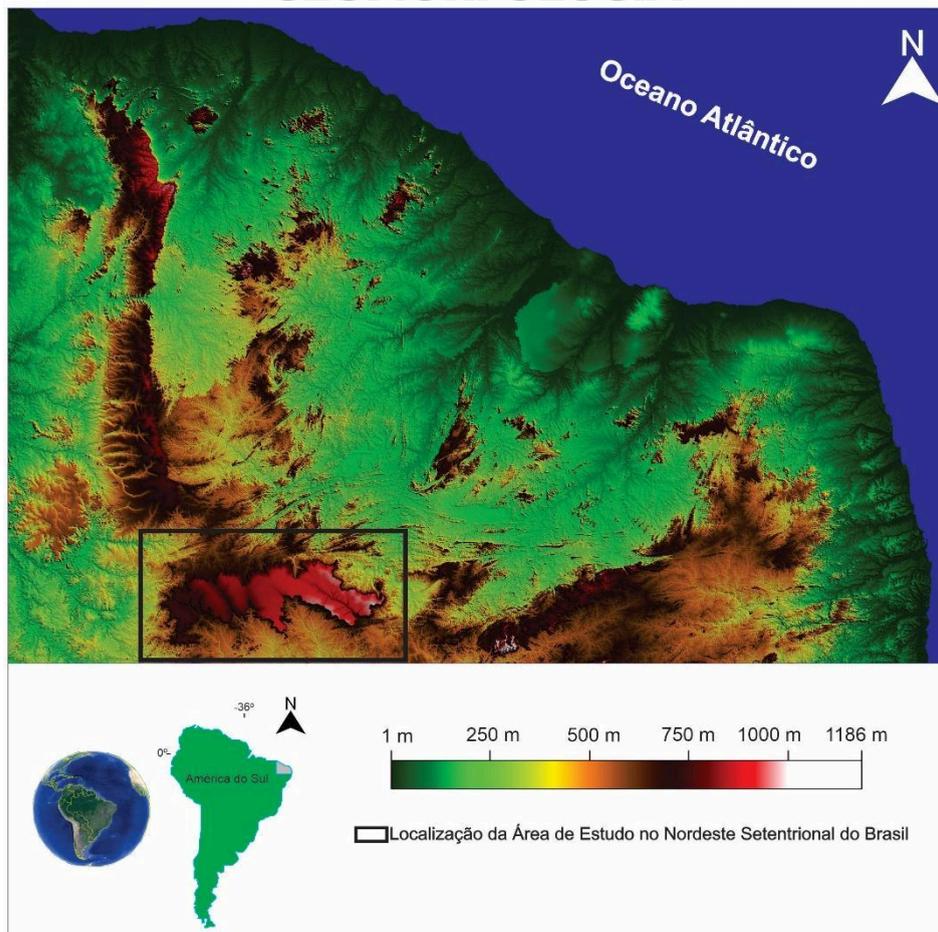
Atualmente, esse conjunto evolui de forma lenta sob domínio do intemperismo físico em um contexto semiárido, revelando a persistência de estruturas tectônicas reativadas que reorganizam os compartimentos do relevo (Santos; Nascimento; Claudino-Sales, 2020). No estado do Ceará e áreas adjacentes — como partes do Piauí e Pernambuco — o Planalto do Araripe reflete as heranças desses eventos morfoestruturais, nos quais os processos de inversão de relevo e o soerguimento das escarpas foram fortemente influenciados pela reativação das zonas de cisalhamento brasileiras.

O Planalto do Araripe (Figura 1) localizado no Nordeste Setentrional do Brasil, é uma expressão geomorfológica da Bacia homônima. Estudos recentes (Silva *et al.*, 2024) apontam que camadas sedimentares permeáveis sobrepostas a estratos impermeáveis favorecem a gênese de nascentes perenes e intermitentes, que alimentam ambientes úmidos mesmo em meio ao clima semiárido. Adicionalmente, parâmetros ambientais como curvatura do terreno, declividade, altitude e Índice de Umidade Topográfica (TWI) têm se mostrado eficazes na caracterização hidrogeomorfológica dessa área.

Figura 01: Localização do Planalto do Araripe e Adjacências no Nordeste Setentrional do Brasil



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA



Fonte: Elaborado pelo autor (2025) a partir da imagem SRTM (INPE, [2025]).

Dessa forma, compreender os controles estruturais sobre o condicionamento da hidrogeomorfologia do Planalto do Araripe e suas adjacências não apenas permite o reconhecimento dos padrões de relevo, como também subsidia estratégias de conservação dos recursos hídricos, especialmente frente aos impactos da ocupação desordenada e da degradação de enclaves úmidos no Nordeste brasileiro. Este artigo, portanto, tem como objetivo analisar os condicionantes estruturais que influenciam diretamente na orientação da rede de drenagem e a configuração do relevo no Planalto do Araripe, destacando sua importância no contexto ambiental e geomorfológico do semiárido brasileiro.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)



A elaboração de uma pesquisa científica constitui um processo sistemático que engloba a aquisição, a produção e a integração de dados, seguindo uma sequência lógica a metodologia empregada nesta pesquisa foi dividida em cinco etapas:

1 - Revisão de Literatura: Foi realizado um levantamento teórico envolvendo publicações científicas em periódicos, mapas geológicos e documentos técnicos que tratam da evolução morfoestrutural e das interações hidrogeomorfológicas na região. Essa etapa forneceu a base conceitual para o desenvolvimento da pesquisa;

2- Extração das zonas de cisalhamento e da rede de drenagem com o uso de técnicas de sensoriamento remoto através de imagens SRTM (INPE, 2025) (Shuttle Radar Topography Mission), utilizando a plataforma *OpenTopography*, com resolução espacial de 90 metros. O MDE foi gerado no software QGIS 3.34 com a inserção das zonas de cisalhamento e da rede de drenagem a partir das bases cartográficas CPRM e do IBGE;

4 - Trabalho de campo para verificação de dados estruturais em pontos estratégicos do Araripe e regiões adjacentes, com o objetivo de validar interpretações cartográficas e verificar in loco os controles estruturais no relevo, nascentes e vales encaixados em correlação com a cobertura vegetal adaptada a ambientes úmidos;

5 - Interpretação dos dados de campo e correção do material cartográfico: Por fim, os dados obtidos em campo foram integrados às análises morfoestruturais, permitindo o refinamento do mapeamento temático. Essa integração possibilitou compreender como os controles lito-estruturais tem repercussão na hidrogeomorfologia.

REFERENCIAL TEÓRICO

A geomorfologia do Nordeste Setentrional brasileiro foi interpretada classicamente, pelos trabalhos Bigarella e Mousinho (1966), Ab Sáber (1969) e Souza (1988). Esses autores interpretaram a evolução do relevo como resultante de soerguimentos pós-cretáceos e de variações climáticas que se alternavam entre períodos úmidos e secos ao longo do Quaternário. Na fase úmida, os agentes erosivos desenvolveram geoformas dissecadas sobre as vertentes a partir da instalação da rede hidrográfica e da abertura prévia dos vales. Enquanto na fase seca, a denudação promoveu o recuo paralelo das vertentes com o desenvolvimento de superfícies de



aplainamento escalonadas e de depósitos correlativos que formam os ambientes agradacionais.

Para Maia e Bezerra (2014), os trabalhos clássicos contribuíram para a consolidação de uma geomorfologia do Quaternário, com ênfase nos processos de erosão linear e de recuo paralelo das vertentes, interpretada como paleosuperfície de variações climáticas semiáridas. Contudo, esses trabalhos apresentam limitações na elucidação de aspectos estruturais, sobretudo da tectônica rifte, da pós-rifte e da erosão diferencial, ao longo das zonas de cisalhamento que controlam a evolução do relevo regional. Dessa maneira, os aspectos ligados à geomorfologia estrutural ganham significado para a interpretação do relevo do Nordeste Setentrional por intermédio dos trabalhos de Peulvast e Claudino-Sales (2006), Peulvast *et al.* (2008), Maia e Bezerra (2014) e Claudino-Sales (2016), corroborando para a correlação de teorias geomorfológicas por meio de uma abordagem poligênica entre condicionantes tectônicos e climáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O arcabouço geológico do Nordeste Setentrional do Brasil resulta do evento que formou o supercontinente Gondwana como resultante da colisão entre os crátons São Luís/Oeste da África e São Francisco/Congo, formando a Província Borborema. A Orogenia Brasileira ocorreu em torno de 665 – 550 Ma, sendo responsável pela geração de extensas zonas de cisalhamento de direções predominantes NE-SW e E-W (Arthaud, 2007). Após essa orogenia, houveram importantes eventos que formaram bacias sedimentares no interior da Província Borborema, sobretudo no Paleozoico e Mesozoico.

A Bacia do Araripe é composta em sua maior parte por unidades geológicas associadas à fragmentação do supercontinente Gondwana, encontrando-se inserida na porção sul do Ceará, noroeste de Pernambuco e leste do Piauí com cerca de 12.000 km² (Assine, 2007). Conforme Assine *et al.* (2014), do ponto de vista estrutural a bacia é constituída por megassequências geradas em regimes tectônicos distintos, configurando-se numa bacia de evolução poligênica. O registro sedimentar apresenta-se de duas formas: uma constituída pelas megassequências paleozoicas, pré rifte e rifte, onde os estratos se encontram movimentados por falhas associadas aos horstes e

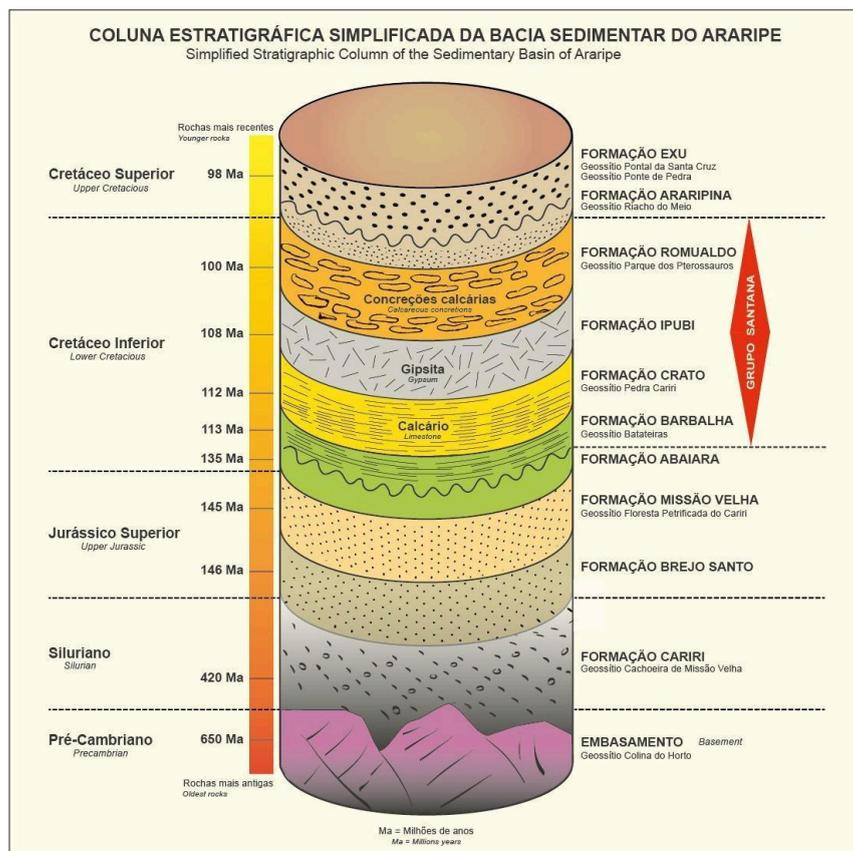


15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

grabens da Sub-bacia Cariri e a outra constituída por um registro pós rifte I e pós rifte II, estas não apresentam evidências de tectonismo, desenvolvendo-se uma cobertura sedimentar tabular.

O território do Geopark Araripe está inserido dentro desse contexto geológico, elucidando principalmente a valoração da evolução do planeta Terra no período Cretáceo. A coluna estratigráfica da Bacia do Araripe é constituída pelas seguintes megassequências e formações geológicas: 1) Sequência Paleozoica – Formação Cariri (420 Ma); 2) Sequência Pré – Rifte – Formações Brejo Santo (146 Ma) e Missão Velha (145); 3) Sequência Rifte – Formação Abaiara (135 Ma); 4) Sequência Pós Rifte – Formações Barbalha (113 Ma), Crato (112 Ma), Ipubi (108 Ma) e Romualdo (100 Ma). As Formações Araripina e Exu, ambas depositadas em torno de 98 Ma (Cretáceo Inferior), após a ruptura do Gondwana, representam a última fase de sedimentação da bacia (Assine, 2007, Kellner; Saraiva, 2019, Bantim; Lima; Saraiva, 2021). (Figura 2):

Figura 2 -Coluna Estratigráfica da Bacia do Araripe



Fonte: Kellner; Saraiva, (2019)



Dados termocronológicos por traços de fissão em apatitas, obtidos por Morais Neto, Hegarty e Karner (2006), indicam um evento de resfriamento térmico na faixa de 100 a 80 °C, associado ao soerguimento das escarpas entre 100 e 90 milhões de anos atrás (Ma). A deposição da Formação Exu, segundo os mesmos autores, ocorreu entre 112 e 97 Ma. No entanto, duas amostras revelaram idades mais antigas — $164,2 \pm 21,1$ Ma e $131,7 \pm 12,7$ Ma — sugerindo que os sedimentos cretáceos não passaram por soterramento intenso, preservando assim heranças termocronológicas das áreas fonte.

A configuração atual do Planalto do Araripe portanto, resulta de um contexto tectônico-estrutural associado ao soerguimento neocretáceo, intensificado por processos de denudação e erosão diferencial ao longo do Cenozoico. Tais processos podem estar registrados em um segundo evento de resfriamento, entre 40 e 0 Ma, com temperaturas paleotérmicas estimadas entre 80 e 70 °C (Morais Neto, Hegarty e Karner, 2006),

Na “Chapada do Araripe” ocorre formas de relevo variadas, desde tabulares do tipo chapada a *glints*, além de feições cuestiformes e morros testemunhos, sendo o termo “Planalto do Araripe” o mais adequado por abranger todo o conjunto das paisagens geomorfológicas (Claudino Sales, 2016, Peulvast; Bétard, 2016, Costa et al., 2020).

As reativações tectônicas entre o Albiano e Cenomaniano, já documentadas anteriormente, possivelmente foram responsáveis pelo alçamento de *horsts* que soergueram o embasamento cristalino na porção Sul do Planalto do Araripe, formando *glints* próximos a Exu - PE, e de abatimentos de blocos na sua porção mais central, o que justificaria a suave inclinação das camadas para o norte, em direção ao Cariri Cearense.

A arquitetura litoestratigráfica da Bacia do Araripe exerce papel fundamental na dinâmica hidrogeomorfológica da região, especialmente em função das propriedades litológicas das formações que a compõem. A Formação Exu, posicionada no topo da sequência, é caracterizada por arenitos grossos a médios, de coloração avermelhada, textura friável e elevada porosidade, conferindo à unidade significativa permeabilidade. Essa característica favorece a infiltração da água precipitada, que, ao atingir a Formação Araripina — constituída por arenitos mais finos, conglomeráticos e menos permeáveis, encontra uma barreira ao fluxo vertical, sendo redirecionada lateralmente (URCA, 2023).

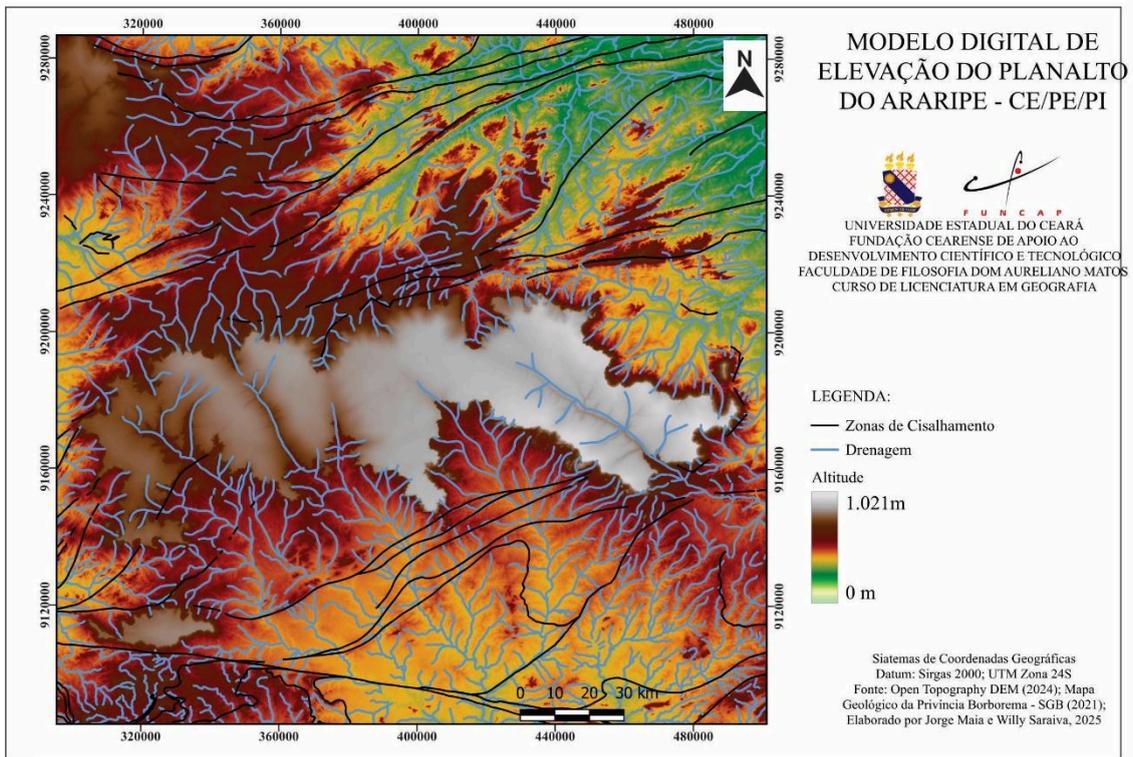


Esse contraste litológico, aliado à suave inclinação das camadas no sentido norte, em direção ao Cariri cearense, condiciona a ocorrência de ressurgências hídricas na escarpa e no sopé do planalto. Esse processo dá origem a diversas nascentes, que contribuem para a formação de florestas úmidas perenifólias conhecidas regionalmente como "brejos". Assim, a interação entre a estrutura geológica e a morfologia exerce controle direto sobre os fluxos subterrâneos e a distribuição da umidade no relevo.

As zonas de cisalhamento possuem direção predominante NE-SW e E-W, exercendo um maior controle sobre a disposição das escarpas de maciços e cristas adjacentes ao Planalto do Araripe, do que na orientação da rede de drenagem. Nos setores em que a drenagem é controlada por falhas, há uma coincidência com vales mais encaixados entre as vertentes dos alinhamentos de maciços e cristas. Assim, o Planalto do Araripe funciona como principal centro dispersor de drenagem da área, com rios de direção N - S, NE - SW e NW – SE no processo de dissecação fluvial do relevo regional. A figura 3 mostra o mapa com a disposição das estruturas e da rede drenagem da área:

Figura: MDE do Planalto do Araripe - CE/PE/PI





Fonte: Open Topography DEM (2024); Mapa Geológico da Província Borborema – SGB (2021).
Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação dos controles estruturais sobre a hidrogeomorfologia do Planalto do Araripe e suas adjacências revelou forte influência da litoestratigrafia, tanto na infiltração como no escoamento da água em direção brejo do Cariri cearense. Além disso, as reativações tectônicas cretáceas soergueram os pacotes sedimentares da bacia, a partir de estruturas herdadas como zonas de cisalhamento e falhamentos proterozóicos, que aliadas a erosão diferencial que se instalou no Cretáceo Inferior e ao longo de todo o Cenozoico, reorganizaram as paisagens geomorfológicas da área de estudo.

Assim, esta pesquisa reforça que a presença de cabeceiras de drenagem no Planalto do Araripe resulta das interações entre estratificação das rochas, relevo e águas. Esse estudo subsidia também ações ambientais de conservação dos recursos hídricos, tendo o Planalto do Araripe como importante fonte hídrica que abastece o semiárido cearense.



AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, pela concessão de bolsa durante o período de desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABSÁBER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. *Geomorfologia*, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

ASSINE, M. L. "Bacia do araripe." *Boletim de Geociências da PETROBRAS* 15.2 (2007): 371-389.

ASSINE, M. L., DE JESUS PERINOTTO, J. A., CUSTÓDIO, M. A., NEUMANN, V. H., VAREJÃO, F. G., & MESCOLOTTI, P. C. M. (2014). Sequências deposicionais do andar Alagoas da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 22(1), 03-28.

ARTHAUD, M. H. **Evolução neoproterozóica do Grupo Ceará (domínio Ceará Central, NE do Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira.** 2007. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BANTIM, R. A. M.; LIMA, F. J.; SARAIVA, A. A. F. A geologia da bacia do Araripe. In: SARAIVA, A. A. F.; LIMA, F. J.; BARROS, O. A.; BANTIM, R. A. M. (Eds.). *Guia de fósseis da bacia do Araripe*. 1. ed. Ceará: Governo do Estado do Ceará, 2021.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Slope development in southeastern and southern Brazil. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Stuttgart, v. 10, p. 150-160, 1966.

MAIA, Rubson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêga. *Tópicos de geomorfologia estrutural: Nordeste brasileiro*. Edições UFC, 2014.

CLAUDINO-SALES, V. *Geomorfologia do Nordeste do Brasil: uma abordagem geossistêmica*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2016.

COSTA, L. R. F.; MAIA, R. P.; BARRETO, L. L.; CLAUDINO-SALES, V. Geomorfologia do nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 185-208, jan./mar. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. São José dos Campos: INPE, [2020]. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 16 junho de 2025.



KELLNER, Alexander Wilhelm Armin; SARAIVA, Antônio Álamo Feitosa. Fósseis da Chapada do Araripe: uma odisseia no Cretáceo. Pró-Imagem Produções Fotográficas, 2019.

MATOS, R. M. D. Tectonic evolution of the equatorial margin of Brazil. *Tectonophysics*, v. 313, p. 331–354, 2000.

MORAIS NETO, J. M.; HEGARTY, K.; KARNER, G. D. Abordagem preliminar sobre paleotemperatura e evolução do relevo da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, a partir da análise de traços de fissão em apatita. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 113-119, maio 2006.

OPEN TOPOGRAPHY. Find Topography Data. Disponível em <https://portal.opentopography.org/datasets> . Acesso em: 30 maio 2025.

SANTOS, M. A.; NASCIMENTO, J. R.; CLAUDINO-SALES, V. Reorganização morfoestrutural do relevo nordestino: implicações geomorfológicas no semiárido. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 2, p. 512–530, 2020.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). Mapa Geológico da Província Borborema. Brasília: CPRM, 2021. Disponível em: <https://geosgb.sgb.gov.br/geosgb/downloads.html> . Acesso em: 30 maio 2025.

SILVA, M. O.; SOUZA, J. O. P.; GUERRA, M. D. F. Hidrogeomorfologia de Áreas Úmidas da Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 25, n. 1, e2444, 2024. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br>. Acesso em: 22 jul. 2025.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. *Revista de geologia*, v. 1, n. 1, p. 73-91, 1988.

PEULVAST, J. P; CLAUDINO SALES, V.. Stepped surfaces and palaeolandforms in the northern Brazilian «Nordeste»: constraints on models of morphotectonic evolution. *Geomorphology*, v. 62, n. 1-2, p. 89-122, 2004.

PEULVAST, J.-P.; BÉTARD, F. Morphostratigraphic constraints and low temperature thermochronology: Lessons from a review of recent geological and geomorphological studies in northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, [Oxford, UK], v. 111, 103464, Nov. 2021.

PEULVAST, J.P et al. Low post-Cenomanian denudation depths across the Brazilian Northeast: implications for long-term landscape evolution at a transform continental margin. *Global and Planetary Change*, v. 62, n. 1-2, p. 39-60, 2008.