FATORES DE CONTROLE NO CONDICIONAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS EM CANAIS DE LEITO ROCHOSO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ

Assucena Nogueira Batista Dantas[1]
João Rafael Vieira Dias[2]
Danielle Lopes de Souza Lima[3]
Abner Monteiro Nunes Cordeiro[4]

INTRODUÇÃO

Rios de leito rochoso (*bedrock rivers*) compreendem canais que erodem verticalmente seus leitos (Peifer *et al.*, 2022), expondo, nas margens e no leito, a rocha matriz *in situ* (Whipple; Dibiase; Crosby, 2013). Como esses canais não ocorrem por longas extensões, também são denominados de rios mistos de leito rochoso-aluvial (Howard *et al*., 1994), pois ocorrem intercalados por trechos de cobertura aluvial.

As formas e os processos em rios de leito rochoso refletem as interações entre a dinâmica erosiva, as características climáticas e a resistência do substrato ao fluxo (García *et al*., 2021). Nesse contexto, os rios de leito rochoso são caracterizados por taxas de erosão e transporte mais importantes que a produção e armazenamento de materiais (Wohl, 2015). Nesses canais, a erosão ocorre quando o fluxo fluvial possui capacidade de transporte excessiva, comparada ao suprimento de sedimentos (Howard *et al*., 1994).

Diversos processos superficiais são responsáveis pela incisão fluvial em canais de leito rochoso, sendo os principais a abrasão, o destacamento, a corrosão, a cavitação e a escavação por fluxo de detritos (Whipple; Dibiase; Crosby, 2013; Peifer *et al.*, 2022). Como resultado, esses canais exibem uma variedade de feições erosivas fluviais, à exemplo de marmitas (*potholes*), estrias erosivas (*flutes*) e marcas de ondas (*ripples*) (Richardson, Carling; 2005), cujas singularidades conferem-lhes alto valor ecológico, cênico, paisagístico e recreativo (García *et al*., 2021).

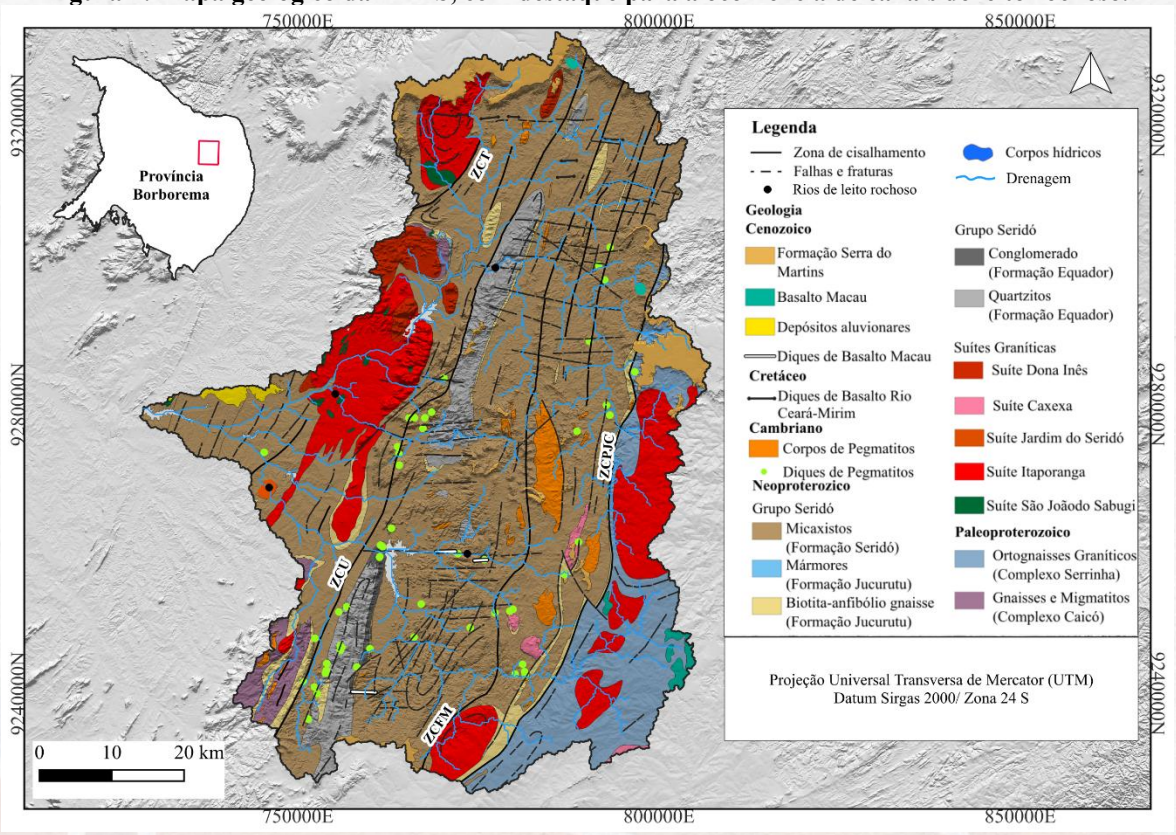
No contexto climático semiárido do NE brasileiro, especificadamente na Bacia Hidrográfica do Rio Seridó (BHRS), rios de leito rochoso ocorrem distribuídos sobre diferentes litotipos ígneos e metamórficos, por vezes evidenciando feições erosivas, que podem estar correlacionadas a diferentes fatores de formação, como declividade, litologia e magnitude de eventos climáticos. Diante disso, este trabalho se propõe a fazer uma breve discussão acerca dos fatores de condicionamento de marmitas em canais de leito rochoso na BRHS, tendo como estudo de caso quatro trechos de leito rochoso: Cânion dos Apertados, Cânion das Vazantes, Vale da Lua Potiguar e riacho da Pedra Lavrada.

ÁREA DE ESTUDO

A BHRS está localizada, geologicamente, na Província Borborema (Figura 1), especificadamente no contexto dos domínios tectonoestratigráficos Rio Piranhas-Seridó e São José do Campestre (Medeiros *et al*., 2021). Essa bacia caracteriza-se, predominantemente, por litotipos como ortognaisses, gnaisses e migmatitos do Paleoproterozoico (Complexos Caicó e Serrinha), sotopostos a rochas supracrustais neoproterozoicas do Grupo Seridó (*e.g*., micaxistos, quartzitos) (Medeiros *et al*., 2021), intrudidos por batólitos e diques de granitos, que apresentam características petrográficas, geoquímicas e geocronológicas distintas (Nascimento; Galindo; Medeiros, 2015).

[1] Mestranda em Curso pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Campus CERES, Caicó-RN, assucenadentas@gmail.com.
[2] Mestrando em Curso pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Campus CERES, Caicó-RN, jrafael.ufrn@gmail.com.
[3] Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza-CE, danielle.llopes@hotmail.com.
[4] Professor efetivo do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Campus CERES, Caicó-RN, abner.cordeiro@ufrn.br;

Figura 2: Mapa geológico da BHRS, com destaque para a ocorrência de canais de leito rochoso.



Fonte: elaborado pelos autores (2026), adaptado de Cabral Neto *et al*. (2018).

Conforme a classificação climática de Köppen (Nímer, 1979), a BHRS apresenta clima semiárido quente e seco (Bwsh), marcado por irregularidades nas precipitações (~500 mm/ano) concentradas entre os primeiros meses do ano (Souza *et al*., 2023). Geomorfologicamente, a BHRS apresenta diferentes compartimentos do relevo, a exemplo de superfícies erosivas escalonadas e relevos residuais, que foram individualizados a partir de distintos processos morfogenéticos, viabilizados por variações climáticas cenozoicas e controles litoestruturais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa compreenderam uma ampla revisão bibliográfica, acerca dos processos de erosão fluvial em canais de leito rochoso, assim como sobre as características litoestruturais, climáticas e paleoclimáticas da área de estudo. Em seguida, a pesquisa cartográfica viabilizou o levantamento de informações geológicas e estruturais, a partir da aquisição de dados vetoriais georreferenciados do mapa da Província Pegmatítica da Borborema (Cabral Neto *et al*., 2018).

A análise dos dados obtidos por meio da pesquisa cartográfica, como também a extração de valores de declividade e altimetria, a partir da imagem FABDEM (*Forest and Buildings, removed Copernicus DEM* 30 m), foram realizados no *software* QGIs 3.40.0. Posteriormente, os trabalhos de campo viabilizaram o reconhecimento *in situ* da área de estudo, assim como a validação de dados obtidos anteriormente. O reconhecimento de trechos de rios de leito rochoso, na BHRS, possibilitou a identificação de diferentes feições (*e.g*., marmitas e marcas de ondas) e a correlação entre estas e as características litoestruturais e geomorfológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

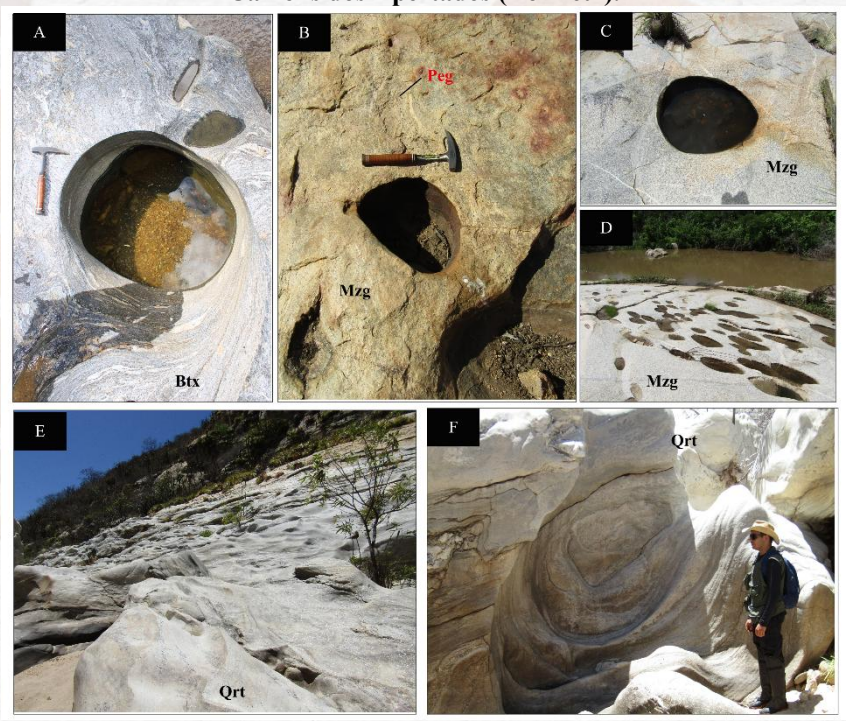
A ocorrência dos canais de leito rochoso, na BHRS, coincide com setores de vales incisos de elevada declividade, associados a presença de anomalias de gradientes no perfil longitudinal do rio (*knickpoints*). A existência dessas características, devido a maior declividade dos canais e energia do

fluxo hídrico, potencializa os processos de incisão e erosão (abrasão), associados a trechos onde se imprime maior resistência litológica.

O maior potencial erosivo dos canais de drenagem na área de estudo, esteve associado, também, as oscilações climáticas verificadas desde o Pleistoceno Superior (Souza et al., 2023). Essas oscilações indicam alterações climáticas bruscas, relacionadas a períodos de fortes precipitações e maior concentração de umidade, durante eventos em escala milenar (*e.g.*, *Heinrich*) (Wang *et al*., 2004; Zhang *et al*., 2017;), entre 60-24 ka (Behling *et al*., 2000) e entre 15,5-12,3 ka (Behling *et al*., 2000), e no intervalo denominado de Ótimo Climático, entre 7,5-4,5 ka (Corrêa, 2001), que promoveram maior capacidade de transporte de sedimentos detríticos (Mutzenberg, 2007).

A incisão fluvial potencializada por processos erosivos em condições climáticas de maior umidade, que minimizaram a intermitência dos cursos fluviais, associada a presença de *knickpoints*, condicionaram processos abrasivos evidenciados pela ocorrência de marmitas e outras feições erosivas (*e.g.,* marcas de onda) nos leitos rochosos (Figura 2). Essas feições, originaram-se a partir do turbilhonamento ou arraste de partículas (areia e seixos) em suspensão, formando superfícies polidas (*ripples*) e pequenas depressões negativas (*potholes*).

Figura 2: Marmitas e marcas de onda em rios de leito rochoso na BHRS. A) Marmita em biotita-xisto (Btx) preenchida por sedimentos mal selecionados, Cânion das Vazantes (rio Vazante). B) Marmita no contato entre monzogranito (Mzn) e pegmatito (Peg) (rio Seridó). C) e D) Marmitas em monzogranitos (Mzg) no rio Carnaúba (Vale da Lua Potiguar). E) Marcas de ondas em quartzito (Qrt) e F) Marmita métrica em bloco colapsado, elaborada ainda no terço inferior da vertente, em quartzito (Qrt), Cânions dos Apertados (rio Picuí).



Fonte: Acervo dos autores, 2026.

Nos trechos de leito rochoso da BHRS, a ocorrência de marmitas e marcas de ondas está associada a diferentes substratos litológicos (*e.g.,* granitos, micaxistos e quartzitos), destacando o controle da declividade e do potencial hidráulico na sua gênese. Contudo, embora haja o importante papel da declividade, o potencial abrasivo dos cursos fluviais é facilitado pela composição mineralógica da rocha, assim como pelas superfícies de descontinuidade (*e.g*., fraturas, fissuras, veios, diques). Os enclaves de minerais máficos (*schlieren*) e a desagregação de cristais (*e.g*., granadas, fenocristais de k-feldspato e cordieritas) favorecem o desenvolvimento de microcavidades na rocha, facilitando os processos de intemperismo e erosão (abrasão/evorsão).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa constatou que a ocorrência de marmitas na BHRS está subordinada a distintas litologias e suas superfícies de descontinuidades, assim como a ocorrência de *knickpoints*, as variações climáticas pretéritas e os eventos pluviométricos de exceção que provocam fluxos torrenciais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, ao Centro de Ensino Superior do Seridó (CERES/UFRN) e ao Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia Aplicada (LAGESA) pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

CABRAL NETO, I. *et al*. **Mapa geológico e de recursos minerais de lítio – Província Pegmatítica da Borborema**. Escala 1:250.000. Natal: CPRM, 2018.

CORRÊA, A. C. B. **Dinâmica geomorfológica os compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001. 386 p.

GARCÍA, J. H. *et al*. Promoting fluvial geomorphology to "live with rivers" in the Anthropocene Era. **Geomorphology**, v. 380, p. 107649, 2021.

HOWARD, A. D.; DIETRICH, W. E.; SEIDL, M. A. Modeling fluvial erosion on regional to continental scales. **Journal Geoph. Research**, v. 99 (B7), p. 13971-13986, 1994.

MEDEIROS, V. C. *et al*. The Rio Piranhas-Seridó Domain, Borborema Province, Northeastern Brazil: Review of geological-geochronological data and implications for stratigraphy and crustal Evolution. **Journal of the Geological Survey of Brazil**, v. 4, n. 3, p. 179-207, 2021.

MUTZENBERG, D. S**. Gênese e ocupação pré-histórica do sítio arqueológico Pedra do Alexandre: uma abordagem a partir da caracterização paleoambiental do vale do rio Carnaúba-RN**. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2007. 142 p.

NASCIMENTO, M. A. L.; GALINDO, A. C.; DMEDEIROS, V. C. Ediacaran to Cambrian magmatic suites in the Rio Grande do Norte domain, extreme Northeastern Borborema Province (NE of Brazil): Current knowledge. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 58, p. 281-299, 2015.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de janeiro: IBGE, 1979. 480 p.

PEIFER, D.; CREMON, É. H.; VAL, P.; FERNANDES, N. F. Bases teóricas do modelo stream-power de incisão fluvial. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 2, p. 1512-1523, 2022.

RICHARDSON, K.; CARLING, P. A. **A typology of sculpted forms in open bedrock channels**. Geological Society of American: Special Paper 392, 2005. 108 p.

SOUZA, D. V. *et al*. Relict soil features in cave sediments record periods of wet climate and dense vegetation over the last 100 kyr in a present-day semiarid region of northeast Brazil. **Catena**, v. 226, p. 107092, 2023.

WANG, X. *et al*. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. **Nature**, v. 432, n. 7018, p. 740-743, 2004.

WHIPPLE, K. X.; DIBIASE, R. A.; CROSBY, B. T. **Bedrock Rivers**. In: Treatise on geomorphology, SCHRODER J, WOHL E (Eds.). Academic Press: San Diego, 2013. p. 550-573.

WOHL, E. Particle dynamics: The continuum of bedrock to alluvial river segments. **Geomorphology**, v. 241, p. 192-208, 2015.

ZHANG, Y. *et al*. G. Origin of increased terrigenous supply to the NE South American continental margin during Heinrich Stadial 1 and the Younger Dryas. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 432, p. 493-500, 2015.