

CONDICIONAMENTO LITOESTRUTURAL NA EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO *INSELGEBIRGE* “SERRA DA RAJADA”, SERIDÓ GEOPARQUE MUNDIAL DA UNESCO, NE DO BRASIL

Assucena Nogueira Batista Dantas¹
João Rafael Vieira Dias²
Camylla da Silva Dantas³
Kívia Soares de Medeiros⁴
Davi do Vale Lopes⁵
Abner Monteiro Nunes Cordeiro⁶

INTRODUÇÃO

Na literatura geomorfológica, a evolução do relevo é atribuída em grande parte às características litológicas e estruturais das rochas (Twidale; Vidal Romaní, 2005; Migón, 2006; Bastos; Cordeiro, 2021). Os aspectos mineralógicos, como, por exemplo, o percentual de minerais máficos e félsicos, e os aspectos estruturais, caracterizados pelas estruturas de deformação rúpteis (e.g., falhas e fraturas) e planos de foliação, são fatores que podem potencializar a ação dos processos denudacionais sobre determinados complexos litoestruturais (Maia; Nascimento, 2018).

No NE brasileiro é possível identificar muitos exemplos onde a erosão diferencial tem distinguido formas de relevo segundo seus controles litoestruturais (Maia; Castro, 2017). Maia et al. (2015), analisando densidade de lineamentos estruturais, no batólito de Quixadá (CE), afirmam que a maior concentração de planos de fraqueza coincide com áreas com maior espaçamento entre os *inselbergs*, sugerindo-se, assim, uma maior erosão associado a esses setores.

No setor oriental do Domínio Rio Piranhas-Seridó (Nascimento; Medeiros; Galindo, 2015), especificamente na Faixa Seridó, no extremo NE da Província Borborema (Nascimento, 2002), a exumação do Plúton Acari (Campos, 2016), proveniente da Orogênese Brasileira, tem revelado um diversificado mostruário de macro e microformas graníticas, a exemplo do

¹ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, assucenadantas@gmail.com;

² Graduando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, jrafael.ufrn@gmail.com;

³ Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará - UECE, dantasscamylla@gmail.com;

⁴ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, kiviasoares1205@gmail.com;

⁵ Professor do curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, davi.lopes@ufrn.br;

⁶ Professor orientador: Doutor em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, abner.cordeiro@ufrn.br;

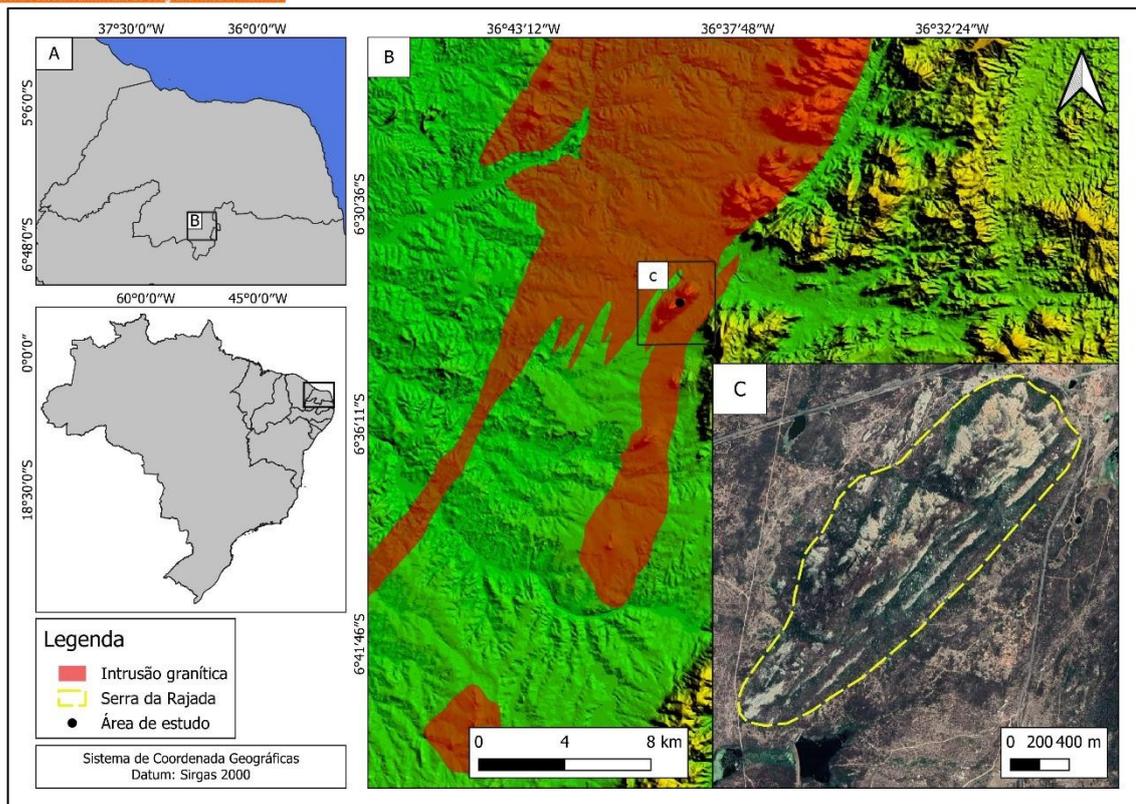
inselgebirge “Serra da Rajada”, cuja origem e desenvolvimento estão associados ao intemperismo, tanto em subsuperfície quanto em superfície, condicionadas pela pré-disposição mineralógica e existência de estruturas de deformação rúpteis (Migón, 2006; Twidale; Vidal Romaní, 2005).

Geologicamente, o Geossítio Serra da Rajada está inserido no contexto da atividade plutônica ediacarana (Angelim et al., 2006), uma das mais importantes unidades geológicas da Província Borborema, ocupando pequena porção do setor SSE do Plúton Acari, delimitado por zonas de cisalhamento de direção NE-SW.

No semiárido brasileiro, a ocorrência de relevos graníticos está condicionada sobretudo às zonas de cisalhamento (Maia; Bezerra, 2014). Estas estruturas dúcteis neoproterozoicas, oriundas da Orogênese Brasiliana, são capazes de promover a canalização de fontes mantélicas para níveis crustais mais rasos (Almeida et al., 1981), como ocorreu durante o plutonismo ediacarano. Esse plutonismo foi alojado nas estruturas de deformação dúcteis, e, em seguida, exposto na forma de diques, *stocks* e batólitos (Nascimento; Medeiros; Galindo, 2015).

Nessa perspectiva, considerando que a exposição do plutonismo ediacarano tem revelado um diversificado mostruário de formas graníticas, principalmente, na porção setentrional da Província Borborema (Maia; Nascimento, 2018), o presente trabalho tem como objetivo analisar a evolução geomorfológica do *inselgebirge* “Serra da Rajada”, localizado no município de Carnaúba dos Dantas, Rio Grande do Norte (Figura 1), através da análise de seus condicionantes litoestruturais.

Figura 1- Mapa de localização da Serra da Rajada, Nordeste do Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

ÁREA DE ESTUDO

A Serra da Rajada é um relevo residual de $\approx 2,8$ km² de área aflorante, constituída por granitos leuco e mesocráticos de granulação grossa a porfirítica, com presença de fenocristais de K-feldspato (Angelim et al., 2006; Cabral Neto et al., 2018).

Esse *inselgebirge*, de forma ligeiramente alongada e de direção NE-SW, é compreendido como um *stock* granítico, que documenta uma intrusão sin-tectônica em ortognaisses foliados e gnaisses bandados paleoproterozoicos, assim como nas metassupracrustais neoproterozoicas (Grupo Seridó), que repousam discordante sobre a variada gama de litologias do Complexo Caicó (Almeida et al., 1967; Archanjo et al., 2013).

A Serra da Rajada, assim como a superfície erosiva rebaixada circunjacente, esculpura em micaxistos da Formação Seridó (Cabral Neto et al., 2018), está submetido ao clima tropical semiárido, caracterizado por temperaturas médias $> 27,5^{\circ}\text{C}$ e médias de precipitação anual de ≈ 450 mm, com chuvas concentradas no primeiro semestre (Beltrão et al., 2005). Conforme Nimer (1989), o clima semiárido é influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sendo esta o principal sistema atmosférico de grande escala, responsável pelas precipitações na região equatorial do Oceano Atlântico e regiões adjacentes.

METODOLOGIA

As etapas metodológicas que guiaram esta pesquisa foram estabelecidas com base em uma ampla revisão bibliográfica acerca da evolução litoestrutural da porção setentrional da Província Borborema, assim como sobre a gênese e evolução do modelado granítico. Para isso, foram utilizadas informações geológicas de mapeamento regionais, através da consulta ao mapa geológico e de recursos minerais de Lítio - Província Pegmatítica da Borborema (Cabral Neto et al., 2018) e ao mapa geológico do Estado Rio Grande do Norte, disponibilizados gratuitamente pelo Serviço Geológico do Brasil/SGB. A geração de dados vetoriais e produtos cartográficos foram realizados em ambiente SIG através do *software* QGIS, versão 3.22 (QGIS TEAM, 2023).

Além disso, também foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 e dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), com resolução espacial de 30 m, e Modelos Digitais de Elevação (MDE), para a identificação e mapeamento de estruturas rúpteis. Posteriormente, os trabalhos de campo foram de suma importância para o reconhecimento e análise geomorfológica do *inselbirge* Serra da Rajada e entorno, assim como para compor um amplo acervo fotográfico, viabilizado através do uso de câmera fotográfica e Veículo Aéreo Não Tripulado-VANT (modelo DJI mini 3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Geomorfologicamente, a Serra da Rajada corresponde a um *inselbirge* alongado, com ≈ 560 m de altitude, disposto na direção NE-SW e condicionado pela zona de cisalhamento Umburana, de mesma direção. Apesar de Bastos et al. (2022) estabelecerem uma perspectiva hierárquica dimensional para os *inselbirges*, entre 10 e 50 km², e a Serra da Rajada apresentar uma área de $\approx 2,8$ km², essa feição residual pode ser classificada como um *inselbirge*, em função da mesma apresentar em suas encostas processos de incisão fluvial, sendo esta a principal característica que a diferencia de um *inselberg*.

Segundo Dresch (1962), os *inselbirges* caracterizam-se como sobressaltos topográficos, dispendo-se na maioria dos casos como formas alongadas e isoladas, que apresentam amplitude de maciços, assim como os *inselbergs*, entretanto aqueles se diferenciam por serem recortados por vales.

A gênese da Serra da Rajada está associada à fase do plutonismo granítico, momento em que diversos corpos graníticos intrudiram a crosta continental, durante a Orogênese Brasileira (Magini; Hackspacher, 2008). Já sua exposição em superfície é atribuída aos processos de denudação diferencial de antigas áreas afetadas por intrusões (Maia; Bezerra, 2014).

A litologia da Serra da Rajada, constituída por granitos da Suíte Intrusiva Itaporanga, cuja constituição mineralógica, apresenta alto teor em Sílica (SiO_2), superior a 70%, e Potássio (K_2O) (Nascimento; Medeiros; Galindo, 2015), sustenta uma das cotas topográficas mais elevadas da área de estudo.

A diferença topográfica entre a Serra da Rajada e a superfície erosiva, indica que a baixa densidade de estruturas de deformações rúpteis, associada a resistência litológica, em função da maior quantidade de minerais félsicos no granito Itaporanga, responde pelas diferenças altimétricas. A superfície erosiva rebaixada circunjacente à Serra da Rajada, constituída predominantemente por micaxistos da Formação Seridó (CABRAL NETO et al., 2018), apresenta cotas altimétricas que variam entre 290 e 320 m.

A densidade de fraturamento, também é condicionante no padrão de dissecação da Serra da Rajada. Na análise da evolução geomorfológica desse *inselgebirge*, há que se considerar a presença significativa de estruturas rúpteis de direção NE-SW (e.g., falhas), na porção centro-oriental dessa massa rochosa côncavo-convexa. A concentração de planos de fraqueza responde por cotas altimétricas que variam entre 320 a 440 m. Já a porção centro-oriental, menos fraturada, responde pelas cotas topográficas mais elevadas da Serra da Rajada.

A disposição de falhas de direção E-W, sobre a Serra da Rajada, está relacionada às tensões intraplacas, predominantemente compressivas de direção W-E a NW-SE, desde o Mioceno médio (Bezerra et al., 2020). Essas falhas seccionam a Serra da Rajada na porção setentrional e meridional, facilitando a incisão fluvial, assim como a ação dos processos denudacionais. De acordo com Migón (2006), superfícies de descontinuidade denotam mais influência que a litologia na morfologia de um corpo rochoso.

Na porção setentrional e ocidental da Serra da Rajada, onde a declividade é mais acentuada ($>45^\circ$), foram observados diversos processos de deslocamento, condicionados por descompressão (fraturamento por descompressão), processo físico de alívio de pressão em função da exposição do Plúton Acari, e/ou por termoclastia, processo de grande relevância tendo em vista as significativas amplitudes térmicas diárias (em torno de 10°C), com variações de mínimas de até 22°C e máximas superiores a 35°C (Lucena, 2016; Macedo; Brito; Troleis, 2022), verificadas na Faixa Seridó.

Maia e Nascimento (2018) afirmam que no Nordeste semiárido, a termoclastia constitui um processo de grande relevância tendo em vista as significativas amplitudes térmicas diárias, contribuindo assim, na desagregação mecânica das rochas.

De acordo com Legrand (1949), as rochas graníticas, por apresentar um alto teor em sílica, exibem um grau mais acentuado de esfoliação. Assim, os processos de deslocamento

que ocorrem nas encostas da Serra da Rajada são os principais fatores responsáveis pela progressiva retração lateral (*backwearing*), tendo em vista as atuais condições climáticas do semiárido brasileiro. Esse processo de descamação tende a desprender blocos rochosos, justificando, assim, a presença de expressivos depósitos de tálus, tanto na base quanto no terço superior das encostas.

Em virtude dos processos de deslocamento, associados a fraturas por descompressão, a encosta setentrional da Serra da Rajada apresenta cavidade natural alongada, denominada de *tafone*. A gênese dessa microforma granítica está, inicialmente, associada ao colapso de blocos, sendo este condicionado por fraturas e/ou veios. Essas estruturas de descontinuidades podem ter isolado blocos graníticos, viabilizando o desprendimento e o consequente colapso total ou parcial dos mesmos, constituindo, assim, o ponto de partida para a formação dessa reentrância erosional.

De acordo com Maia et al. (2022), os planos de esfoliação, assim como planos de fraturas e os contatos litológicos, configuram-se como locais ideais para o início da tafonização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *inselbirge* Serra da Rajada é uma massa rochosa granítica de morfologia côncavo-convexa, que se destaca da superfície erosiva do Domínio Rio Piranhas-Seridó, por erosão diferencial. A evolução dessa macroforma granítica foi condicionada pelas características faciológicas do granito, constituído, predominantemente, por minerais félsicos da Suíte Intrusiva Itaporanga, que atribuem maior resistência aos processos denudacionais, assim como pela baixa densidade de superfícies de descontinuidade e pelas flutuações climáticas verificadas ao longo do Neógeno/Quaternário.

A análise das falhas que seccionam a Serra da Rajada revelou que o papel exercido por essas estruturas rúpteis foi responsável pelo escalonamento altimétrico entre o setor centro-oriental, mais rebaixado, e o setor centro-ocidental, mais elevado. Essas estruturas, também condicionaram deslocamentos métricos, que ocorrem nos escarpamentos ocidental e setentrional, sendo este processo responsável pela retração lateral (*backwearing*) do *inselbirge* Serra da Rajada.

Palavras-chave: Plutonismo ediacarano; Granito; Deslocamento; Inselbirge; Litoestrutura.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M.; LEONARDOS, O. H.; VALENÇA, J. **Review on Granitic rocks os Northeast South America. Prepared for the IUGS/UNESCO Symposium in Recife.** Recife: IUGS, 1967. 41 p.

ALMEIDA, F. F. M.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth-Science Reviews**, v. 17, p.1-29, 1981.

ANGELIM, L. A. A.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; SANTOS, E. J. Geotectônica do Escudo Atlântico: Província Borborema. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: textos, mapas e SIG.** Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2003. p. 264-281.

ANGELIM, L. A. A.; MEDEIROS, V. C.; NESI, J. R.; TORRES, H. H. F.; SANTOS, C. A.; VEIGA JUNIOR, J. P.; MENDES, V. A. Programa Geologia do Brasil. **Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte.** Escala 1.500.000. Recife: CPRM, 2006.

ARCHANJO, C. J.; VIEGAS, L. G. F.; HOLLANDA, M. H. B.; SOUZA, L. C.; LIU, D. Timing of the HT/LP transpression in the Neoproterozoic Seridó Belt (Borborema Province, Brazil): Constraints from U-Pb (SHRIMP) geochronology and implications for the connections between NE Brazil and West Africa. **Gondwana Research**, v. 23, p. 701-714, 2013.

BASTOS, F. H.; CORDEIRO, A. M. N. Propriedades geomorfológicas das rochas e suas repercussões no relevo do nordeste setentrional do Brasil. **Revista William Morris Davis**, v. 2, n.1, p. 1-33, 2021.

BELTRÃO, B. A.; ROCHA, D. E. G.; MASCARENHAS, J. D. C.; SOUZA JUNIOR, L. C.; PIRES, S. D. T. M.; CARVALHO, V. G. D. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Carnaúba dos Dantas, estado do Rio Grande do Norte.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p.

BEZERRA, F. H.; CASTRO, D. L.; MAIA, R. P.; SOUSA, M. o. L.; MOURA-LIMA, E. N.; ROSSETI, D. F.; BERTOTTI, G.; SOUZA, Z. S.; NOGUEIRA, F. C. C. Postrift stress field inversion in the Potiguar Basin, Brazil – implications for petroleum systems and evolution of the equatorial margin of South America. **Marine and Petroleum Geology**, v. 111, p. 88-104, 2020.

BÜDEL, J; K. Climatic geomorphologie. Princeton: Princenton University Press, 1982. 443 p.

CABRAL NETO, I.; SILVEIRA, F. V.; FERNANDES, P. R.; PAES, V. J. C.; SANTOS, L. D.; MEDEIROS, V. C. **Mapa geológico e de recursos minerais de lítio – Província Pegmatítica da Borborema.** Escala 1:250.000. Natal: CPRM, 2018.

CAMPOS, B. C. S. **Petrografia, litoquímica mineral e termobarometria de rochas cálcio-alcalinas de alto K de textura porfirítica Ediacaranas, no extremo NE da Província Borborema (NE do Brasil).** 98f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2016.

DRESCH, J. Pedimentos, “glacis” de erosão, pediplanícies e *inselbergs*. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n. 9, p. 1-15, 1962.

QGIS TEAM, Q. D. **QGIS Geographic Information System:** Free Software Foundation. 2015. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download>. Acesso em: 30/05/2024.

LEGRAND, H. E. Sheet structure, a major factor in the occurrence of ground water in the granites of Georgia. **Economic Geology**, v. 44, n. 2, p. 110-118, 1949.

LUCENA, R. L. **Análise climatológica do município de Caicó/RN: subsídios à avaliação do conforto humano**. 152f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MACEDO, Y. M.; BRITO, A. G. M.; TROLEIS, A. L. **Risco de desabastecimento hídrico no Rio Grande do Norte: análise e avaliação do risco como mecanismo para redução de desastres**. Mossoró: Edições UERN, 2022. 100 p.

MAGINI, C.; HACKSPACHER, P. C. Geoquímica e ambiência tectônica do arco magmático de Pereiro, região NE da Província Borborema. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2, p. 336-355, 2008.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; NASCIMENTO, M. A. L.; CASTRO, H. S.; MEIRELES, A. J. A.; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, p. 239-253, 2015.

MAIA, R. P.; BASTOS, F. H.; WALDHERR, F. R.; NASCIMENTO, M. A. L.; AULER, A. S. Breves considerações sobre Tafoni em inselbergs: aspectos genéticos e morfoestruturais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 4, p. 1792-1811, 2022.

MAIA, R. P.; CASTRO, H. S. Erosão diferencial e propriedades geomorfológicas das rochas – exemplos do NE brasileiro. **REGNE**, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2017.

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, p. 373-389, 2018.

MATMON, A.; MUSHKIN, Y.; ENZEL, T.; GRODEK, ASTER, T. Erosion of a granite inselberg, Gross Spitzkoppe, Namib desert. **Geomorphology**, v. 201, p. 52-59, 2013.

MIGÓN, P. **Geomorphological landscapes of the world: granite landscapes of the world**. New York: Oxford University Press Inc, 2006. 417 p.

NASCIMENTO, R. S. C. **Quimioestratigrafia de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ aplicada à mármores da Faixa Seridó, Província Borborema, NE do Brasil: implicações geotectônicas e paleoambientais**. 122f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

NASCIMENTO, M. A. L.; MEDEIROS, V. C.; GALINDO, A. 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**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422 p.

TWIDALE, C. R.; VIDAL ROMANÍ, J. R. **Landforms and Geology of Granite Terrains**. CRC Press Inc., Boca Raton, USA, 2005. 362 p.