



## INTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E FITOGEOGRÁFICAS NO *BORNHARDT* SERRA DOS CAMBUCÁS, NE DO BRASIL

Camylla da Silva Dantas<sup>1</sup>  
Frederico de Holanda Bastos<sup>2</sup>  
Abner Monteiro Nunes Cordeiro<sup>3</sup>  
Assucena Nogueira Batista Dantas<sup>4</sup>  
João Rafael Vieira Dias<sup>5</sup>

### RESUMO

*Bornhardts* são relevos dômicos comuns em regiões tropicais, especialmente em litologia de granito e gnaisse, controlados por sistemas de fraturas e processos de intemperismo seletivo. Representam importantes elementos da paisagem, contribuindo para a manutenção da biodiversidade, refúgios ecológicos e diversidade vegetal, influenciados pelos fatores ambientais e perturbações estocásticas. Dessa forma, levando em consideração que relações fitogeomorfológicas em áreas graníticas ainda são pouco investigadas no contexto da região semiárida do Brasil, essa pesquisa busca aprofundar o conhecimento sobre os fatores geomorfológicos e fitogeográficos que influenciam nos aspectos e dinâmica dessas paisagens. Portanto, o presente trabalho apresenta uma caracterização geomorfológica do *bornhardt* Serra dos Cambucás, situado no município de Acari, Rio Grande do Norte, com ênfase para a relação fitogeomorfológica da área. Os procedimentos metodológicos empregados foram: levantamento bibliográfico e atividade de campo, para reconhecimento da área. Como resultado, evidenciou-se que o *bornhardt* Serra dos Cambucás apresenta uma expressiva quantidade de *boulders*, tanto nas vertentes, quanto na base. Também são registradas superfícies de descontinuidades (e.g., fraturas, fissuras e veios), onde se instalam microambientes (ou micro-habitats) de maior umidade, em função do efeito de sombreamento e substrato (acúmulo de sedimentos e matéria orgânica). Essas características abióticas favorecem o estabelecimento e distribuição das espécies vegetais de diferentes portes (e.g., herbáceas, arbustos e árvores). As espécies arbóreas, por sua vez, são facilmente encontradas na área da base do *bornhardt* e entre *boulders* empilhados, enquanto que nas vertentes, em função maior declividade, predominam espécies de herbáceas, formando populações de vegetação rupestre, altamente adaptadas a esses ambientes. Neste sentido, os resultados apontam as interações geomorfológicas e fitogeográficas, destacando a importância da área, do ponto ecológico e científico, especialmente para fins de conservação.

### INTRODUÇÃO

Os *bornhardts* correspondem a formas de relevos rochosos de forma dômica, esculpidos ao longo do tempo geológico sob o controle de complexos sistemas de fraturas que, em grande parte, tem origem vinculada a processos físicos de descompressão (Twidale, 2007). Assim como os *inselbergs*, são particularmente

<sup>1</sup> Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará, [dantasscamylla@gmail.com](mailto:dantasscamylla@gmail.com);

<sup>2</sup> Doutor em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará, [fred.holanda@uece.br](mailto:fred.holanda@uece.br);

<sup>3</sup> Doutor em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará, [abner.cordeiro@ufrn.br](mailto:abner.cordeiro@ufrn.br);

<sup>4</sup> Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [assucenadantas@gmail.com](mailto:assucenadantas@gmail.com);

<sup>5</sup> Mestrando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [jrafael.ufrn@gmail.com](mailto:jrafael.ufrn@gmail.com);



abundantes em regiões tropicais, sendo mais comumente encontrados em áreas de granito e gnaisse (Twidale, 1982).

Estes afloramentos rochosos integram importantes elementos da paisagem, desempenhando um papel na geração e manutenção da biodiversidade, além de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais (Porembski et al., 2016). Além disso, esses ambientes também proporcionam áreas de refúgio ecológico com comunidades adaptadas a condições extremas, como estresse hídrico e variações térmicas diurnas.

A diversidade vegetal em *inselbergs* é influenciada tanto por fatores ambientais condicionantes (e.g., superfícies de discontinuidades), quanto por perturbações ambientais estocásticas (Porembski et al., 1997). Devido à abundância de afloramentos rochosos, as formações vegetacionais rupestres são recorrentes e dominadas, especialmente, por plantas com capacidade de fixação ao substrato, tolerantes à dessecação e resistentes ao estresse hídrico (Rapini et al., 2008).

Apesar de apresentar notável relevância científica, as relações fitogeomorfológica em áreas graníticas ainda são pouco investigadas no contexto da região semiárida do Brasil. Desse modo, este trabalho busca analisar os fatores geomorfológicos e fitogeográficos que influenciam nos aspectos e dinâmica das paisagens graníticas.

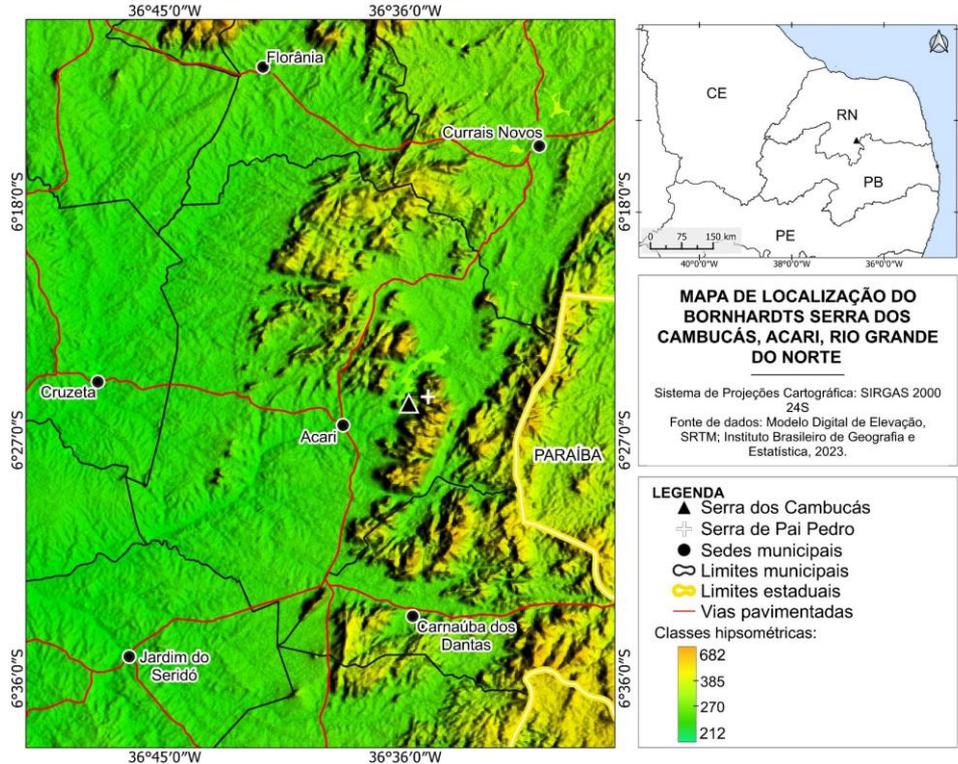
Portanto, por meio de levantamento bibliográfico e atividades de campo para reconhecimento da área, o presente estudo tem como objetivo realizar uma breve caracterização fitogeomorfológica da Serra dos Cambucás, onde será destacado a influência litoestrutural sobre os padrões de distribuição da vegetação local.

## **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

### **Área de estudo**

O objeto de estudo corresponde à formação rochosa do tipo *bornhardt*, popularmente conhecido como Serra dos Cambucás, no município de Acari, Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). Esse relevo situa-se no conjunto de *inselbergs* Serra das Cruzes e a Barragem Eurico Gaspar Dutra, que compõem o Geossítio Gargalheiras, integrante do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (Silva; Mansur; Nascimento, 2022).

Figura 1 – Mapa de localização do *bornhardt* Serra dos Cambucás.



Fonte: elaborado pelos autores.

### Procedimentos metodológicos

O processo metodológico baseou-se em pesquisa bibliográfica sobre a gênese e evolução de relevos graníticos e com base em palavras-chave relacionada a temática do trabalho (*e.g.*, relevos graníticos, *bornhardts*, caos de blocos, superfícies de descontinuidade) em plataformas digitais de pesquisa (*e.g.*, ScienceDirect, Google Acadêmico, Repositórios Institucionais, Web Of Science).

A fim de compreender o comportamento litoestrutural e geomorfológicas da área de estudo, utilizou-se dos dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) relacionados com a interpretação de modelos digitais de elevação. Por fim, foram realizadas atividades de campo visando analisar as formas de relevo e seus reflexos fitogeográficos.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *bornhardt* que constitui o objeto deste estudo, popularmente conhecido como Serra dos Cambucás, está inserido no Domínio Rio Grande do Norte (DRGN), em meio ao Terreno Granjeiro-Seridó (TGS) (Angelim et al., 2003). Refere-se a uma feição



geomorfológica integrada ao Plúton Acari, cuja área aflorante total é de ~300 km<sup>2</sup> (Campos, 2016), apresentando litologia pertencente à suíte granítica Itaporanga (Dantas; Medeiros; Cavalcante, 2021), relacionada à Orogênese Brasileira (Fetter et al., 2000), cuja esculturação resulta de ações denudacionais ocorridas durante o Cenozoico (Bastos et al., 2022).

Os processos denudacionais cenozoicos escultraram uma variedade de macro e microformas graníticas (*e.g.*, *inselbergs*, *bornhardts*, *lajedos*, *boulders* e caos de blocos) (Maia; Nascimento, 2018; Bastos et al., 2022). O *bornhardt* Serra dos Cambucás se destaca na superfície dissecada da “Serra de Pai Pedro” (Figura 1), como uma massa granítica de morfologia convexa, tendo como uma de suas principais particularidades a expressiva quantidade de *boulders* distribuídos pela sua superfície somital e nas suas encostas.

Os *boulders* são resultados do processo de desagregação mecânica da rocha matriz, associados a tensões tectônicas, variações térmicas e ação gravitacional, seja em subsuperfície ou na superfície (Migón, 2006). Essas feições podem permanecer *in situ* ou, em decorrência a declividade, serem transportadas (Twidale; Vidal Romaní, 2005), formando áreas de caos de blocos, como os que ocorrem nos vales estruturais que individualizam o “*bornhardt* Serra dos Cambucás” da Serra de Pai Pedro.

Os caos de blocos, assim como os depósitos de tálus atuam como elementos protetores contra a ação direta da chuva, minimizando o escoamento superficial, e conseqüentemente a remoção de substrato (sedimentos e matéria orgânica). Além disso, também favorece a manutenção da umidade por mais tempo, em função da influência do sombreamento, favorecendo a fixação de substrato pedogenético e o estabelecimento de espécies vegetais, nesses corpos graníticos.

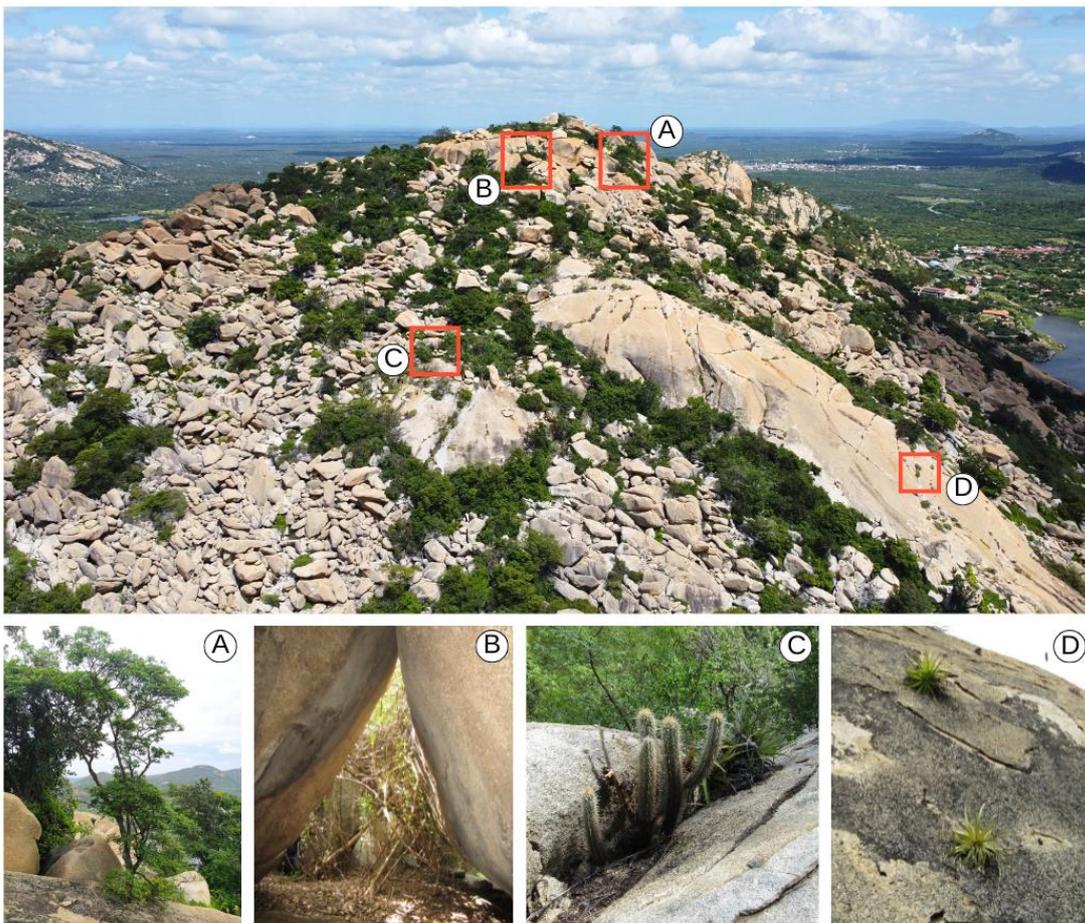
Devido ao intenso escoamento superficial verificado nas encostas íngremes da Serra dos Cambucás, a retenção de água no solo é mínima, que, em sua maioria, são pouco desenvolvidos em razão da ação contínua dos processos erosivos laminares atuantes no semiárido brasileiro. Essas condições dificultam o estabelecimento de determinadas espécies vegetais devido ao estresse hídrico e gravitacional (Porembski, 2007), com exceção às espécies altamente adaptadas a esses ambientes (*e.g.*, *macambira* e *coroa de frade*).

Entretanto, assim como os *boulders*, as fissuras e cavidades negativas (*e.g.*, *gnammas*) também corroboram com o acúmulo de sedimentos e matéria orgânica, e

consequentemente com a manutenção relativa de umidade. Essas condições conduzem a formação de micro-habitats, proporcionando a ocorrência e estabelecimento de espécies vegetais de diferentes portes (*e.g.*, árvores, arbustos e herbáceas), mesmo em condições climáticas e edáficas limitantes.

Conforme demonstra o esquema presente na Figura 2, nos setores de maior declividade (encostas) e com menor disponibilidade de substrato, predominam espécies do tipo herbáceas e cactáceas (*Croton heliotropiifolius*, *Varronia dardani*, *Pilocereus gounellei*, *Pilosocereus achycladus* e *Bromelia Laciniosa*). Nas porções basais (depósitos de tálus) e entre *boulders*, predominam espécies arbórea e arbustivas, como resposta ao solo com maior umidade e acúmulo de matéria orgânica (*Myracrodruon urundeuva*, *Handroanthus impetiginosus*, *Cordia glabrata* e *Amburana cearenses*).

Figura 2 – Aspectos fitogeomorfológicos do *bornhardts* Serra dos Cambucás. A) espécie *Cordia glabrata* (Mart.) se desenvolvendo entre *boulders*; B) áreas sombreadas; C) *Pilocereus gounellei* (Weber) em fissuras; D) *Bromelia Laciniosa* Mart., em encosta com declividade  $> 45^\circ$ .



Fonte: arquivos dos autores.



As microfeições e as superfícies de descontinuidades, em conjunto, atuam como agentes condicionantes de biodiversidade, especialmente no que se refere à cobertura vegetal que, dentro de um contexto típico de ambiente rupestre, sustentam uma vegetação altamente especializada. Esses componentes, aliados ao gradiente topográfico, também contribuem para a formação de microclimas, que, em resposta, influenciam diretamente na diversidade e desenvolvimento das espécies.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Serra dos Cambucás representa uma feição geomorfológica de notável relevância geomorfológica, geológica e ecológica, em virtude a morfologia complexa e ambientalmente heterogênea. A presença expressiva de microfeições associadas a superfícies de descontinuidades indica a intensa dinâmica geomorfológica, resultante da atuação dos processos de intemperismo físico, mecânico e químico.

Essas feições, em interação com a topografia acidentada e as condições edáficas, condicionam a distribuição da vegetação no local. Essas condições favorecem à formação de micro-habitats atuam como refúgio que sustentam e preservar maior diversidade de espécies ao longo do gradiente topográfico. Portanto, essa feição representa elevada importância ecológica.

**Palavras-chave:** *Bornhardts*, Fitogeografia, Microfeições, Micro-habitats Superfícies de descontinuidades.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida a primeira autora.

## REFERÊNCIAS

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. (Ed.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. Brasília: SGB, 2003. p. 264-281.

BASTOS, F. H.; LIMA, D. L. S.; CORDEIRO, A. M. N.; MAIA, R. P. Relevos graníticos do Nordeste Brasileiro: uma proposta taxonômica. In: CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, M. C. V.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. (Org.). **Revisões de Literatura Geomorfológica Brasileira**. União de Geomorfologia Brasileira, 2022. p. 737-762.



CAMPOS, B. C. S. Petrografia, litoquímica mineral e termobarometria de rochas cálcio-alcálicas de alto K de textura porfírica, 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.

DANTAS, E. P.; MEDEIROS, V. C.; CAVALCANTE, R. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte**. Escala 1:500.000. Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife: SGB/CPRM, 2021.

FETTER, A. H.; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, T. J. S.; NOGUEIRA NETO, J. A.; ARTHAUD, M. H. U-PB and SM-ND geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the existence of Paleoproterozoic supercontinent “Atlantica”. **Revista Brasileira de Geociência**, v. 30, n. 01, p. 102-106, 2000.

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

PIRES, G. G.; SANTOS, R. M. D.; TRISTÃO, R. A.; PIFANO, D. S.; REIS, C. A.; DOMINGOS, D. Q. Influência de variáveis ambientais na comunidade arbórea de inselbergs. **Cerne**, v. 20, p. 97-104, 2014.

POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.4, p. 579- 586, 2007.

POREMBSKI, S.; SEINE, R.; BARTHLOTT, W. Inselberg vegetation and the biodiversity of granite outcrops. **Journal of the Royal Society of Western Australia**, v. 80, p. 193, 1997.

POREMBSKI, S.; SILVEIRA, F. A.; FIEDLER, P. L.; WATVE, A.; RABARIMANARIVO, M.; KOUAME, F.; HOPPER, S. D. Worldwide destruction of inselbergs and related rock outcrops threatens a unique ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v. 25, p. 2827-2830, 2016.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P. L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 16-24, 2008.

SILVA, M. L. N.; MANSUR, K. L.; NASCIMENTO, M. A. L. Ecosystem services assessment of Geosites in the Seridó aspiring UNESCO Geopark area, Northeast Brazil. **Geoconservation Research**, v. 5, n. 1, p. 29-46, p. 2022.

TWIDALE, C. R. *Bornhardts* and associated fracture patterns. **Revista de la asociación geológica argentina**, v. 62, n. 1, p. 139-153, 2007.

TWIDALE, C. R. The evolution of bornhardts: the nature of these dramatic landforms that rise abruptly from flat plains is now beginning to be more fully understood. **American Scientist**, v. 70, n. 3, p. 268-276, 1982.

TWIDALE, C. R.; VIDAL ROMANÍ, J. R. On the multistage development of etch forms. **Geomorphology**, v. 11, p. 107-124, 1994.