

## **GÊNESE E EVOLUÇÃO DO INSELBERG MONTE DO GALO, SERIDÓ GEOPARQUE MUNDIAL DA UNESCO, NE DO BRASIL**

Kívia Soares de Medeiros<sup>1</sup>  
Assucena Nogueira Batista Dantas<sup>2</sup>  
João Rafael Vieira Dias<sup>3</sup>  
Wendel Marlyson Silva<sup>4</sup>  
Abner Monteiro Nunes Cordeiro<sup>5</sup>

### **INTRODUÇÃO**

O Nordeste brasileiro apresenta uma expressiva distribuição espacial de morfologias graníticas, que constituem importantes representações geomorfológicas em termos mundiais (MIGÓN; MAIA, 2020). Essas formas graníticas estão associadas à exposição de litologias précambrianas das Províncias Borborema e São Francisco que, dependendo do contexto estrutural local, podem justificar diferentes níveis de exposição rochosa plutônica (BASTOS et al., 2022).

No Domínio Rio Piranhas-Seridó (NASCIMENTO; MEDEIROS; GALINDO, 2015), corpos de pegmatíticos (e.g., diques) datados do Cambriano ( $\approx 541$  a 485 Ma), inseridos dentro do contexto da Faixa Seridó (CABRAL NETO et al., 2018), estão atrelados à ampla diversidade de macro e microformas graníticas, cuja origem e desenvolvimento estão associadas, predominantemente, ao intemperismo, tanto em subsuperfície topográfica como na superfície topográfica. São inselbergs, tors e castle koppies que em conjunto caracterizam as superfícies elevadas dissecadas e aplainadas do município de Carnaúba dos Dantas, no Estado do Rio Grande do Norte.

Esses pegmatitos, que representam os últimos estágios magmáticos da Orogênese Brasiliana (520 Ma) (NASCIMENTO; MEDEIROS; GALINDO, 2015; SALES, 2020), estão encaixados discordantemente nos micaxistos da Formação Seridó (80%) e em quartzitos da

---

<sup>1</sup> Kívia Soares de Medeiros Graduada do Curso de **Geografia Bacharelado** da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [kiviasoares1205@gmail.com](mailto:kiviasoares1205@gmail.com);

<sup>2</sup> Assucena Nogueira Batista Dantas Graduada do Curso de **Geografia Bacharelado** da Universidade Federal Rio Grande do Norte - UFRN, [assucenadantas@gmail.com](mailto:assucenadantas@gmail.com);

<sup>3</sup> João Rafael Vieira Dias Graduando do Curso de **Geografia Bacharelado** da Universidade Federal Rio Grande do Norte - UFRN, [rafael.ufrn@gmail.com](mailto:rafael.ufrn@gmail.com);

<sup>4</sup> Wendel Marlyson Silva Graduando do Curso de **Geografia Bacharelado** da Universidade Federal Rio Grande do Norte - UFRN, [wendel.ufrn@gmail.com](mailto:wendel.ufrn@gmail.com);

<sup>5</sup> Professor orientador: Dr. Abner Monteiro Nunes Cordeiro, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [abner.cordeiro@ufrn.br](mailto:abner.cordeiro@ufrn.br).

Formação Equador (11%) (SILVA, 1993), apresentando, dimensões variadas, desde alguns centímetros até quilômetros no comprimento e de alguns centímetros até centenas de metros na espessura (SOARES, 2004), e orientação preferencial NE-SW (MAIA; NASCIMENTO, 2018).

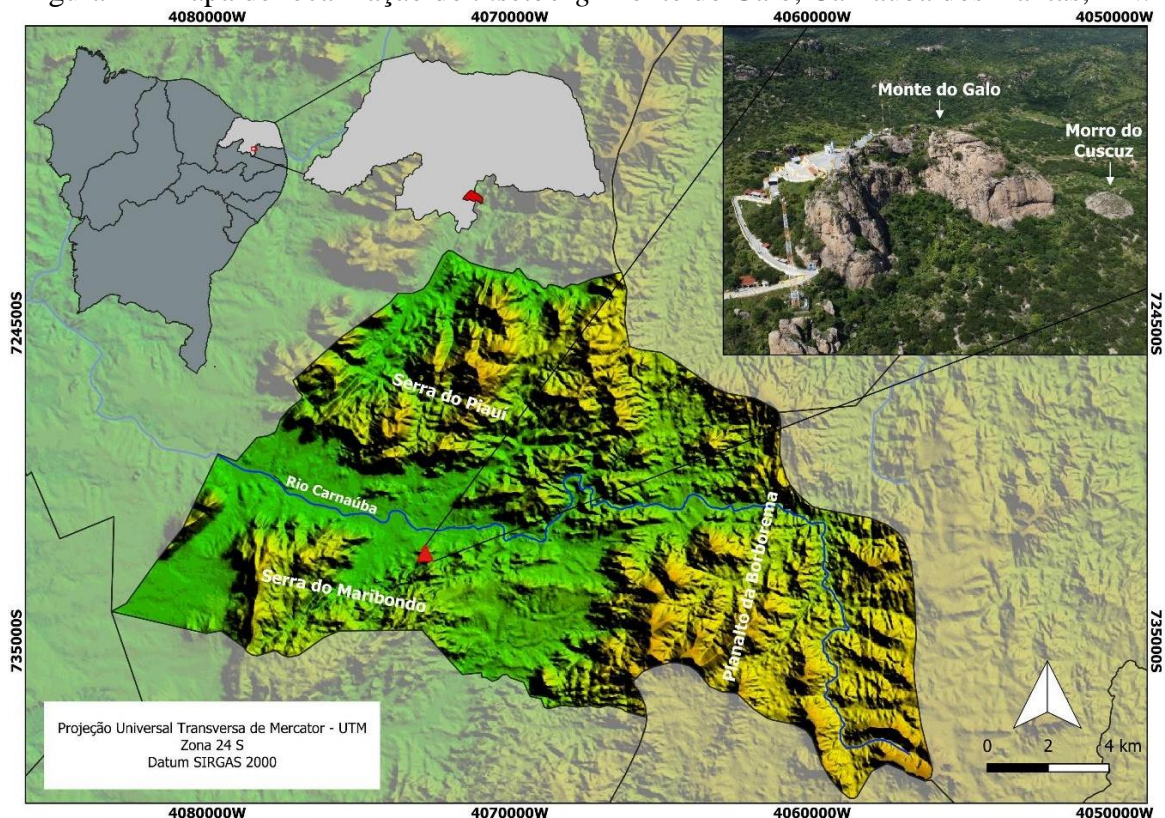
Na Província Pegmatítica Borborema (PPB) ( $\pm 111.000 \text{ km}^2$ ), a qual abrange parte dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, diversas ocorrências de geoformas associadas a pegmatitos podem ser encontradas, com destaque para os municípios de Currais Novos, Parelhas e Carnaúba dos Dantas, no Estado do Rio Grande do Norte (RN), integrantes do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO. Embora a ocorrência dessas formas já esteja documentada na literatura científica (NASCIMENTO; FERREIRA, 2012; BERNARDINO et al., 2023), os aspectos relacionados a sua gênese e evolução, ainda não são totalmente conhecidos.

Diante do exposto, o presente trabalho irá apresentar e descrever o *inselberg* “Monte do Galo”, o mais famoso atrativo geoturístico do município de Carnaúba dos Dantas/RN, cuja geomorfologia foi herdada dos processos denudacionais, verificados ao longo do Cenozoico, sob a influência de aspectos litoestruturais, colaborando, assim, com a compreensão da gênese e evolução das diferentes macroformas graníticas encontradas no semiárido brasileiro.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo está inserida na PPB, NE do Brasil (Figura 1), correspondendo a porção oriental do Domínio Piranhas-Seridó (DPS) (NASCIMENTO; MEDEIROS; GALINDO, 2015). O DPS é constituído por um embasamento gnáissico-granítico-migmatítico Paleoproterozoico e uma sequência supracrustal metavulcanossedimentar neoproterozoica (CABRAL NETO et al., 2018). Esta última designada de Grupo Seridó é constituída, da base para o topo, pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Formação Jucurutu (paragnaisses, com intercalações de mármore); Formação Equador (quartzitos); e Formação Seridó (micaxistos) (DANTAS; MEDEIROS; CAVALCANTE, 2021).

Figura 1 – Mapa de localização do *inselberg* Monte do Galo, Carnaúba dos Dantas, RN.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O clima do município de Carnaúba dos Dantas, na classificação de Köppen, é caracterizado como BShw', tratando-se, portanto, de um clima quente e seco, caracterizado por curta estação chuvosa. A precipitação pluviométrica anual média é de  $\approx 450$  mm, com período chuvoso de fevereiro a abril (CPRM, 2005). A temperatura média anual é de  $27.5^{\circ}\text{C}$ , com máxima de  $33^{\circ}\text{C}$  e mínima de  $18^{\circ}\text{C}$ , e insolação de 2.400 h/ano (IDEMA, 2008).

A vegetação predominante é a Caatinga Hiperxerófila (CPRM, 2005), apresentando espécies, como, por exemplo, a Favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*), o Xique-Xique (*Pilosocereus gounellei*), o Pereiro (*Aspidosderma pyriformium*) e a Jurema Preta (*Mimosa hostilis*). O solo predominante é o Neossolo Litólico, que apresenta perfil pouco espesso e subdesenvolvidos.

## METODOLOGIA

A metodologia que guiou este trabalho foi estabelecida com base em ampla revisão bibliográfica sobre a gênese e evolução do modelado granítico, particularmente, sobre *inselberg*, além de informações sobre as estruturas de descontinuidades (e.g., falhas, fraturas, veios e diques), a partir do mapa geológico da PPB (CABRAL NETO et al., 2018). Os trabalhos objetivaram a identificação e a classificação das macroformas graníticas, em escala de detalhe.

Em campo, também, foi realizado levantamento aerofotogramétrico, com veículo aéreo não tripulado (Vant) modelo Mavic 2 pro, equipado com uma câmera 4K de 35mm, do *inselberg* Monte do Galo.

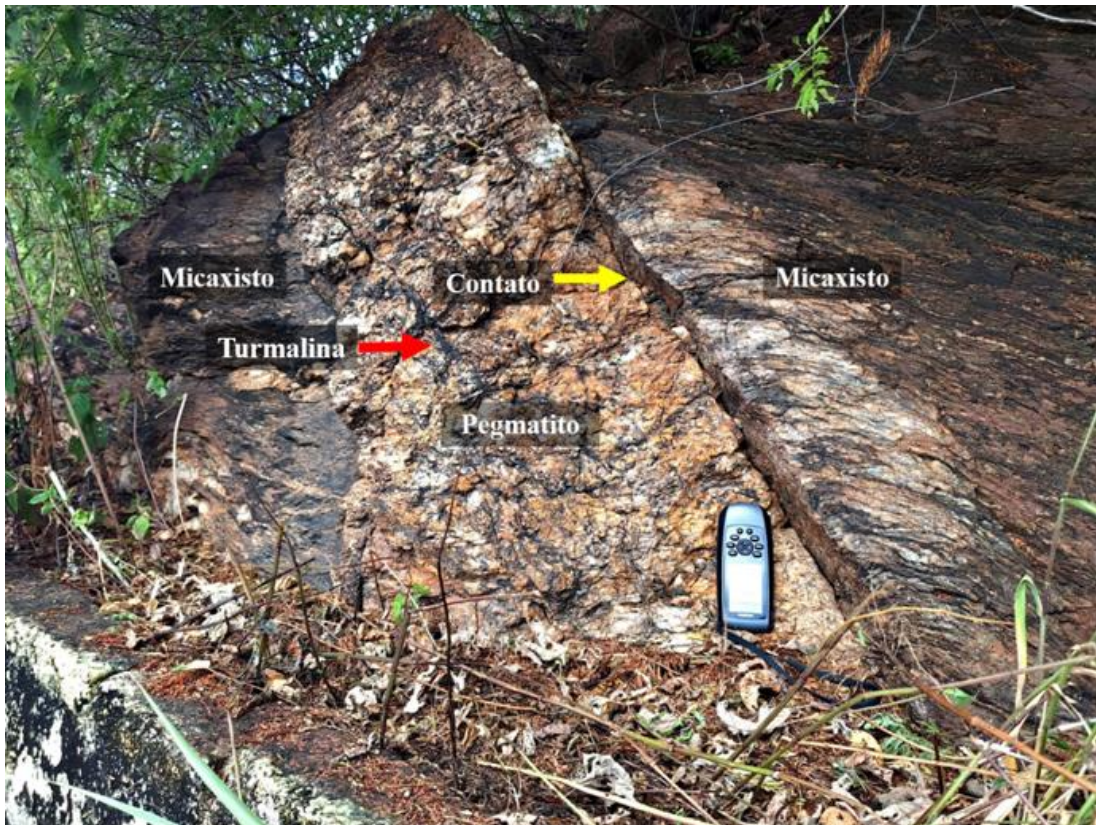
Na interpretação morfológica foram utilizadas as imagens do FABDEM (*Florest and Buildings removed Copernicus DEM V1-2*), que constitui um tratamento digital de remoção de florestas e edifícios/infraestruturas do topográfico (HAWKER et al., 2022). A partir dessa base, foram gerados modelos tridimensionais de elevação, com o uso do *software* QGIS versão 3.22 (QGIS TEAM, 2015).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na sede do município de Carnaúba dos Dantas e no entorno imediato, a relação entre litologia (e.g., micaxistos e quartzitos), baixa solubilidade dos silicatos, estruturas de deformações, processos de denudação e relevo é evidenciada pela erosão diferencial, resultando numa sequência de cristas residuais de direção preferencial NNE-SSW e NE-SW, intrudidas por diques alongados de pegmatito paralelos as zonas de cisalhamento de direção NE-SW (Figura 2).

A baixa solubilidade dos silicatos formados durante o final do resfriamento do magma, típico dos pegmatíticos, e sua reduzida taxa de intemperismo, condicionaram a exposição em superfície de macro e microformas pegmatíticas (e.g., *tors*, *castle koppies*, *inselbergs*), cuja origem e desenvolvimento estão associadas, predominantemente, ao intemperismo seletivo, tanto em subsuperfície como na superfície topográfica, subordinado as características do substrato, herdadas das fases de intrusão, seguida da remoção do manto de alteração.

Figura 2 - Contato entre micaxisto (rocha encaixante) e dique de pegmatito no terço médio da escharpa setentrional do Monte do Galo. A seta vermelha indica injeção de veio de turmalina negra que trunca o corpo pegmatítico, em função da deformação frágil em sítios transtracionais.



Fonte: Acervo dos autores (2024).

O *inselberg* identificado na área de estudo, popularmente, conhecido como “Monte do Galo” (Figura 1), trata-se de uma massa rochosa pegmatítica de morfologia côncavo-convexa, de idade cambriana ( $\approx 485$  a  $541$  Ma), resultante da ação de processos denudacionais que desgastaram e removeram as rochas encaixantes da Formação Seridó (e.g., micaxistos). O alojamento desse corpo pegmatítico foi condicionado por estruturas de deformação dúcteis (e.g., zonas de cisalhamento de Umburana e Frei Martinho) e rúpteis (falhas de direção NE-SW [dextral] e E-W [extensional]).

Na área de estudo o papel dos planos de fraqueza (e.g., falhas e fraturas), associados as zonas de cisalhamentos de Umburana e Frei Martinho, condicionaram os processos denudacionais, que distinguiram o embasamento encaixante dos corpos pegmatitos, com destaque para o *inselberg* Monte do Galo. O Monte do Galo trata-se de uma típica forma residual, rochosa e desprovida de manto de alteração, que pode oferecer informações essenciais associadas à evolução geomorfológica da PPB.

As razões para a manutenção desse sobressalto topográfico incluem o maior espaçamento entre as estruturas de deformação rúpteis (e.g., falhas e fraturas) e o enriquecimento em quartzo, plagioclásio e K-feldspato, os quais dificultam a ação dos processos denudacionais, assim como a saprolitização, de forma a conservar os corpos

alongados de pegmatitos que truncam as unidades pré-cambrianas da PPB, sendo os mesmos alçados gradativamente na superfície topográfica. Portanto, os fatores litológicos e estrutural são considerados como os principais condicionantes no desenvolvimento do *inselberg* “Monte do Galo”.

Na área de estudo, associado ao *inselberg* “Monte do Galo”, existe também o *inselberg* “Morro do Cuscuz” (Figura 1). Essa feição dômica, ainda em fase de exumação, trata-se de uma massa rochosa pegmatítica, com poucas descontinuidades estruturais, desprovido de manto de alteração e encostas nuas, apresentando topo convexo. O desenvolvimento de feições dômicas, segundo Campbell (1997) e Migón (2006), está associado ao predomínio de mecanismos físicos, a exemplo da esfoliação, associados às alterações químicas ocorridas através das diaclases de descompressão, possivelmente em subsuperfície.

De acordo com Cabral Neto et al. (2018), geologicamente, a sede municipal de Carnaúba dos Dantas está inserida no contexto da Formação Seridó, constituída, predominantemente, por micaxistos, que servem de encaixantes para os pegmatitos cambrianos, como pode ser observado na vertente meridional do Monte do Galo (Figura 2).

No entanto, associado as características litoestruturais do área de estudo estão as flutuações climáticas observadas ao longo do Cenozoico, onde os processos erosivos foram intensificados do Neógeno até o Holoceno Médio (CORRÊA, 2001), por oscilações no grau de aridez, com curtos intervalos de reumidificação, relacionados, por exemplo, aos eventos Heinrich (MORAIS NETO et al., 2009) e ao intervalo denominado de Ótimo Climático (máximo da umidificação), que ocorreu entre 7.500 e 4.500 anos A.P., no NE brasileiro (BEHLING et al., 2000).

Bigarella, Becker e Santos (2009) afirmam que a partir das variações climáticas, observadas no Quaternário, pode-se interpretar a gênese dos *inselbergs* (e.g., Monte do Galo e Morro do Cuscuz) sob o ponto de vista da Teoria da Etchplanação (SANTOS; SALGADO, 2010), sendo caracterizados como heranças de condições climáticas mais úmidas, derivados de um paleomanto de alteração (*grus*). Portanto, os *inselbergs* “Monte do Galo” e “Morro do Cuscuz” representam formas relictuais que evidenciam as fases erosivas desencadeadas em períodos de morfogênese ativa, onde ocorreu a retração da vegetação e conseqüente ação dos processos denudacionais com maior intensidade, promovendo a remoção do manto de alteração e a exposição dos relevos saprolíticos (MAIA; NASCIMENTO, 2018; LIMA et al., 2019).

Portanto, diante do exposto, podemos concluir que o termo *inselberg* é geralmente aplicado ao relevo produzido pelo rebaixamento da superfície em seu entorno, constituindo típicas formas residuais rochosas (<10 km<sup>2</sup>) (LIMA et al., 2019), que podem fornecer informações essenciais associadas à evolução geomorfológica dos terrenos nos quais ocorrem (MAIA; NASCIMENTO, 2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sede do município de Carnaúba dos Dantas exhibe diferentes feições formadas em granitos pegmatíticos, a exemplo de *tors*, *castle koppies* e *inselbergs*, sendo identificadas em setores que apresentam uma menor cobertura pedológica, como nas vertentes secas das Serra do Maribondo e Serra do Piauí, assim como na superfície erosiva rebaixada. Dessa forma, tendo em vista as flutuações climáticas quaternárias ocorridas no NE brasileiro, infere-se que o substrato rochoso da área de estudo, constituído predominantemente por micaxisto da Formação Seridó, foi alterado em subsuperfície, através da meteorização seletiva em fases pedogenéticas associadas a climas mais úmidos, que resultou em mantos de alteração com espessuras diferenciadas, os quais foram posteriormente removidos por processos erosivos associados a distintos sistemas morfogenéticos, expondo em superfície macro e microformas pegmatíticas até então recobertas por regolitos, a exemplo do *inselberg* “Monte do Galo” e “Morro do Cuscuz”.

**Palavras-chave:** Pegmatito, Relevo saprolítico, Erosão diferencial, Faixa Seridó.

## REFERÊNCIAS

- BASTOS, F. H. et al. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. In: CARVALHO JÚNIOR, O. A. et al. (Orgs.). **Revisões de literatura da geomorfologia brasileira**. Brasília: Universidade de Brasília, 2022. p. 733-758.
- BEHLING, H. et al. Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. **Quaternary Science Reviews**, v. 19, n. 10, p. 981-994, 2000.
- BERNARDINO, D. S. M. et al. Land use and land cover in the territory of Seridó UNESCO Global Geopark, Northeast Brazil. **Geoheritage**, v. 15, n. 62, p. 2023.
- BEURLIN, H. et al. The Borborema pegmatite province, NE-Brazil revisited. **Estudos Geológicos**, v. 2, n. 19, p. 62-66, 2009.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. 2 ed. v. 1. Florianópolis: UFSC, 2009. 425 p.
- CABRAL NETO, I. et al. **Mapa geológico e de recursos minerais de lítio – Província Pegmatítica da Borborema**. Escala 1:250.000. Natal: CPRM, 2018.
- CAMPBELL, E. M. Granite landform. **Journal of the Royal Society of Western Australia**, v. 80, n. 3, p. 101-112, 1997.
- CORRÊA, A. C. B. **Dinâmica geomorfológica os compartimentos elevados do Planalto da Borborema, nordeste do Brasil**. 386f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001.

- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea do Rio Grande do Norte: diagnóstico do município de Carnaúba dos Dantas**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11p.
- 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.
- HAWKER, L. et al. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. **Environmental Research**, v. 17, 2022.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE. **Perfil do município de Carnaúba dos Dantas**. Governo do Estado do Rio Grande do Norte: IDEMA, 2008. 23 p.
- LIMA, D. L. S. et al. Geomorfologia granítica do maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 2, p. 373-395, 2019.
- MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos graníticos do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, p. 373-389, 2018.
- MIGÓN, P. Bornhardt. In: GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of geomorphology**. Londres: Taylor & Francis e-Library, 2006, p. 92-93.
- MIGÓN, P.; MAIA, R. P. Pedra da Boca, Pai Mateus, and Quixadá-Three Possible Key Geoheritage Sites in Northeast Brazil. **Geoheritage**, v.12, n. 51, 20 p, 2020.
- MORAIS NETO, J. M. et al. Timing and mechanisms for the generation and modification of the anomalous topography of the Borborema Province, northeastern Brazil. **Marine and Petroleum Geology**, v. 26, n. 7, p. 1070-1086, 2009.
- NASCIMENTO, M. A. L.; FERREIRA, R. V. Geoparque Seridó (RN): proposta. In: SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (Orgs.). **Geoparques do Brasil: propostas**. CPRM, 2012. p. 363-416.
- 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.
- SALES, M. C. C. **Considerações sobre os granitos pegmatíticos da província pegmatítica do Seridó: mapeamento geológico e geoquímica**. 102f. Monografia (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.
- SANTOS, J. M.; SALGADO, A. A. R. Gênese da superfície erosiva em ambiente semiárido - Milagres/BA: considerações preliminares. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 1, p. 236-247, 2010.
- SILVA, M. R. R. **Petrographical and geochemical investigations of pegmatites in the Borborema Pegmatitic Province of Northeastern Brazil**. 325f. Tese (Doutorado) - Universitat Muenchen, Munich. 1993.
- SOARES, D. R. **Contribuição à petrologia de pegmatitos mineralizados em elementos raros e elbaítas gemológicas da Província Pegmatítica da Borborema, Nordeste do Brasil**. 170f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociência, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.
- VIDAL ROMANÍ, J. R. Forms and structural fabric in granite rocks. **Caderno do Laboratório Xeológico de Laxe**, v. 33, p. 175-198, 2008.