

# MACIÇOS GRANÍTICOS DE MARANGUAPE E ARATANHA, NE DO BRASIL: UMA INTERPRETAÇÃO MORFOESTRUTURAL

Cordeiro, A.M.N. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE) ; Bastos, F.H. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ) ; Diniz, M.T.M. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE) ; Siame, L. (UNIVERSITÉ AIX-MARSEILLE)

## RESUMO

Muitos relevos graníticos do Domínio Ceará Central, da Província Borborema, apresentam-se dissociados, em virtude da maior resistência aos processos denudacionais, em relação ao embasamento encaixante. O presente trabalho propõe uma interpretação geomorfológica para os maciços de Aratanha e Maranguape, baseada em avanços recentes na interpretação geológica local e dados morfoestruturais regionais. O método empregado consistiu em revisão bibliográfica sobre a gênese e evolução de maciços graníticos, associada à interpretação cartográfica e trabalhos de campo. Como resultado, infere-se que o relevo estudado é resultado da interação entre eventos tectônicos pretéritos (subducção crustal pré-cambriana do Oceano Góias-Faurasiano, rifteamento intracontinental mesozoico, flexura marginal e magmatismo cenozoicos) e a ação passiva dos sienogranitos que, com a intensificação de ciclos denudacionais neogênicos, justificam o atual sobressalto topográfico dos maciços.

## PALAVRAS CHAVES

*Geomorfologia estrutural; Semiárido brasileiro; Erosão diferencial; Província Borborema; Maciços residuais*

## ABSTRACT

Many granite reliefs in the Ceará Central Domain, in the Borborema Province, are dissociated, due to their greater resistance to denudational processes, in relation to the surrounding lithologies. The present manuscript proposes a geomorphological interpretation for the Aratanha and Maranguape massifs, based on recent advances in local geological interpretation and regional morphostructural data. The method employed consisted of a bibliographic review on the genesis and evolution of granite massifs, associated with cartographic interpretation and fieldwork. As a result, we interpret that the analyzed relief is the result of the interaction between past tectonic events (Precambrian crustal subduction of the Góias-Faurasian Ocean, Mesozoic intracontinental rifting, Cenozoic marginal flexure and magmatism) and the passive action of syenogranites that, with the intensification of Neogenic denudational cycles, justify the current topographical exhumation of the massifs.

## INTRODUÇÃO

A Orogênese Brasileira, datada do Neoproterozoico (BRITO NEVES et al., 2000), representa o mais importante processo de evolução geológica do Brasil (SCHOBENHAUS et al., 2003), que produziu um largo sistema de dobramentos conhecido como “Província Borborema” (ALMEIDA et al., 2000), sendo responsável pela estruturação de planos de deformação dúcteis transcorrentes de cinemática, predominante NE-SW e E-W (CASTRO et al., 2012), no embasamento cristalino pré-cambriano. Tais deformações são marcadas por intrusões graníticas (CABY et al., 1991; ANGELIM et al., 2006), representadas por batólitos e stocks, com características petrográficas, geoquímicas e geocronológicas distintas (NASCIMENTO et al., 2015), que foram exumadas pela erosão diferencial do embasamento metamórfico encaixante, constituindo cerca de 30% da área total da Província Borborema (BRITO NEVES et al., 2003). A resistência geomorfológica dos granitos, influenciada pela composição mineral, textura, tamanho dos cristais, comportamento estrutural, grau de solubilidade e baixa porosidade (THORNBURY, 1966; MIGÓN, 2006) é capaz de sustentar morfologias residuais como maciços, inselbergs, inselguebergs e bornhards (BASTOS et al., 2022), expostos pela denudação das antigas áreas orogênicas e, posteriormente, retrabalhadas por agentes erosivos,

associados aos diversos sistemas morfogenéticos cenozoicos (CORRÊA et al., 2010). Os estágios evolutivos dos maciços graníticos são condicionados pela erosão diferencial (BASTOS; CORDEIRO, 2021), podendo estar associado ao magmatismo anorogênico (ALMEIDA et al., 2000) e/ou a processos tectônicos, a exemplo, do processo de rifteamento intracontinental, no segmento setentrional do NE brasileiro (~120 Ma) (MATOS, 2000), que contribuíram para colocar em condições de afloramento parcelas dos granitos brasileiros (CLAUDINO SALES, 2016). Uma significativa ocorrência de relevos graníticos residuais da Província Borborema se encontra no Domínio Ceará Central (DCC) (Figura 1), que constitui um compartimento tectônico que sofreu soerguimentos ao longo das fases rift (PEULVAST, CALUDINO SALES, 2003) e pós-rift (SAAD; TORQUATO, 1992), intensificando processos denudacionais e exumação de corpos plutônicos. Essas exumações graníticas se apresentam distribuídas compondo compartimentos morfológicos de diferentes dimensões, com destaque para macroformas como os maciços de Uruburetama, Aratanha e Maranguape, esses dois últimos em destaque na figura 1. Os maciços de Aratanha e Maranguape constituem relevos graníticos aguçados, separados por uma superfície de erosão, cuja explicação geomorfológica ainda demanda discussões mais detalhadas quanto aos fatores litoestruturais, tendo em vista que os mapeamentos geológicos não traziam diferenciações litológicas capazes de justificar as variações na morfologia dos compartimentos. Face ao exposto, o presente trabalho apresenta uma interpretação dos aspectos geomorfológicos dos maciços pré-litorâneos de Aratanha e Maranguape, situados no setor setentrional da Província Borborema, próximos à capital do Estado do Ceará (Fortaleza), a partir da combinação interpretativa dos fatores endógenos ativos e passivos com a ação denudacional cenozoica. Tal análise se baseia em avanços recentes em termos de interpretação mineralógica e petrográfica das litologias relacionadas a esses maciços e ao embasamento encaixante.

## MATERIAL E MÉTODOS

As etapas metodológicas que conduziram essa pesquisa foram estabelecidas com base em uma ampla revisão bibliográfica sobre a gênese e evolução de maciços graníticos na porção setentrional da Província Borborema, além de outros temas que buscam enfatizar a importância da inter-relação entre o arcabouço litoestrutural e os processos denudacionais, associada à interpretação cartográfica, levantamento e análises de campo, e processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. O levantamento cartográfico teve como base os trabalhos de Brandão (1995); Cavalcante et al. (2003); e Pinéo et al. (2020), além do levantamento da densidade de fraturamento (BARBOSA; MAIA, 2018) e litologia (PITOMBEIRA et al., 2021), que viabilizaram a atualização dos componentes litoestruturais da área, assim como na identificação dos setores mais susceptíveis aos processos denudacionais. Os trabalhos de reconhecimento de campo viabilizaram a correlação entre os compartimentos geomorfológicos e os condicionantes litoestruturais. Essa pesquisa contou ainda com o processamento digital de imagens SRTM (cena s04\_w039\_1arc\_v3 e s05\_w039\_1arc\_v3), disponibilizadas na página Earth Explore (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), as quais permitiram a confecção dos produtos cartográficos e, posteriormente, a interpretação e correlação de dados geológicos e geomorfológicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Soerguimentos Mesozoicos e Pós-Cretáceos** O Maciço de Baturité, localizado a uma distância de ~50 km da capital Fortaleza-CE, segundo Peulvast e Claudino Sales (2000), teria sido soerguido no Neocomiano, seguindo a organização do rift Potiguar, do qual seria um vestígio do ombro ocidental, juntamente com os maciços de Aratanha e Maranguape (BÉTARD; PEULVAST, 2011), sendo, conseqüentemente, atacados por ações denudacionais seletivas. No Cretáceo Superior, provavelmente, a partir do Campaniano, a região do Maciço de Baturité, a qual inclui os maciços de Aratanha e Maranguape, sofreu novos soerguimentos, sobretudo em resposta ao soerguimento flexural da margem continental do Estado do Ceará (CLAUDINO SALES; PEULVAST, 2007), o qual intensificou a ação denudacional nas litologias expostas do DCC. No entanto, a altimetria dos maciços de Aratanha e Maranguape, assim como de Baturité, parece sugerir a contribuição de um soerguimento pós-Cretáceo, possivelmente relacionado magmatismo basáltico datado do Paleógeno (e.g. vulcanismo Messejana) (PEULVAST; CLAUDINO SALES; GUNNELL, 2008), que atingiu esse setor da margem continental transformante do Estado do Ceará, criando edifícios vulcânicos submarinos

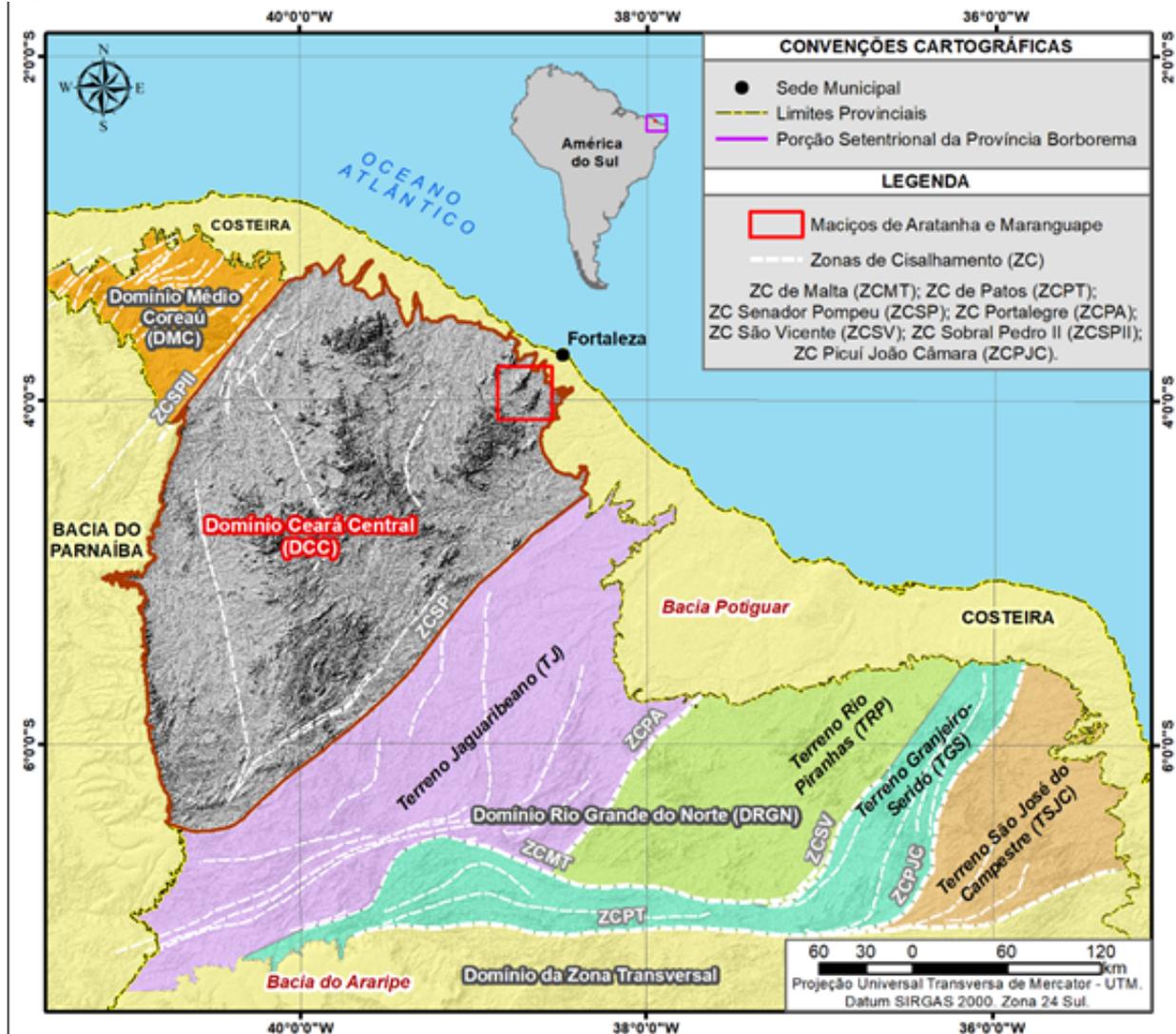
(CONDÉ et al., 2007), entre os quais o guyot do Ceará, e uma série de formas superficiais, associadas à Suíte Messejana, como, por exemplo, os necks (e.g. serrote Japarara, situado na porção SW do Maciço de Maranguape). A intensidade desse episódio magmático cenozoico não parece ter sido suficiente para ter produzido um soerguimento de expressão regional (CLAUDINO SALES; PEULVAST, 2007). No entanto, os “esporões costeiros” do Maciço de Baturité, a exemplo dos maciços de Aratanha (780 m) e Maranguape (920 m), foram afetados pelo vulcanismo alcalino oligocênico (COSTA; CLAUDINO SALES, 2020), caracterizando-os como relevos de exceção na margem continental do NE brasileiro. O vulcanismo cenozoico, iniciado a partir do estabelecimento de um hotspots astenosférico (MISUZAKI et al., 2002), penetrou ~30 km, no interior do compartimento costeiro central do Estado do Ceará (BRAGA et al., 1981), proporcionando o estabelecimento na crosta de uma zona de anomalia térmica ( $> 200\text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$ ), identificada ao norte do Maciço de Baturité (CARNEIRO; HAMZA; ALMEIDA, 1989). Os eventos tectônicos pós-Campaniano e os processos erosivos do Neógeno (PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2006) não foram suficientes para alterar a organização da morfologia do Estado do Ceará, em grande parte herdada do Cretáceo (CLAUDINO SALES; PEULVAST, 2007). Essa interpretação também se aplica à área de estudo, que se caracteriza pela disposição de relevos cristalinos residuais dissociados numa superfície erosiva rebaixada, com declive suave em direção ao Oceano Atlântico. Portanto, a formação dos principais volumes montanhosos, a exemplo do Maciço de Baturité, assim como dos maciços de Maranguape e Aratanha, foi quase concluída no fim do Cretáceo, enquanto que no Paleógeno/Neógeno, os mesmos foram submetidos a processos erosivos pouco variáveis e moderados, em resposta ao soerguimento flexural (BÉTARD; PEULVAST, 2011) e, ao vulcanismo cenozoico (PEULVAST; CLAUDINO SALES; GUNNELL, 2008).

**Relações Morfoestruturais e Erosão Diferencial**

A interpretação da morfologia dos maciços de Aratanha e Maranguape constitui um importante problema geomorfológico, tendo em vista que a maior parte dos mapeamentos geológicos realizados na área não apresentavam diferenciações litológicas e nem deformações estruturais (CAVALCANTE et al., 2003; PINÉO; ZWIRTES, 2013; PINÉO et al., 2020), capazes de contribuir com uma explicação morfogenética baseada na erosão diferencial. Dessa forma, ficava difícil explicar a variação morfológica observada na área em questão, constituída por contatos íngremes entre as vertentes dos maciços e a superfície erosiva rebaixada. No entanto, a partir de dados mais recentes levantados em campo, Pitombeira et al. (2021) determinaram que os maciços de Aratanha e Maranguape são constituídos, respectivamente, por granitoides porfíricos e sienogranitos de caráter tardi- tectônicos, sendo delimitados por monzogranito, que representa o embasamento encaixante (Figura 2). Esses dados possibilitam uma interpretação geomorfológica capaz de avançar em discussões referentes à erosão diferencial. Os granitoides do Maciço de Aratanha, que ocorrem em contato com os monzogranitos, que constituem a superfície encaixante, apresentam textura porfírica, estrutura foliada, granulação grossa e fenocristais centimétricos de microclina, sendo a fase ferromagnesiana representada pela biotita, a qual define a foliação principal da rocha (PITOMBEIRA et al., 2021). Esses granitoides são seccionados transversalmente por falhas direção NW-SE (BRANDÃO, 1995) e por diques aplíticos de sienogranitos (PITOMBEIRA et al., 2021), que constituem a superfície somital do Maciço de Aratanha, sendo a litologia responsável pelas principais elevações desse maciço. O Maciço de Maranguape constitui um relevo residual relacionado à resistência litológica dos sienogranito, frente às ações dos processos denudacionais pretéritos e atuais. Os referidos sienogranitos apresentam textura seriada a porfírica inequigranular e foliação fraca definida pela orientação de quartzo e feldspato, incluindo fenocristais de k-feldspato, e por biotita (PITOMBEIRA et al., 2021), sendo responsáveis pelas principais elevações presentes na área de estudo, em contato intrusivo com monzogranitos e granitoides porfíricos de granulação grossa. A superfície erosiva rebaixada situada entre os maciços residuais e no setor adjacente aos mesmos é constituída por monzogranitos (PITOMBEIRA et al., 2021). A partir de dados de Pitombeira et al. (2021) constata-se que os monzogranitos apresentam enriquecimento em minerais máficos, com composição mineral de 30% de biotita, a qual define a foliação principal da rocha, e 5% de muscovita, em detrimento dos minerais félsicos como o quartzo (25%) e k-feldspato (20%), o que confere uma menor coesão física da rocha ao intemperismo físico-químico (PECH, 2005). O embasamento pré-cambriano encaixante, que está relacionado ao setor mais rebaixado circunvizinho aos maciços, apresenta constituição litológica relativamente uniforme (PITOMBEIRA et al., 2021). No entanto, constata-se uma importante ruptura topográfica, associada ao conjunto de falhas de direção NW-SE, próximo ao distrito de Ladeira

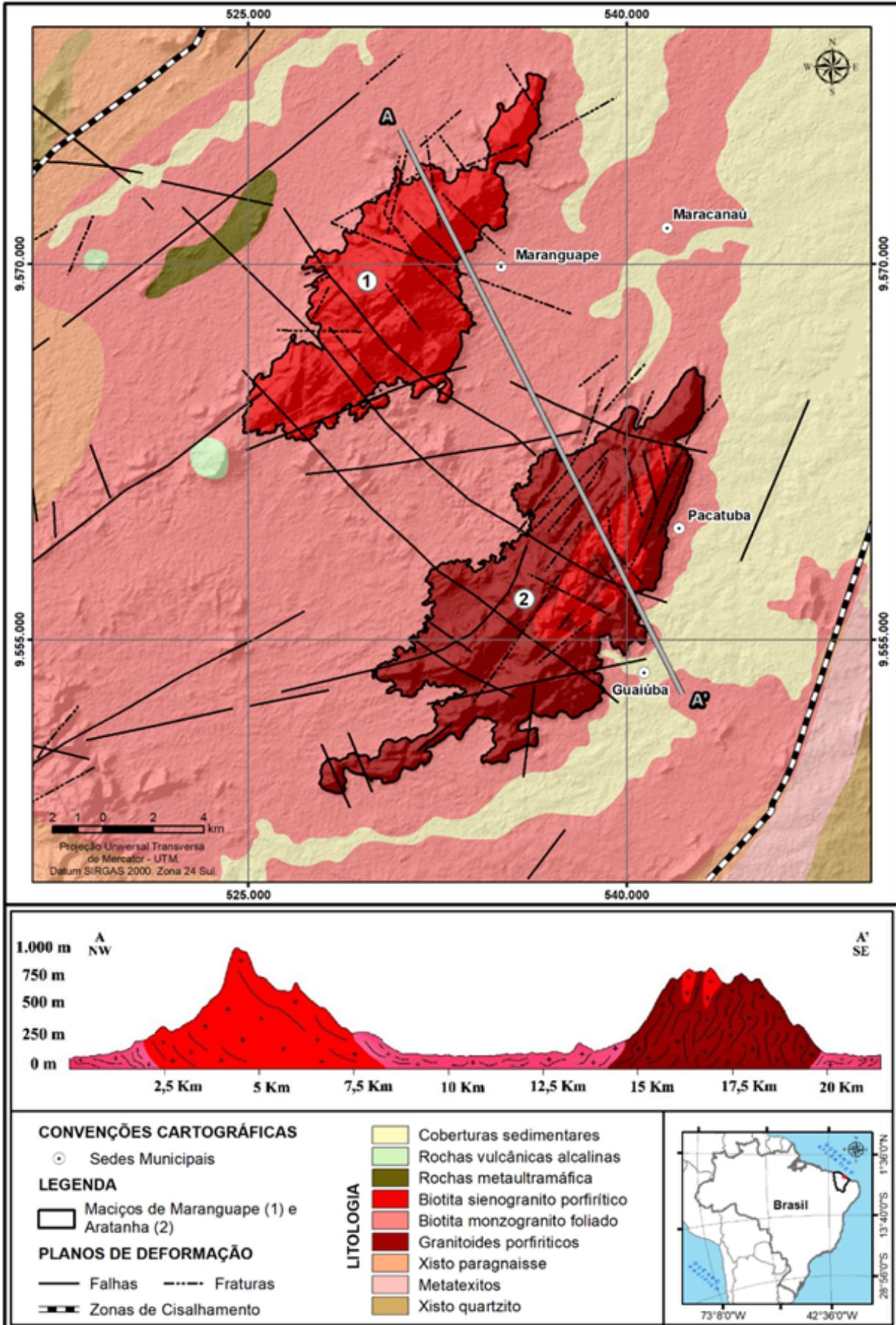
Grande, no Município de Maranguape-CE, que responde pela compartimentação da superfície erosiva em dois setores com elevações distintas. Barbosa e Maia (2018) associaram esses setores com uma resistência diferenciada aos processos erosivos, em função da maior ou menor densidade de fraturamento, sendo que a Superfície Erosiva Rebaixada I (SER I) apresenta altitude entre 100 e 200 m, em função da menor densidade de fraturamento, e a Superfície Erosiva Rebaixada (SER II) apresenta cotas variáveis entre 50 e 90 m, em função da maior densidade de fraturamento (Figura 3). Cabe destacar que, segundo os levantamentos geológicos realizados na área em questão, não foram mapeadas entre os maciços de Aratanha e Maranguape, conjuntos adensados de estruturas de deformação rúpteis. O que se verifica na porção SW da área, que corresponde a SER I, é um espessamento crustal, em função do estabelecimento na crosta de uma zona de anomalia térmica ( $> 200\text{mW.m}^{-2}$ ), identificada entre o norte do Maciço de Baturité e a porção meridional dos maciços de Aratanha e Maranguape (CARNEIRO; HAMZA; ALMEIDA, 1989). No caso dos sienogranitos e granitoides porfíricos, da área de análise, a baixa densidade de falhas, em consonância com a resistência litológica, responde pelos altos topográficos. A compartimentação morfológica da área de estudo reflete, portanto, um nítido controle litológico, onde os processos erosivos são controlados pela variedade faciológica dos granitos, que compõem os maciços residuais e o embasamento encaixante.

Figura 1



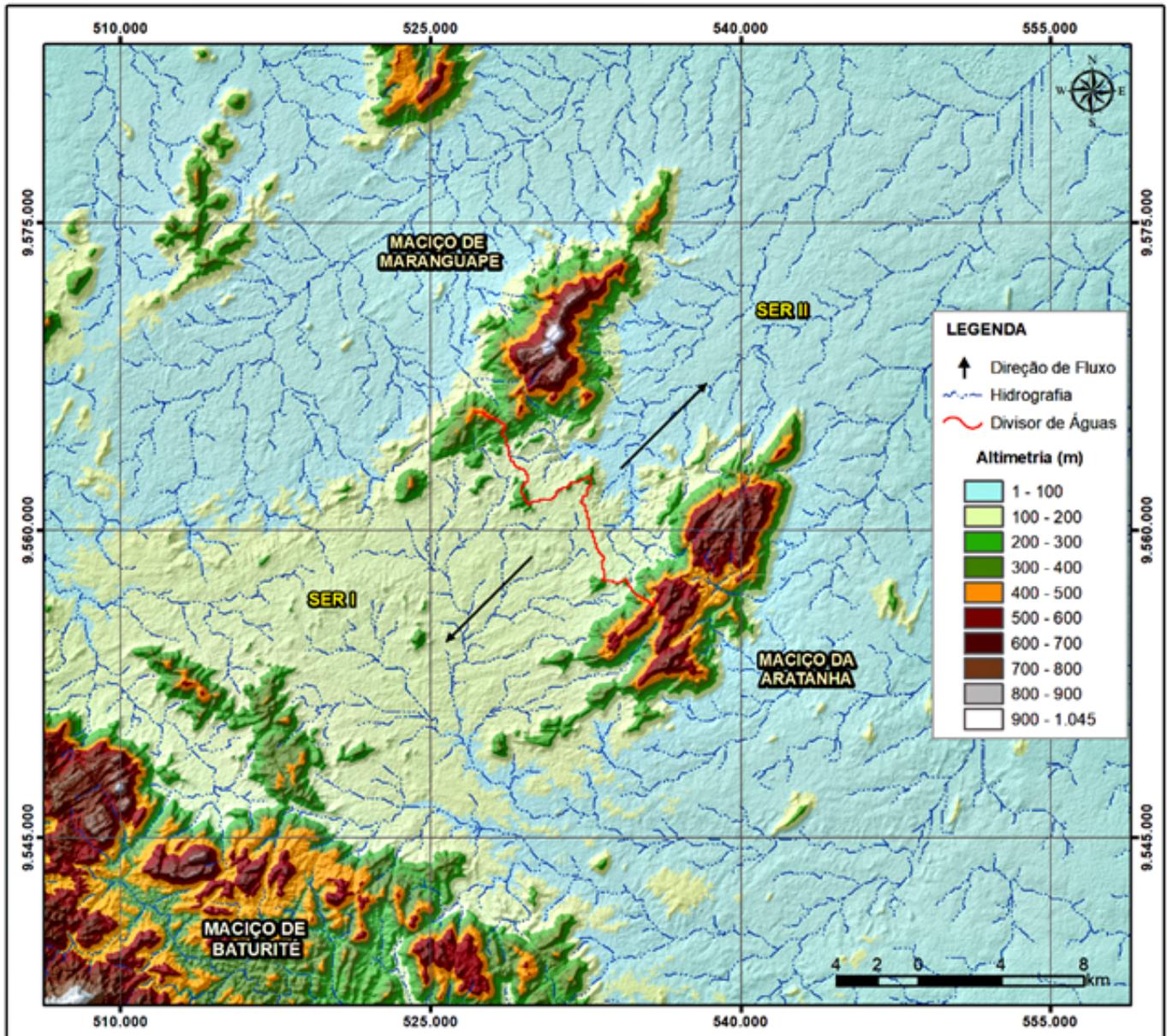
Domínio Ceará Central no contexto da porção setentrional da Província Borborema. Quadrícula vermelha: maciços de Aratanha e Maranguape.

*Figura 2*



Mapa geológico da área de estudo. Fonte: elaborado pelos autores, a partir de Brandão (1995) e Pitombeira et al. (2021).

Figura 3



Localização das superfícies erosivas rebaixadas I e II. A linha vermelha representa o divisor de águas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa procurou contribuir com a explicação da descontinuidade morfológica entre os maciços de Aratanha e Maranguape, a partir da análise dos dispositivos morfoestruturais. A análise morfoestrutural demonstrou a importância do rifting intracontinental, na configuração atual desses maciços graníticos, interpretados como vestígios erodidos do ombro NW do rift Potiguar, assim como do soerguimento flexural da margem continental e do magmatismo basáltico no rejuvenescimento dos maciços e retrabalhamento cíclico do embasamento encaixante, através da alternância de episódios de intemperismo e erosão, controlados pelas variações do clima regional. Os maciços graníticos de Aratanha e Maranguape se destacam como sobressaltos topográficos, na superfície

erosiva rebaixada, tendo em vista a maior resistência dos granitoides porfiríticos e sienogranitos à denudação, favorecendo assim, através da erosão diferencial, o desgaste do embasamento encaixante, constituído por monzogranitos, enriquecido em minerais máficos, a exemplo da biotita e muscovita, em detrimento dos minerais félsicos, o que lhe confere uma menor coesão física ao intemperismo físico-químico. Portanto, as características faciológicas dos monzogranitos que compõem o embasamento encaixante induziram os processos denudacionais responsáveis pelo rebaixamento dessa superfície, e pela conseqüente individualização dos maciços de Aratanha e Maranguape, mais resistentes à erosão.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Departamento de Geografia do Centro de Ensino Superior do Seridó - DGC/UFRN e a Direção do Centro de Ensino Superior do Seridó/UFRN pelo apoio logístico e financeiro.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA**

- ALMEIDA, F. F. M.; BRITO NEVES, B. B.; CARNEIRO, C. D. R. The origin and evolution of the South American Platform. *Earth Science Reviews*, n. 50, p. 77-111, 2000. DOI: 10.1016/S0012-8252(99)00072-0.
- 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. 119p.
- BARBOSA, A. B. S.; MAIA, R. P. Geomorfologia dos maciços costeiros da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 19, n. 3, p. 617-633, 2018. DOI: 10.20502/rbg.v19i3.1312.
- 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. DOI: 10.48025/ISSN2675-6900.v2n1.2021.135.
- 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. Revisões de Literatura Geomorfológica Brasileira. União de Geomorfologia Brasileira, 2022. p. 737-762.
- BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P. Evolução morfoestrutural e morfopedológica do Maciço de Baturité e de seu Piemont: do Cretáceo ao presente. In: BASTOS, F. H. (Org.). Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editor, 2011. p. 35-59.
- BRAGA, A. P. G.; PASSOS, C. A. B.; SOUZA, E. M.; FRANÇA, J. B.; MEDEIROS, M. F.; ANDRADE, V. A. Geologia da região nordeste do Estado do Ceará: projeto Fortaleza. Relatório final. Brasília: DNPM/CPRM, 1981. 123p.
- BRANDÃO, R. L. Sistema de informações para a gestão e administração territorial da Região Metropolitana de Fortaleza-Projeto SINFOR: mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza. v. 01. Fortaleza: CPRM, 1995. 34p.
- BRITO NEVES, B. B.; SANTOS, E. J.; VAN SCHMUS, W. R. Tectonic history of the Borborema Province, Northeastern Brazil. In: CORDANI, G. U.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Ed.). Tectonic evolution of South America. 31. International Geological Congress. Rio de Janeiro, 2000. p. 151-182.
- BRITO NEVES, B. B.; PASSARELLI, C. R.; BASEI, M. A. S.; SANTOS, E. J. Idades U-Pb em Zircão de alguns granitos clássicos da Província Borborema. *Revista do Instituto de Geociências*, v. 3, p. 25-38, 2003. DOI: 10.5327/S1519-874X2003000100003.
- CABY, R.; SIAL, A. N.; ARTHAUD, M. H.; VAUCHEZ, A. Crustal evolution and the Brasiliano Orogeny in Northeast Brazil. In: DALLMEYER, R. D.; LÉCORCHÉ, J. P. (Ed.). The west African orogeno and circum-Atlantic correlatives. Berlin: Springer, 1991. p. 373-397.
- CARNEIRO, D. C; HAMZA, V. M; ALMEIDA, F. F. M. Ativação Tectônica, Fluxo Geotérmico e Sismicidade no Nordeste Oriental Brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 19, n. 3, p. 310-322, 1989.
- CASTRO, D. L.; BEZERRA, F. H. R.; SOUSA, M. O. L.; FUCK, R. A. Influence of Neoproterozoic tectonic fabric on the origin of the Potiguar Basin, northeastern Brazil and its links with West Africa based on

- gravity and magnetic data. *Journal of Geodynamics*, n. 54, p. 29-42, 2012a. DOI: 10.1016/j.jog.2011.09.002.
- CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; MEDEIROS, M. F.; PAIVA, I. G. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Programa Levantamentos Geológicos do Brasil. Escala: 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil/CPRM, 2003.
- CLAUDINO SALES, V. Megageomorfologia do Estado do Ceará: história da paisagem geomorfológica. São Paulo: Editora Novas Edições Acadêmicas, 2016. 59p.
- CLAUDINO SALES, V.; PEULVAST, J-P. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. *Caminhos da Geografia*, v.7, n. 2, p. 7-21, 2007.
- COSTA, A. T.; CLAUDINO SALES, V. “Os vulcões cearenses” gênese e evolução dos relevos vulcânicos da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 37, n. 1, p. 1-36, 2020. DOI: 10.51359/2238-6211.2020.239442.
- CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. *Revista do Instituto Geológico*, n. 31, v. 1/2, p. 35-52, 2010. DOI: 10.5935/0100-929X.20100003.
- MIGÓN, P. *Geomorphological landscapes of the world: granite landscapes of the world*. New York: Oxford University Press Inc., 2006. 417p.
- MIZUSAKI, A. M. P.; THOMAZ FILHO, A.; MILANI, E. J.; CÉSERO, P. Mesozoic and Cenozoic igneous activity and its tectonic control in the northeastern region of Brazil, South America. *Journal of South America Earth Sciences*, v. 15, p. 183-198, 2002. DOI: 10.1016/S0895-9811(02)00014-7.
- 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. DOI: 10.1016/j.jsames.2014.09.008.
- PECH, P. *Géomorphologie structurale. Synthèse*. Paris: Ed. Armand Colin, 2005. 95p.
- PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V. Dispositivos morfoestruturais e evolução morfotectônica da margem passiva transformante do Nordeste brasileiro. In: III Simpósio Nacional de Geomorfologia, 3., 2000, São Paulo. Anais... Campinas, 2000, 3p.
- PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V. Mapa morfoestrutural do Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e da Paraíba. In: Brasil. Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará. Mapa na escala 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil, 2003.
- PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V.; GUNNELL, Y. 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, p. 39-60, 2008. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2007.11.005.
- PINÉO, T. R. G.; ZWIRTES, S. Mapa geológico da Folha SB.24-X-A-I Baturité. Programa Geologia do Brasil. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil/CPRM, 2013.
- PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M.; COSTA, F. G.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; GOMES, F. E. M.; BESSA, M. D. M. R.; LIMA, A. F.; HOLANDA, J. L. R.; FREIRE, D. P. C. Mapa geológico do Estado do Ceará. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará. Escala de 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil/CPRM, 2020.
- PITOMBEIRA, J. P. A.; AMARAL, W. S.; SANTOS, T. J. S.; DANTAS, E. L.; FUCK, R. A. A new record of continental arc magmatism in the Ceará Central Domain, Borborema Province (NE Brazil): evidence from the Pacatuba-Maranguape Complex. *Precambrian Research*, v. 359, p. 1-28, 2021. DOI: 10.1016/j.precamres.2021.106192.
- SAADI, A.; TORQUATO, J. R. Contribuição à Neotectônica do Estado do Ceará. *Revista de Geologia*, n. 5, p. 5-38. 1992.
- SCHOBENHAUS, C.; BRITO NEVES, B. B. A geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Org.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: textos, mapas e SIG*. Brasília: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2003. p. 05-54.
- THORNBURY, William D. *Princípios de geomorfologia*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz, 1966. p. 17-35.