

COMPORTAMENTO GEOMORFOLÓGICO DAS FÁCIES GRANÍTICAS DO BATÓLITO DE QUIXADÁ, CEARÁ - BRASIL

Anna Sabrina Vidal de **SOUZA**
Universidade Federal do Ceará
annasabrinavidal@gmail.com

Hudson Silva **ROCHA**
Universidade Federal do Ceará
hudsonsrocha@gmail.com

Rubson Pinheiro **MAIA**
Universidade Federal do Ceará
rubsonpinheiro@yahoo.com.br

RESUMO: O município de Quixadá, inserido no Ceará central, apresenta um campo de inselbergs desenvolvidos sobre o batólito Quixadá-Quixeramobim, o qual possui um modelado heterogêneo de litologia granítica, em função da diferenciação faciológica e controle estrutural. Tais características influenciam nos perfis de dissolução e fraturamento dos inselbergs conforme a meteorização predominante. O presente trabalho tem como procedimento metodológico a observação em campo e o levantamento bibliográfico, sendo correlacionados para a interpretação do objeto em análise. Verificou-se que os inselbergs caracterizam-se pela prevalência da mineralogia máfica ou félsica e do aspecto dúctil ou rúptil. Dessa forma, destaca-se que a geomorfologia de toda a área apresenta uma transição importante do ponto de vista do controle estrutural e climático, pois à medida que se distanciam do centro do plúton no complexo granítico até a borda no contato com a rocha encaixante do complexo gnáissico-migmatítico, essas propriedades condicionam seu comportamento geomorfológico.

Palavras-chaves: Inselbergs. Plúton. Litologia granítica. Faciologia.

GEOMORPHOLOGICAL BEHAVIOR OF THE GRANITIC FACIES OF QUIXADÁ BATHOLITH, CEARÁ – BRAZIL

ABSTRACT: The city of Quixadá, located in central Ceará, presents an inselberg field developed above the Quixadá-Quixeramobim batholith, which is a heterogenic shape of granitic litology, resulting of the faciologic distinction and structural control. These characteristics affect the dissolution and fracturing profiles of inselbergs according to the prevalent weathering. The methodological procedures of this work are: field observation and bibliographic collection, which are correlated for interpretation of the subject analysis. It has been verified prevalence of mafic or felsic mineralogy and ductil or ruptil aspects. This way, it can be highlighted the presence of an important geomorphological transition related to the structural and climatic control: insofar as its pull away of the center of the pluton in granitic complex until the contact with the surrounding rock of the gnaissic-migmatitic complex, these properties have conditioned their geomorphological behavior.

Keywords: Inselbergs. Pluton. Granitic litology. Faciology.

COMPORTAMIENTO GEOMORFOLÓGICO DE LAS FACIES GRANITICAS DEL BATOLITO QUIXADÁ, CEARÁ - BRASIL

RESUMEN: El municipio de Quixadá, insertado en el centro de Ceará, tiene un campo de inselbergs desarrollado en el batolito Quixadá-Quixeramobim, que tiene un modelo heterogéneo de litología granítica, debido a su diferenciación y control estructural. Dichas características influyen en los perfiles de disolución y fractura de inselbergs de acuerdo con la meteorización prevaleciente. El presente trabajo tiene como procedimiento metodológico la observación en el campo y la encuesta bibliográfica, correlacionándose para la interpretación del objeto bajo análisis. Se descubrió que los Inselbergs se caracterizan por la prevalencia de la mineralogía máfica o félica y la apariencia dúctil o quebradiza. Por lo tanto, es digno de mención que la geomorfología de toda el área presenta una transición importante desde el punto de vista del control estructural y climático, ya que se alejan del centro del plutón en el complejo granítico al borde en contacto con la roca circundante. complejo gneisico-migmatítico, estas propiedades condicionan su comportamiento geomorfológico.

Palabras clave: Inselbergs, Plutón, Litología Granítica, Faciología.

INTRODUÇÃO

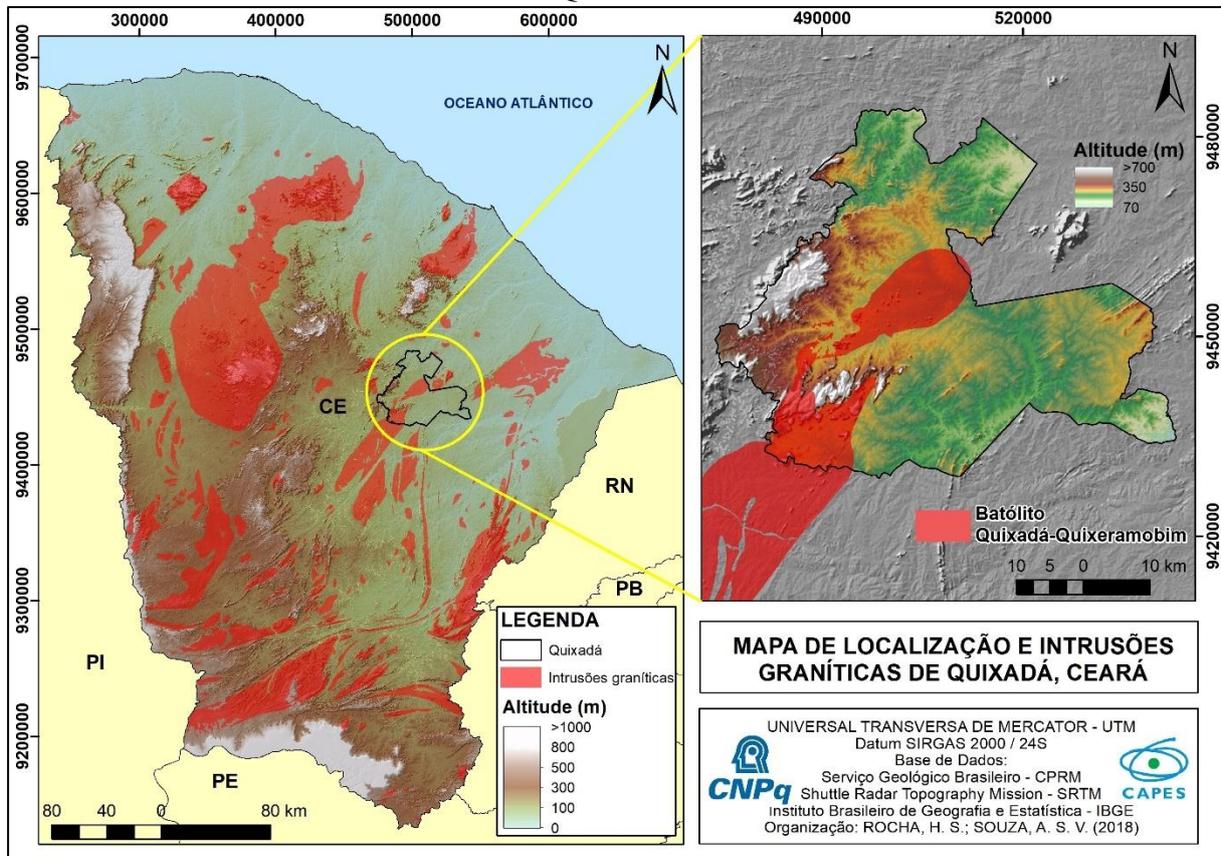
O trabalho de campo é visto como atividade integradora entre teoria e prática. No tocante à Geomorfologia, essa atividade é essencial, já que a percepção a respeito dos aspectos geomorfológicos e sua interação com os demais aspectos da natureza, necessitam desse contato direto com o objeto estudado. A importância do campo é salientada por Compiani (1991, p.12), no qual, “enquanto prática, o campo representa tanto o local onde se extraem as informações para as elaborações teóricas, como o local onde tais teorias são testadas”. Logo, não podemos perder de vista o papel de campo como fonte de conhecimento.

Assim, neste trabalho, buscou-se descrever as formas de relevo características face ao controle estrutural, litológico e a dinâmica erosiva na composição geral da paisagem, observadas nos pontos de paradas realizadas no trajeto de aula de campo de Geomorfologia, da Universidade Federal do Ceará, Especificamente, serão abordados os aspectos geomorfológicos do município de Quixadá, mais precisamente sobre o seu campo de *inselbergs*. As paisagens graníticas, portanto, serão primeiramente localizadas espacialmente para posteriormente serem descritas, levando em consideração aspectos geológicos, mineralógicos, climáticos, etc. Para melhor compreensão da descrição das diversas feições apresentadas, as figuras são um suporte para visualização das morfologias no relevo, auxiliando na compreensão das considerações feitas sobre a riqueza geológica e geomorfológica da região de Quixadá. Dessa forma, objetiva-se uma visão ampla dos processos e formas que compõem a paisagem granítica da depressão sertaneja, a qual não se constitui de forma homogênea.

Diante disso, serão apresentadas informações sobre os tipos de *inselbergs*, por exemplo, e sua correlação com os processos iniciais de exumação do relevo, considerando-se alguns aspectos das fácies do granito e seu comportamento geomorfológico diversificado.

De modo geral, a aula em campo ocorreu no município de Quixadá, no sertão central cearense do nordeste brasileiro (Figura 1). O acesso ao local se deu pela BR-116 no trajeto de Fortaleza a Chorozinho, e em seguida pela BR-122, até Quixadá, o qual dista 147 km, em linha reta, da capital. O mesmo possui uma área de 2.019,8 km². As coordenadas geográficas centrais da cidade são 4° 58' 17"S e 39° 00' 55"W, fazendo limite ao norte com Ibaretama, Itapiúna, Choró; ao sul com Quixeramobim, Banabuiú; a leste Banabuiú, Morada Nova, Ibicuitinga, Ibaretama, e a oeste com Choró, Quixeramobim.

Figura 1 – Mapa de localização e intrusões graníticas do estado do Ceará e do município de Quixadá.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Está submetido ao Clima Tropical Quente Semiárido, com predominância de altas temperaturas e regime de chuvas irregulares, concentrado na quadra chuvosa de fevereiro a maio, por influência do sistema atmosférico de macroescala, a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT (NIMER, 1989). O período mais seco, então, concentra-se de junho a janeiro. A precipitação média anual é de 700mm e a temperatura varia em torno de 27°C, com mínima de 21°C e máxima de 36°C. A umidade relativa do ar é em média 70%, acompanhando a curva de precipitação. (INMET, 2017).

Quanto à pedologia, em Quixadá encontram-se predominantemente solos rasos e pedregosos como por exemplo, os Neossolos Litólicos, por vezes associados aos Planossolos, com a presença de afloramentos rochosos. Sobre estes, desenvolve-se uma vegetação de caatinga arbóreo-arbustiva, típica do semiárido, adaptada ao clima seco.

MATERIAL E MÉTODO

Para este trabalho, os procedimentos metodológicos se baseiam nas temáticas relacionadas com os estudos de Geomorfologia, com destaque para a Geomorfologia em granito e para o viés estrutural e faciológico.

Desta forma, a presente pesquisa foi desenvolvida em torno de levantamento bibliográfico, aula de campo da disciplina de Geomorfologia (2018.1) e técnicas e procedimentos de geoprocessamento para elaboração de um mapa temático básico. Posteriormente, se procedeu com a interpretação, organização e integração das informações obtidas nas etapas anteriores.

Esta pesquisa, desenvolvido através de uma aula de campo, teve como abordagem metodológica a concepção do método dedutivo. Sobre isso Alves (1981) afirma que na dedução adota-se um conhecimento geral, uma afirmação válida que pode ser demonstrada ao examinarmos o objeto de estudo a partir de determinada lei geral.

A partir de um roteiro percorreu-se o trajeto, fazendo-se 3 paradas em pontos pré-determinados, onde se observou o comportamento do relevo mediante diferenciações da litologia granítica, conforme os objetivos definidos para a aula de campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A referida área é caracterizada pela ocorrência de amplas exposições do embasamento cristalino, onde estão localizados os *inselbergs*, com presença de um corpo intrusivo granitoide, circundado por rochas encaixantes do Complexo Gnaissico-Migmatítico (MAIA, et al., 2015). Quixadá, então, apresenta uma paisagem granítica, onde os relevos derivados de intrusões resultantes do processo de Orogênese Brasileira (ARTHAUD, 2007) acompanhada de um plutonismo granítico de 585 Ma (FETTER et al., 2000). Essas intrusões originaram batólitos em subsuperfície que foram exumados em função do clima atuando sobre o embasamento encaixante sotoposto.

Essa região do plúton, é onde localiza-se o campo de *inselbergs*, os quais, apesar de possuírem mesma litologia, apresentam fácies que possuem distintos comportamentos geomorfológicos.

A seguir serão descritas algumas feições graníticas observadas em três pontos, no município de Quixadá, influenciada pelas fácies, podendo ser organizadas em três tipos de *inselbergs*, conforme Maia et al. (2015).

Pedra do Cruzeiro

A primeira observação foi feita no *inselberg* de nome referido, o qual é geomorfologicamente caracterizado por conter feições de dissolução do granito, estas identificadas pela presença de caneluras e bacias de dissolução, além de possuir também enclaves máficos em destaque, de coloração mais escura. Em relação à granulação, caracteriza-se por ser predominantemente de caráter porfirítico e com foliação magmática, no qual destaca-se a presença de cristais de feldspato, biotita, quartzo, dentre outros.

Estão enquadrados na tipologia que possui maiores feições de dissolução em função da característica porfirítica dos minerais (Figura 2A) devido ao maior tempo de cristalização (o centro do plúton teve um resfriamento mais lento, permitindo uma cristalização mais prolongada), tornando-se, assim, menos resistentes à ação do intemperismo químico. Com a presença de cristais maiores e mais desenvolvidos, há também uma maior quantidade de superfícies expostas, no caso as faces dos cristais, o que favorece o ataque intempérico sobre estas. O granito pode ter pontos de fraqueza sobretudo quando há foliação - nesse caso, a foliação magmática, na qual a orientação do mineral ocorre ainda em níveis crustais - favorecendo também o fraturamento ao longo dessa foliação (Figura 2B). A composição mineralógica é outro fator que influencia a dissolução geoquímica, como ocorre nos enclaves máficos (Figura 2C), por exemplo, os quais são ricos em biotita, mineral mais solúvel que o quartzo e feldspato (também presentes no granito) e, a partir daí, formam-se bacias de dissolução e caneluras como feições predominantes (Figura 2D).

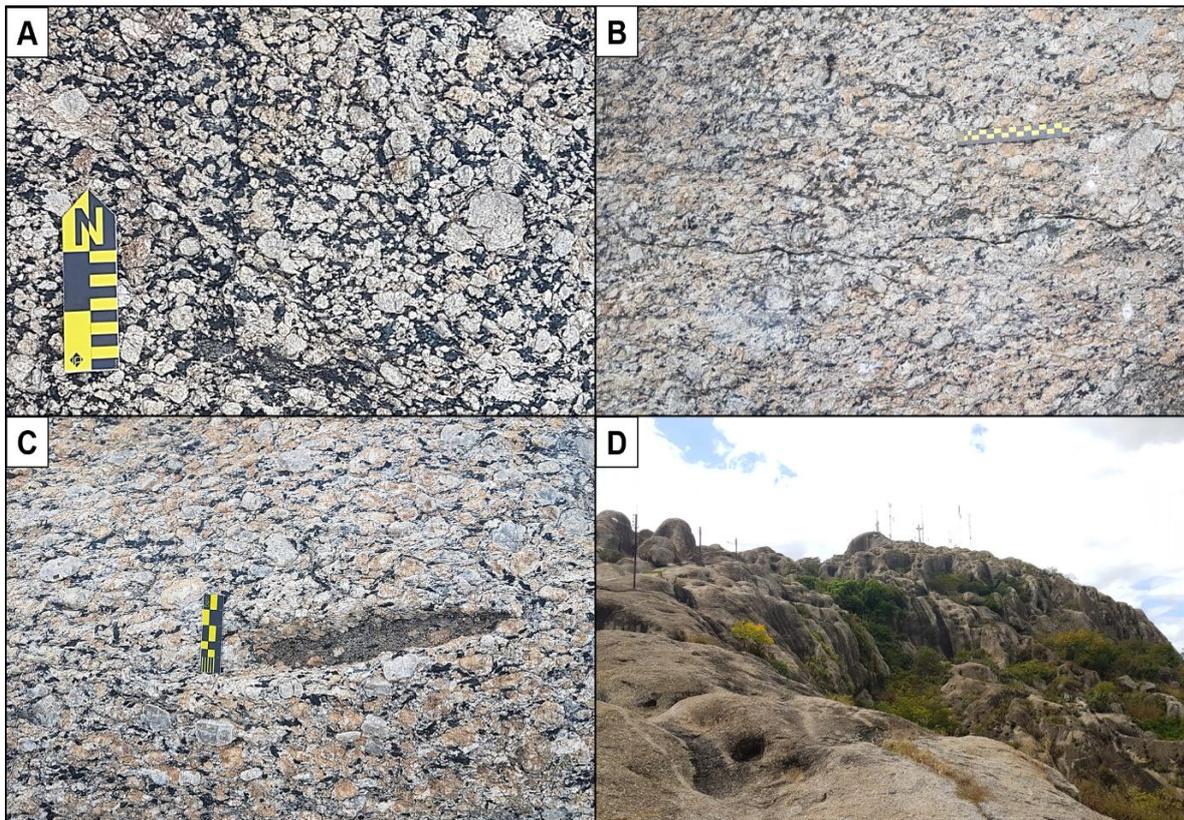
Açude Cedro

Nesse local, tem-se uma visão de *inselbergs* com características semelhantes entre si; os quais são fragmentados com algumas feições de dissolução não predominantes. Observam-se a presença de tafones, blocos de granito no sopé do relevo, esfoliação nas rochas, etc. Além disso, identifica-se maior presença de veios de quartzo que intersectam os modelados graníticos, possuindo em geral a mesma direção.

O tipo desse *inselberg* é identificado e caracterizado pela densidade de fraturamento, em que, como no caso da Pedra da Galinha Choca (Figura 3A), há feições de colapso de blocos e esfoliação da rocha, formando tafones, os quais possuem diversas origens, podendo ser de colapso ou de dissolução, nos quais aproveitam fraturas ou enclaves máficos, dentre outras (Figura 3B). Isso se dá devido a geologia do relevo possuir maior presença de quartzo

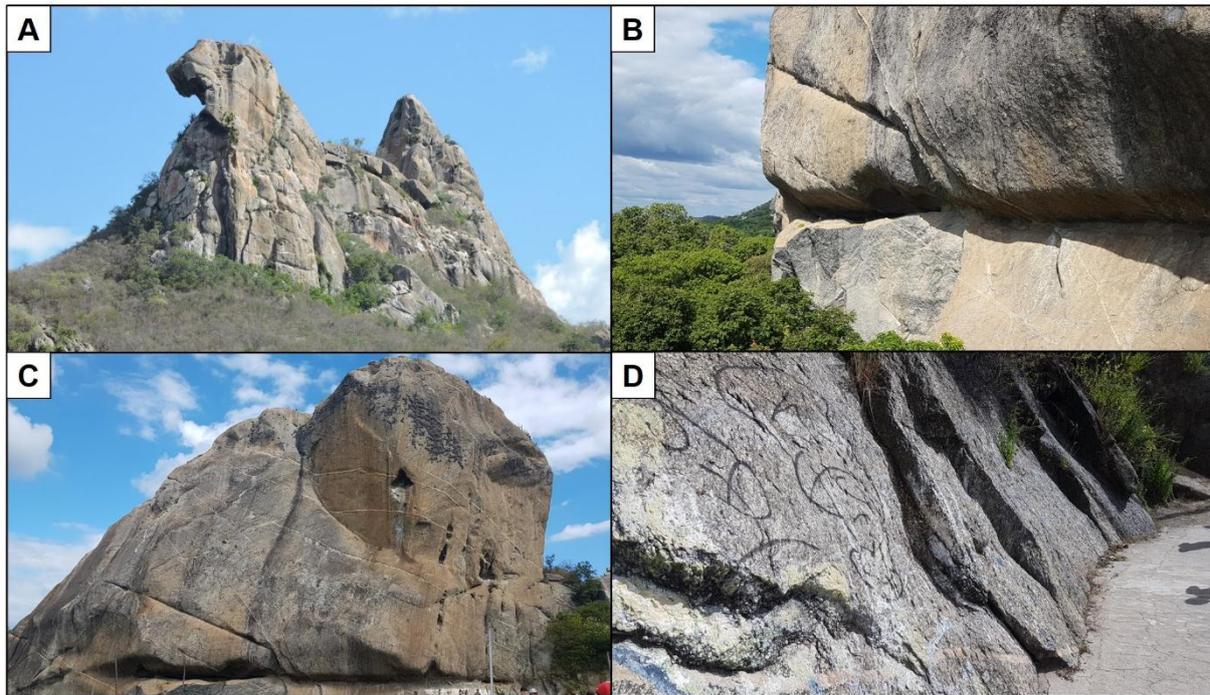
em forma de veios (Figura 3C), formados a partir do preenchimento, por fluidos, das fraturas geradas no granito no processo de cristalização da rocha, e pela característica menos porfirítica em comparação ao granito da Pedra do Cruzeiro, sendo mais resistentes à dissolução química porém suscetíveis ao intemperismo físico, que fragmenta os blocos rochosos, seja em função da presença de zonas de fraqueza, como os veios ou fraturas, ou decorrentes do alívio de pressão após a exumação do relevo. Além disso, há influência da termoclastia, que é a variação da temperatura diurna e noturna na superfície da rocha, que causa expansão e contração do corpo granítico ao longo do tempo e posterior esfoliação (Figura 3D), característico de clima semiárido. Assim, nesse tipo de *inselberg* prevalece o carácter rúptil.

Figura 2 – Mosaico de fotos da Pedra do Cruzeiro. A) Caráter porfirítico do granito; B) Fraturamento no granito acompanhando sua foliação magmática; C) Enclave máfico parcialmente dissolvido; D) Processo de dissolução no *inselberg* evidenciado pelas caneluras e bacias de dissolução.



Fonte: Acervo pessoal (jun. 2018).

Figura 3 – Mosaico de fotos dos *inselbergs* observados no Açude Cedro. A) Feições de colapso e esfoliação na Pedra da Galinha Choca; B) Processo de tafonização aproveitando faturamento no granito; C) Presença dos veios de quartzo parcialmente orientados; D) Patamares de descamação termoclástica no granito.



Fonte: Acervo pessoal (jun. 2018).

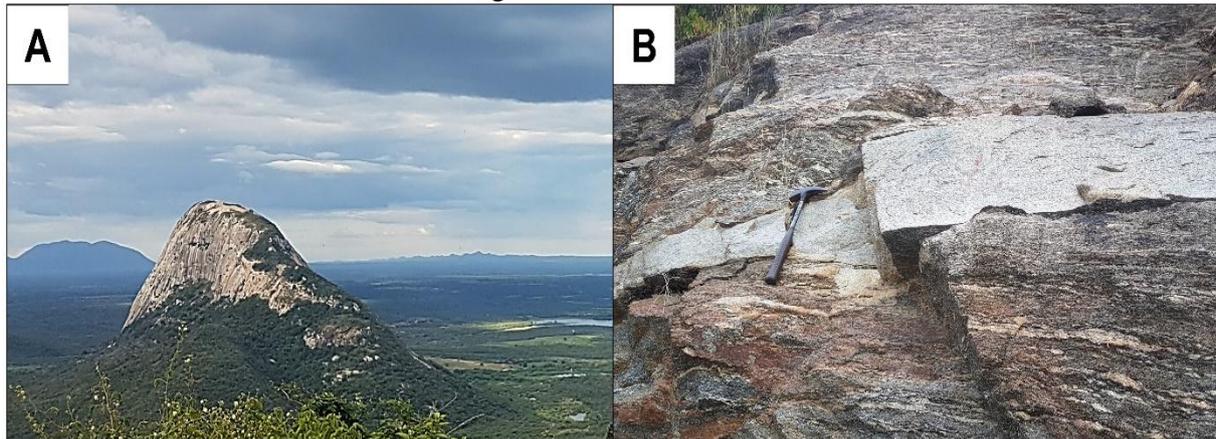
Santuário Rainha do Sertão

Essa área possui uma altitude um pouco mais elevada que as demais, possibilitando assim uma ampla visão da paisagem natural de Quixadá. Os aspectos geológicos e geomorfológicos observados foram, por exemplo, a presença de granito afanítico e rico em quartzo com poucas feições de dissolução e fraturamento, quando comparado aos outros exemplos. A área em que esses relevos maciços estão inseridos é a borda do plúton em que o campo de inselbergs está localizado, sendo denominada essa área adjacente de Complexo Gnaissico-Migmatítico.

Configuram-se como *inselbergs* do tipo maciço, por apresentar um relevo maciço, em que não há presença predominante nem de feições de dissolução nem de fraturamento (Figura 4A). A ocorrência desses inselbergs deve-se ao fato que estão na região do contato do plúton com a rocha encaixante, o Complexo Gnáissico-Migmatítico, evidenciado pela presença de veios de granito entre a rocha metamorfizada (Figura 4B). Nessa área do embasamento encaixante, as rochas tiveram um resfriamento mais rápido em função do contato do plúton com as rochas adjacentes. Essa característica influencia na feição das rochas que possuem

textura mais afanítica, com minerais menos desenvolvidos, sendo assim mais resistentes ao intemperismo, já que as faces dos minerais estão menos expostas. A maior presença de quartzo também é uma característica de resistência mecânica da rocha.

Figura 04 – A) *Inselberg* do tipo Maciço com ausência quase que total de feições de dissolução e fraturamento; B) Intrusão de dique granítico, afanítico perceptível macroscopicamente a olho nu, aproveitando foliação do gnaiss do Complexo Gnáissico-Migmatítico encaixante.

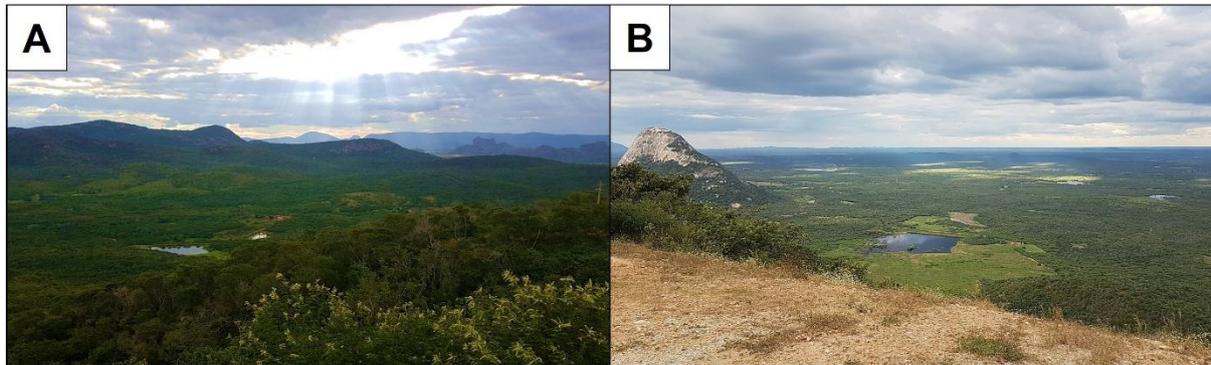


Fonte: Acervo pessoal (jun. 2018).

Nesse local, a paisagem indica a presença de dois grandes processos condicionantes da geomorfologia da depressão sertaneja cearense na região de Quixadá. De um lado observa-se a presença do campo de *inselbergs* (Figura 5A) que, mesmo possuindo mesma litologia granítica, há uma diversidade de formas decorrentes das fácies do granito e que foram mantidas em função do processo de etchplanação ou duplo aplainamento, no qual o controle estrutural é predominante, sendo os *inselbergs* os relevos residuais. Conforme esse processo, ocorreu primeiramente o aprofundamento do manto de alteração (pedogênese), associado aos fraturamentos do granito em subsuperfície, ativada por um período mais úmido, e posteriormente houve a remoção desse manto de alteração em período mais seco, onde a morfogênese predominou, carreando os detritos mais friáveis e preservando os modelados mais resistentes (Figura 6).

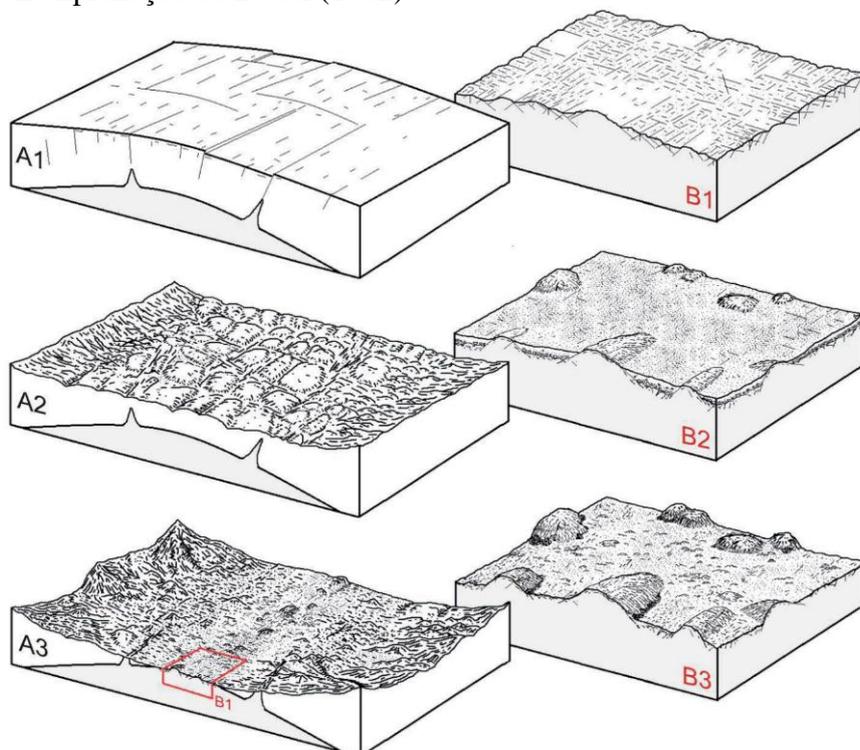
Já na grande área plana adjacente ao plúton, como exemplo, visando a direção de Morada Nova, aparentemente homogênea, há uma riqueza litológica que não é verificada no relevo, pois o processo de pediplanação ocasionou o recuo das vertentes nivelando totalmente a área (Figura 5B), mascarando as diversas litologias locais, processo comum no aplainamento do relevo em climas secos. Nesse caso, pode-se afirmar que o controle climático é predominante ao estrutural.

Figura 5 – A) Vista panorâmica para o interior do complexo granítica onde as fácies do granito resultam em um controle estrutural evidenciados pelos *inselbergs*, com evolução atrelada à etchplanação; B) Panorama da depressão sertaneja associada ao complexo gnáissico-migmatítico, no qual o fator climático foi preponderante, exumando uma diversidade litológica sem repercussões geomorfológicas, através do processo de pediplanação.



Fonte: Acervo pessoal (jun. 2018).

Figura 6 - Erosão diferencial e exumação do batólito. A1 - O magma ascende e exerce pressão sobre a crosta sobrejacente produzindo fraturamento. A2 - Fraturas condicionam os processos erosivos intensificando a dissecação. A3 - Formação de uma depressão circundada por relevos residuais que possibilita o afloramento do batólito. B1 - Superfície do batólito exumada. B2 - As fraturas facilitam o processo de intemperização superficial originando um manto de alteração. B3 - Na fase erosional o manto de alteração é removido expondo as irregularidades do embasamento originando os inselbergs. As etapas B1, B2 e B3 basearam-se no modelo de Etchplanação de Budel (1982).



Fonte: Maia et al. (2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir, após a observação dos relevos desenvolvidos em granitos, em suas diferentes fácies, a partir do seu local de formação, que o comportamento geomorfológico pode ser entendido num aspecto de transição de um relevo mais rebaixado no centro do plúton elevando-se na direção das rochas encaixantes.

Isso se dá em função do maior desgaste das rochas no centro complexo granítico, que tiveram maior tempo de cristalização e que possuem minerais mais desenvolvidos e grande quantidade de minerais máficos, sofrendo dissolução acentuada, com feições de escarpas convexas e mais baixas dentro da depressão sertaneja.

Afastando-se do centro do plúton, as feições apresentam maior fraturamento, devido a falhas e outros processos, como a foliação, porém ainda com minerais de certo desenvolvimento. As características gerais são de escarpas mais abruptas com feições de colapso e outras anteriormente citadas, verificando-se, assim, a transição entre o centro do plúton e a rocha encaixante.

Já no contato das litologias (Complexo Granítico e Complexo Gnáissico-Migmatítico) é nítida a elevação do relevo em função da presença de rochas mais resistentes aos processos intempéricos (maciços), decorrentes da característica afanítica, conforme mencionado.

Esses comportamentos geomorfológicos provenientes da estrutura das rochas são fundamentais para entender a importância das fácies do granito na diversidade de formas dos inselbergs, que são uma resposta a essas características. As origens desses relevos residuais, entretanto, resultam da intensidade de deformação (MAIA et al., 2015) que influenciam no processo climático e estrutural de exumação dos relevos observados.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. **Filosofia da Ciência**: introdução ao jogo e suas regras. São Paulo: Brasiliense, 1981. cap. 7, p. 116-118.

ARTHAUD, M. H. **Evolução Neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil):** da sedimentação à colisão continental brasileira. 2007. 170 f. Brasília, 2007. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

COMPIANI, M. A relevância das atividades de campo no ensino de geologia na formação de professores de ciências. **Cadernos do IG/Unicamp**, Campinas, v. 1, n. 2, 1991. p. 2-25.

FETTER, A. H.; SCHMUS, W. R. V.; SANTOS, T. J. S.; NETO, J. N. N.; ARTHAUD, M. H. 4 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 the Paleoproterozoic Supercontinent “Atlantica”. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 102-106, 2000.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados históricos/Clima, Instituto Nacional de Meteorologia, 2017.** Disponível em: <www.inmet.gov.br>.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal de Quixadá.** Governo do Estado do Ceará, Fortaleza: 2009. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2009/Quixada%20Br_office.pdf>.

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

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989.