

GEODIVERSIDADE NO SEMIÁRIDO CEARENSE: UMA ANÁLISE DAS GEOFORMAS GRANÍTICAS DA PORÇÃO SECA, SETOR DE SOTAVENTO, DO MACIÇO DE URUBUTEMA E ENTORNO, CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL

Geodiversity in the Semi-Arid: An Analysis of the Granitic Geoforms of the Dry Portion, Leeward Sector of the Uruburetama massif and Surroundings, Ceará, Northeast of Brazil

Geodiversidad en el Semiárido: un análisis de las geoformas graníticas de la porción seca, sector Sotavento del Macizo de Uruburetama y alrededores, Ceará, noreste de Brasil

Islane Pinto de Carvalho ¹
Abner Monteiro Nunes Cordeiro ²
Frederico de Holanda Bastos ³

RESUMO

Situado na porção setentrional do Estado do Ceará, região Nordeste do Brasil, o Maciço de Uruburetama é um dos muitos relevos residuais graníticos que afloram no semiárido cearense. Por sua complexidade geológica e geomorfológica associada a diferentes cenários climáticos ocorridos durante o Cenozóico, exhibe grande geodiversidade, com macro e microfissões graníticas localizadas, principalmente, em sua vertente dissecada seca, porção sul-ocidental, setor de sotavento. O trabalho objetiva analisar os principais aspectos da geodiversidade do Maciço de Uruburetama, a fim de identificar as principais geoformas graníticas que compõem sua paisagem e trazem consigo importantes registros da evolução do quadro natural do semiárido cearense. A metodologia utilizada teve como base revisão de literatura, levantamento cartográfico e visitas de campo que possibilitaram a identificação das macro e microfissões graníticas, com características singulares de alto valor científico e estético, que expressam a geodiversidade da região em que estão inseridas. Desta forma, acredita-se que o Maciço de Uruburetama tem potencial científico para realização de novos estudos de sua Geodiversidade, assim como de Geoconservação de suas geoformas graníticas.

Palavras-chave: Relevo Residual; Evolução geomorfológica; Geoformas graníticas.

ABSTRACT

Located in the northern portion of the State of Ceará, in the Northeast region of Brazil, the Uruburetama Massif is one of the many granite residual reliefs that punctuate the semi-arid. Due to its geological and geomorphological complexity associated with different climatic scenarios that occurred during the Cenozoic, it exhibits great Geodiversity, with macro and micro granitic features located mainly in its dry dissected Vertent, south-western portion, leeward sector. This work aims to analyze the main aspects of the Uruburetama Massif Geodiversity, in order to identify the main granite geoforms that make up its landscape and bring with it important records of the evolution of the natural framework of the Semi-arid region of Ceará. The methodology used was based on bibliographic survey, cartographic survey and field visits that allowed to identify the macro and microgranitic features, with unique characteristics of high scientific and aesthetic value, that express the Geodiversity of the region in which they are inserted. Thus, it is believed that the Uruburetama Massif has scientific potential for further studies on its Geodiversity, as well as on the Geoconservation of its granitic geoforms.

Keywords: Residual Relief; Geomorphological Evolution; Granitic geoforms.

¹ Universidade Estadual do Ceará (UECE); E-mail: islane.carvalho@outlook.com.br

² Universidade Estadual do Ceará (UECE); E-mail: abnermncordeiro@gmail.com

³ Universidade Estadual do Ceará (UECE); E-mail: fredholanda@gmail.com

RESUMEN

Ubicado en la parte norte del Estado de Ceará, en la región noreste de Brasil, el Macizo de Uruburetama es uno de los muchos relieves residuales de granito que marcan el Semiárido Debido a su complejidad geológica y geomorfológica asociada a diferentes escenarios climáticos ocurridos durante el Cenozoico, presenta gran Geodiversidad, con características macro y micro graníticas ubicadas principalmente en su Vertiente seca disecado, porción suroeste, sector sotavento. Este trabajo tiene como objetivo analizar los principales aspectos de la Geodiversidad del Macizo de Uruburetama, con el fin de identificar las principales geoformas graníticas que componen su paisaje y traer consigo importantes registros de la evolución del entramado natural del Semiárido de Ceará. La metodología utilizada se basó en levantamientos bibliográficos, levantamiento cartográficos y visitas de campo que permitieron identificar los rasgos macro y micrograníticos, con características únicas de alto valor científico y estético, que expresan la Geodiversidad de la región en la que se insertan. Por lo tanto, se cree que el Macizo de Uruburetama tiene un potencial científico para seguir estudiando su geodiversidad, así como la geoconservación de sus geoformas graníticas.

Palabras clave: Alivio residual; Evolución geomorfológica; Geoformas graníticas.

1. INTRODUÇÃO

A utilização do termo geodiversidade, se comparado com outras linhas de pesquisa em geociências, é relativamente recente, passando a existir, da forma como é concebido atualmente, por ocasião da Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, realizada em 1993 no Reino Unido (GRAY, 2004).

Assim, diversos autores têm apresentado definições próprias acerca deste conceito que se diferencia em cada nacionalidade, em especial em países da Europa, como Inglaterra, Espanha e Portugal. Uma das definições formuladas e difundidas na Inglaterra, por exemplo, é a de Gray (2004) que define a geodiversidade como a diversidade natural de feições ou elementos geológicos, geomorfológicos e de solos, incluindo suas associações, relações, propriedades, interpretações e sistemas.

Já na escola espanhola, há duas definições importantes que merecem ser aqui destacadas. A primeira, e mais restrita, é a de Nieto (2001) que define a geodiversidade como a quantidade e variedade de estruturas e materiais geológicos que compõem o substrato de uma região sobre a qual se estabelecem atividades, inclusive antrópicas. A segunda é a de Serrano e Ruiz-Flãno (2007) que abrange em sua definição todos os aspectos do meio abiótico, incluindo elementos litológicos, tectônicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos e os processos físicos endógenos e exógenos.

No Brasil, o conceito de geodiversidade têm sido abordado por instituições e profissionais ligados aos setores de exploração de recursos minerais e pesquisadores no âmbito das geociências de forma similar a outros países, sendo ressaltado, entretanto, um caráter mais voltado ao planejamento territorial. A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), por exemplo, trata a geodiversidade como o estudo da natureza abiótica, ou seja, o meio físico, sendo integrado pela variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da biodiversidade terrestre, apresentando valores intrínsecos como a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (CPRM, 2006).

Isso posto, deve ser evidenciado que a geodiversidade de uma área pode apresentar grande dimensão, ocorrendo desde a escala microscópica, como no caso de minerais, até a escala macroscópica, a exemplo de feições geomorfológicas e seus processos ativos. Além disso, tanto a geodiversidade como a biodiversidade, comportam um valor funcional e patrimonial que está diretamente ligado à história da Terra (MANOSSO; ODINCOL, 2012).

O semiárido brasileiro tem como característica a predominância de totais pluviométricos anuais que não ultrapassam 800 mm (NIMMER, 1989), além da existência de prolongados períodos de estiagem e uma morfodinâmica responsável pelo predomínio de processos de desagregação mecânica das rochas e o escoamento superficial, associados a processos bioquímicos de importância secundária na esculturação do modelado. Nestas áreas têm-se uma morfologia caracterizada por superfícies de aplainamento suavemente onduladas intercaladas por relevos isolados de dimensões variadas, cuja gênese está associada, preferencialmente, a erosão diferencial (RIBEIRO; MARÇAL; CORRÊA, 2010).

Nesse contexto, o semiárido do Nordeste brasileiro apresenta diversas formas graníticas, associadas à exumação de extensos corpos de rochas plutônicas neoproterozoicas (MAIA et al., 2018). A maior parte dos maciços cristalinos da Província Borborema, no Nordeste setentrional brasileiro, está litologicamente associada a granitos de resistência superior às rochas encontradas no seu entorno rebaixado (LIMA; BASTOS, 2018).

Assim, alguns dos mais expressivos cenários geomorfológicos globais ocorrem em áreas graníticas (MIGON, 2006), que expõem diferentes tipologias formadas, a partir da exposição subaérea de corpos graníticos (TWIDALE, 1995), que, em seu interior, apresenta grande diversidade de formas, cuja gênese é atribuída a uma ação combinada de processos que se desenvolvem em fases que antecedem sua exposição em superfície (TWIDALE; VIDAL ROMANI, 1994).

O Maciço de Uruburetama, área de realização da pesquisa, situado na porção setentrional do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, é um dos muitos relevos residuais graníticos que despontam ao longo das superfícies sertanejas semiáridas no Nordeste brasileiro e que, por sua complexidade geológica e geomorfológica exibe grande geodiversidade, com macro e microfeições graníticas visíveis, principalmente, em sua vertente dissecada seca, setor de sotavento, porção sul-ocidental que se caracteriza pela maior degradação e dissecação do relevo, localizada entre os municípios de Irauçuba, Mirafima, Itapipoca e Itapajé.

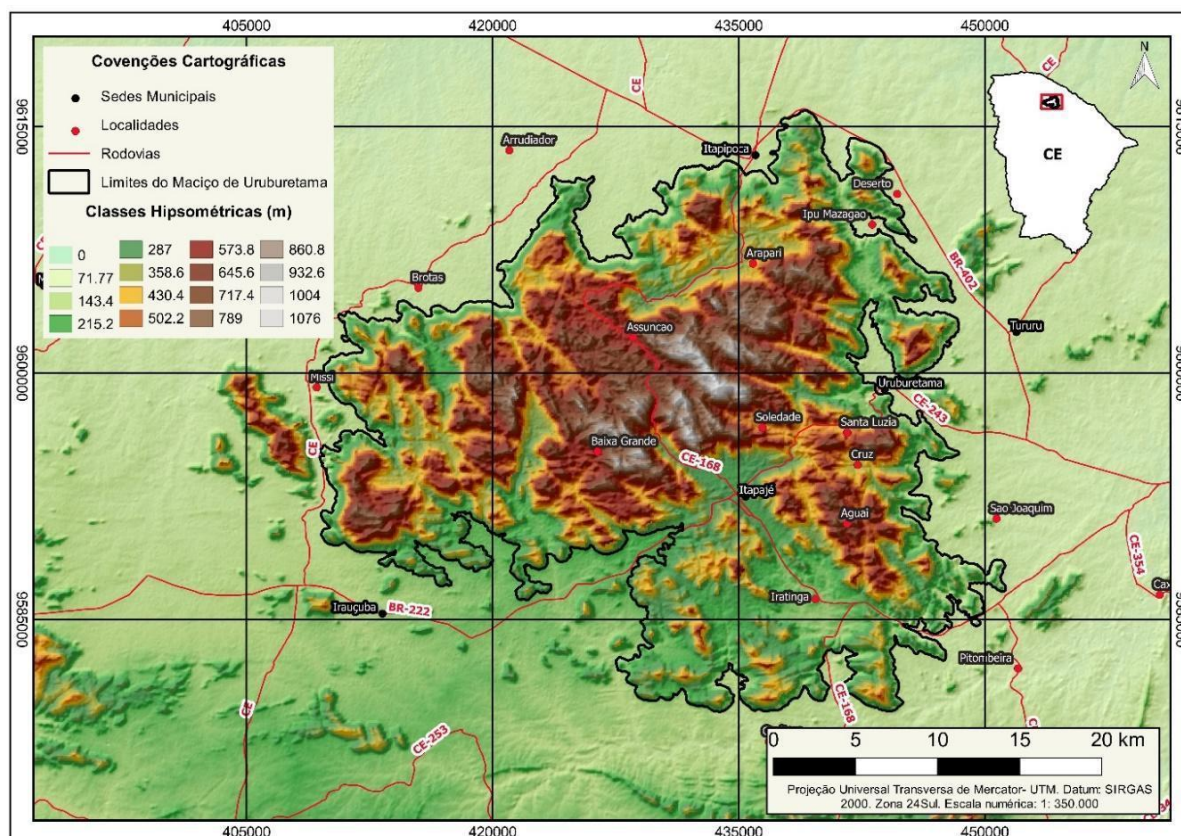
Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo analisar os principais aspectos da geodiversidade do Maciço de Uruburetama, a fim de identificar as principais geoformas graníticas que compõem sua paisagem e trazem consigo importantes registros da evolução do quadro natural do semiárido cearense.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho se desenvolveu em etapas de levantamento bibliográfico, cartográfico e técnicas de geoprocessamento com elaboração de mapas, e, por fim, interpretação e integralização das informações obtidas, nas etapas antecedentes, de maneira a subsidiar a elaboração do trabalho final.

O Maciço de Uruburetama (Figura 1) possui cerca de 1.000 km² de área e níveis altimétricos que podem variar entre 750 e 1.000 metros e apresenta disposição predominante no sentido WNW–ESE e NW–SE, se configurando como um dos numerosos maciços graníticos, com dimensões variadas que pontuam o semiárido do NE brasileiro, representando uma faixa de transição do maciço com as condições semiáridas dos sertões centrais, com precipitações na ordem de 750 – 850 mm, com destaque para o município de Irauçuba que, em períodos mais secos pode atingir valores inferiores a 500mm ao ano (LIMA, 2018).

Figura 1 – Mapa de localização e delimitação do Maciço de Uruburetama e Entorno, Ceará, Nordeste do Brasil



Fonte: Autores (2020).

A metodologia empregada neste trabalho constituiu em revisão bibliográfica acerca dos aspectos geológico, geomorfológico e das feições graníticas do Maciço de Uruburetama conforme os trabalhos de Angelim et al., (2003); CPRM (2003); Souza Filho (2000); Souza; Oliveira (2006), de modo a compreender sua evolução e os processos formadores de sua paisagem. Além de uma revisão dos estudos de geodiversidade, segundo os trabalhos de Gray (2004), Brilha (2005) e Nieto (2001).

A cartografia utilizada teve como base dados vetoriais e matriciais disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE); dados *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) cena s04_w040_1arc_v3 com resolução espacial de 30m, disponibilizados pela *National*

Aeronautics and Space Administration (NASA); e base geológica disponibilizada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, referente ao mapeamento da folha Irauçuba (SA.24-Y-D-V) na escala de 1:100.000 (CPRM, 1999), e o Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará, publicado em 2003 pela CPRM, na escala de 1:500.000.

Esses dados são essenciais para caracterização da área de estudo, assim como para a confecção dos produtos cartográficos de localização, compartimentação e espacialização das geoformas graníticas do Maciço de Uruburetama. Os dados matriciais e vetoriais foram tratados em ambiente SIG, por meio do *software* Quantum GIS 2.18.4 *Las Palmas*, disponibilizado pela *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo).

Por fim, foram realizados levantamentos de campo no mês de novembro de 2019, que serviram para reconhecer a área de estudo, aprofundar a caracterização geológica e geomorfológica, e identificar as geoformas graníticas do Maciço de Uruburetama através de *Global Positioning System* (GPS) e fichas de campo para identificação e caracterização das geoformas graníticas aflorantes. As pesquisas de campo também foram fundamentais para corrigir e confirmar as informações obtidas por meio das geotecnologias. Estas foram essenciais no reconhecimento do controle litoestrutural do maciço e na espacialização das feições graníticas aflorantes em escala de detalhe.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Aspectos da geodiversidade do maciço de Uruburetama e entorno

O Maciço de Uruburetama está relacionado ao afloramento e resistência litológica do núcleo intrusivo, representado pela suíte intrusiva Tamboril Santa Quitéria, datada do Criogeniano (~650 Ma), em detrimento dos ortognaisses, paragnaisses e micaxistos do Complexo Ceará, datado do Riáciano (~2300 a 2050 Ma), que constituem o embasamento metamórfico encaixante, situado em cotas inferiores aos 200 metros de altitude, composto, predominantemente, por cristas residuais, *inselbergs* e *inselgebirges*.

Trata-se de um maciço intensamente fraturado e falhado com expressivo controle na rede de drenagem. Em razão disto, é um relevo fortemente dissecado em cristas, colinas e lombas alongadas, que se alternam com vales dissecados em forma de V, indicando um acentuado controle estrutural, além da ocorrência de planícies alveolares (SOUZA; OLIVEIRA, 2006). Essas descontinuidades estruturais (falhas), segundo Sampaio (2018), podem estar associadas tanto a eventos tectônicos pretéritos como a alívios de pressão.

Desta forma, compreende-se que a sua configuração morfológica apresenta forte relação com os seus aspectos litoestruturais (LIMA, 2018) e, portanto, as formas de relevo que integram a sua área expõem reflexos de episódios tectônicos-estruturais pretéritos que envolvem sua estrutura geológica e as flutuações climáticas ocorridas durante o período Cenozóico (SOUZA, 2000).

O Maciço de Uruburetama e seu entorno estão inseridos no contexto geológico e geotectônico da margem nordeste da Plataforma Sul-americana (ALMEIDA; BRITO NEVES; CARNEIRO, 2000), na porção setentrional da Província Borborema (ANGELIM et al., 2003), no Domínio Ceará Central (FETTER et al., 2000), onde importantes eventos tectônicos de amplitude continental, ocorridos ao longo da história evolutiva da Terra, deixaram marcas importantes na evolução estrutural regional da área de estudo que é delimitada pelas zonas de cisalhamento de Sobral Pedro II, a NW-SW, e Senador Pompeu, a SE.

O terceiro episódio de aglutinação continental, que foi responsável pela origem do megacontinente Panótia, composto pela Laurásia e Gondwana, no final do Neoproterozóico e início do Fanerozóico (~900 e 500 Ma), foi o principal processo estruturador desse domínio geológico que, na América do Sul, foi reconhecido como Orogênese Brasileira (ALMEIDA; BRITO NEVES; CARNEIRO, 2000; BRITO NEVES, 1999).

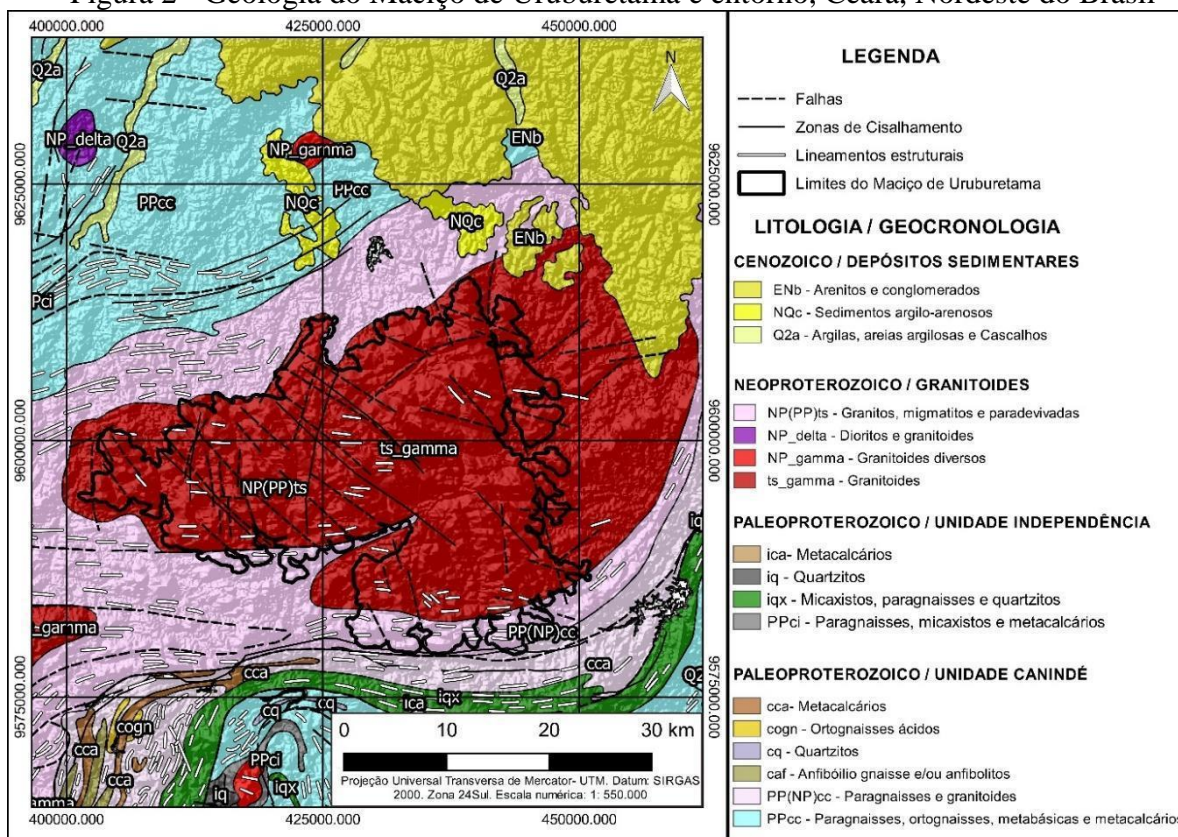
O quadro litológico da área de estudo (Figura 2) e seu entorno é composto, principalmente, por grupos distintos de rochas de diferentes complexos, a saber: rochas supracrustais do Complexo Ceará; rochas do Complexo granito-migmatítico Tamboril Santa Quitéria; coberturas sedimentares do Grupo Barreiras; e os depósitos quaternários (CPRM, 2003; SOUZA FILHO, 1999) que ocorrem ao longo dos principais cursos d'água, compreendendo depósitos inconsolidados (SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

As rochas supracrustais são representadas por rochas metassedimentares do Complexo Ceará (CPRM, 2003), que é entendido como uma sequência de rochas de idade neoproterozoica, formadas em um regime de margem passiva, em virtude do rifteamento e afinamento do embasamento que culminou na abertura de um oceano, por volta de ~850 Ma (ARTHAUD et al., 2008). Posteriormente ao fechamento deste oceano, por volta de ~610 Ma, essa sequência foi submetida a um processo de colisão continental, que culminou na sua deformação e metamorfismo, seguida de sua exumação (ARTHAUD, 2007).

O Complexo Tamboril Santa Quitéria é interpretado como uma suíte magmática bem desenvolvida, sendo originada em um ambiente de arco continental, alojada em regime compressivo com sucessivos episódios magmáticos durante o Neoproterozoico (FETTER, 1999; CPRM, 2003), relacionando-se, portanto, com a granitogênese neoproterozoica pré a sin colisional (GANADE DE ARAUJO, 2014).

Os depósitos sedimentares Cenozoicos são representados pela Formação Barreiras, que ocorrem em sua porção nordeste da área de estudo, e por depósitos aluviais mais recentes (CAVALCANTE et al., 2003), que ocorrem em estreitas faixas ao longo das principais calhas fluviais (BRANDÃO et al., 2003), a exemplo dos rios Aracatiaçu, Cruxati, Caxitoré, Mundaú e Missi e de alguns setores do Maciço de Uruburetama, onde a ocorrência de vales alargados possibilitam a deposição de sedimentos colúvio-aluviais, configurando-se as planícies alveolares (LIMA, 2018).

Figura 2 - Geologia do Maciço de Uruburetama e entorno, Ceará, Nordeste do Brasil



Fonte: Autores (2020).

Nessa perspectiva, a área em questão abrange feições geomorfológicas desenvolvidas em litologias variadas, com destaque para o Maciço de Uruburetama e a superfície erosiva rebaixada circundante (regionalmente citada como depressão sertaneja), (Figura 3), havendo, em menor proporção, a exposição de cristas, *inselbergs*, *inselgebirgs*, pães-de-açúcar (*bornhardts*), áreas de inundação sazonal, planícies alveolares, planícies fluviais e tabuleiros pré-litorâneos.

Figura 3 - Vista parcial da vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama, Município de Irauçuba, Ceará



Legenda: Notar em primeiro plano a superfície erosiva rebaixada circunjacente e, em segundo plano, o Maciço de Uruburetama e suas cristas residuais, a partir da rodovia BR-222, município de Irauçuba, Ceará. Fonte: Autores (2017).

Conforme Peulvast; Bétard (2015), essas cristas e *inselbergs* que cercam o Maciço de Uruburetama estão situadas, principalmente, nas porções sul e oeste, onde as condições semiáridas são mais severas, proporcionando a remoção do regolito e o isolamento dessas formas, mais resistentes à intemperização e à erosão.

O Maciço de Uruburetama está inserido no Domínio dos Escudos e Maciços Antigos (SOUZA, 1988) e tem seu relevo compartimentado nas seguintes unidades geomorfológicas: platô, vertente dissecada úmida (setor de barlavento), vertente dissecada seca (setor de sotavento) e planícies alveolares (LIMA, 2018).

Em sua porção sul-ocidental (sotavento), as condições climáticas de escassez justificam solos mais rasos com afloramentos rochosos frequentes, condicionando uma vegetação mais seca e menos densa (Figura 4). Semelhante ao que ocorre no semiárido nordestino, a vegetação predominante no Maciço de Uruburetama é a Caatinga arbórea e arbustiva densa ou aberta, associada aos terrenos cristalinos da superfície erosiva rebaixada, caracterizada pela deficiência hídrica e por solos de pouca profundidade.

Figura 4 - Ocorrência de caatinga arbustiva e cactáceas associadas com afloramentos rochosos, na vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama, município de Irauçuba, Ceará



Fonte: Autores, novembro de 2019.

3.2 Geofomas Graníticas da Vertente Dissecada Seca do Maciço de Uruburetama e Entorno

Ao se abordar a evolução de relevos graníticos, merece destaque a teoria da Etchplanação de Büdel (1982), concebida a partir da ideia de duplo aplainamento do relevo, uma vez que as

feições, frequentemente observadas em paisagens graníticas, são originadas por processos que se iniciam na base do regolito (TWIDALE, 2002).

Büdel (1982) propõe uma forma de evolução do relevo decorrente da alternância climática entre períodos úmidos e secos, onde, nos períodos úmidos ocorreria o aprofundamento e a diferenciação do manto de intemperismo, com consequentes transformações mineralógicas e estruturais que viabilizariam o desenvolvimento das feições graníticas em subsuperfície. Já, nos períodos secos ocorreria a retração da vegetação e, por consequência, a ação dos processos erosivos com maior intensidade, favorecendo a remoção do manto de alteração e a exposição dos relevos saprolíticos, originados de forma epigênica.

Entretanto, deve se somar a isto aspectos estruturais que se sobrepõem à concepção de uma origem apenas climática, como a mineralogia e a própria formação das rochas plutônicas (NASCIMENTO et al., 2015). Nas áreas dos plutons graníticos, o processo de baloneamento e sua consolidação, considerando a interação entre a rocha hospedeira e o resfriamento desigual do magma, podem resultar na formação de diferentes fácies graníticas, em uma mesma unidade litológica, ocasionando assim diferenças texturais de grande expressividade no condicionamento da erosão diferencial. Dessa forma, rochas ou fácies cristalinas de textura porfirítica (Figura 5), normalmente, sofrem com mais intensidade os efeitos da delaminação crustal, quando comparadas com as rochas ou fácies de textura afanítica (MAIA; CASTRO, 2017).

Figura 5 - Afloramento de rocha granítica com textura porfirítica na vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama, município de Irauçuba, Ceará



Fonte: Autores, novembro de 2019.

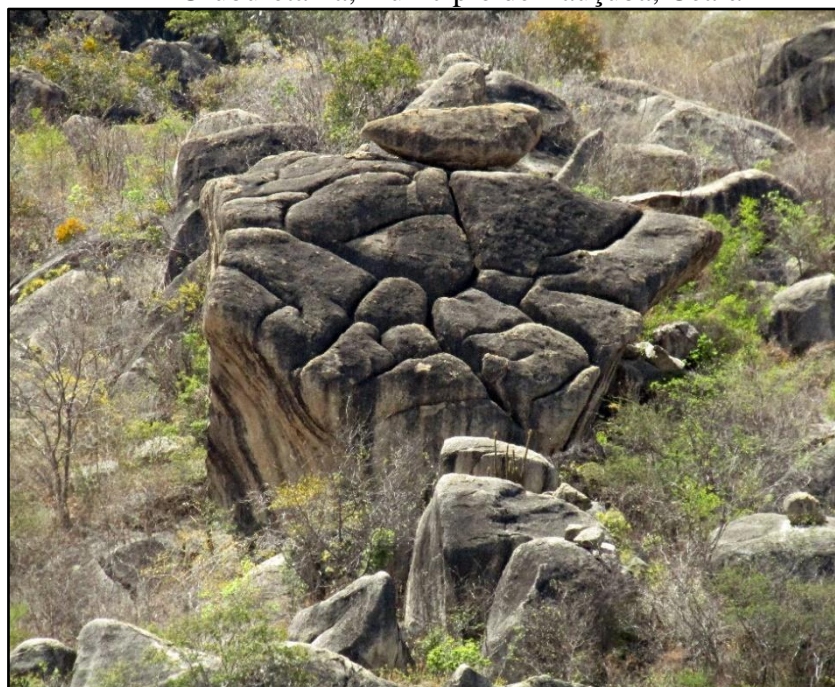
A origem intrusiva do Maciço de Uruburetama implica uma forte descompressão, visto que o embasamento encaixante foi removido pelos processos denudacionais, culminando na

exumação do batólito por erosão diferencial. O processo de descompressão, sofrido pelas rochas graníticas que compõem o maciço, acarretou uma expansão de massas, proporcionando a formação de planos de diáclases multidirecionais que podem ser responsáveis por influenciar a ação dos processos de meteorização e, conseqüentemente, a morfologia atual do maciço, bem como a formação e o desenvolvimento das diferentes feições graníticas expostas na área (LIMA, 2018). Além da descompressão, o próprio resfriamento do magma pode provocar um significativo diaclasamento, em função da contração associada à diminuição de seu volume (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2009).

Nesse contexto, é possível compreender que a erosão diferencial, que se processou sobre o embasamento foi diretamente condicionada por aspectos litológicos e estruturais, com destaque para os *trends* de fraturas e os planos de foliação, associados ao quadro de variabilidade climática que se observou no Pleistoceno, culminando em fases pedogênicas seguidas de fases erosivas (MAIA; CASTRO, 2017).

Portanto, considerando-se as variações climáticas ocorridas no Nordeste brasileiro, assim como os aspectos litoestruturais do Maciço de Uruburetama, compreende-se que, em fases úmidas, o substrato rochoso em subsuperfície foi alterado através do intemperismo químico, controlado por padrões de fratura (Figura 6), assim como pela constituição mineralógica das rochas graníticas e, em fases secas, o manto de alteração foi removido de forma a expor as feições graníticas.

Figura 6 - Polygonal Cracking em *boulder* granítico na vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama, município de Irauçuba, Ceará



Fonte: Autores, novembro de 2019.

Desta forma, para compreender os processos de geomorfogênese das paisagens graníticas presentes no Maciço de Uruburetama em sua vertente dissecada seca, deve-se considerar o papel do intemperismo físico e químico de forma integrada, tanto em superfície como em

subsuperfície, além das características mineralógicas e estruturais das rochas que compõem seu substrato, considerando os processos de erosão diferencial e as condições climáticas, as quais a sua litologia foi submetida (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

O intemperismo mecânico é predominante em áreas semiáridas, como no caso da vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama, pois a escassez hídrica e de ácidos (provenientes de organismos) limita a ocorrência de reações químicas mais rápidas. Dependendo da natureza das rochas e de suas estruturas e texturas, os afloramentos rochosos intemperizados fornecem proporções variadas de detritos (Figura 7) (RIBEIRO; MARÇAL; CORRÊA, 2010).

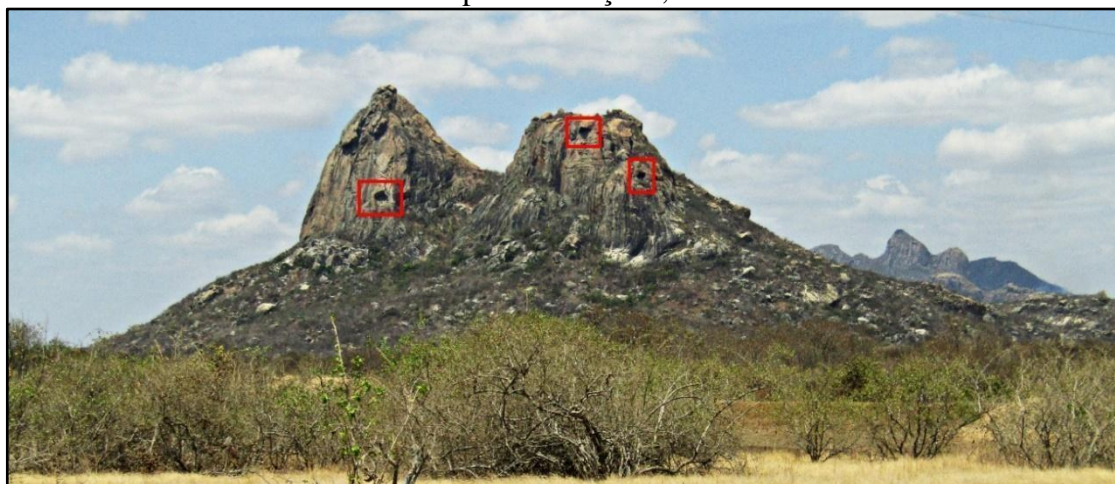
Figura 7-*Inselberg* localizado na superfície erosiva rebaixada com presença de *boulders* e caos de blocos (*chaos de blocs*), vista da rodovia BR-222, município de Irauçuba, Ceará



Fonte: Autores, novembro de 2019.

As geoformas graníticas que compõem a vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama apresentam diferentes tipologias de macroformas associadas ao desenvolvimento de *inselbergs* (Figura 8), *inselgebirges* e *bornhardts*; e microformas associadas com blocos graníticos (*boulders*, caos de blocos, *nubbins*, *tors* e *castle koppies*), com formas de dissolução (*tafoni*, *alvéolos*, *karren* e *gnammas*) ou de fraturamento (*split rock* e *polygonal cracking*) (Figura 9).

Figura 8 - *Inselberg* com microformas (*tafoni*), destacados em vermelho, localizado na superfície erosiva rebaixada do Maciço de Uruburetama, localidade Vila Boqueirão, município de Irauçuba, Ceará



Fonte: Autores, novembro de 2019.

Figura 9 -Pináculo granítico com feições de faturamento e dissolução divididas por vale entulhado por sedimentos coluviais, localizado na vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama, município de Irauçuba, Ceará



Fonte: Autores, novembro de 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Maciço de Uruburetama expõe uma rica e diversificada geodiversidade expressa em suas geoformas graníticas, que constituem elementos naturais importantes do semiárido cearense, identificadas a partir da realização de revisão bibliográfica, levantamento geocartográfico e visitas de campo.

Diante do exposto, conclui-se que a formação, o desenvolvimento e a exposição dessas diferentes geoformas graníticas no Maciço de Uruburetama se devem ao controle estrutural imposto por litologias graníticas e suas descontinuidades estruturais (fraturas), bem como pela influência de condições paleoclimáticas e pelos processos de erosão diferencial, a que foram submetidas.

Assim sendo, as rochas graníticas que compõe esse maciço residual experimentaram a ação de diversos mecanismos intempéricos físicos e químicos que interagem e atuam de forma seletiva em superfície e subsuperfície, produzindo uma diversidade de feições geomorfológicas, macro e microfieções com formas e dimensões variáveis que podem ser vistas em alguns setores do maciço, principalmente, sem sua vertente dissecada seca, setor de sotavento onde as condições de semiaridez são mais severas.

Ademais, é esperado que esse trabalho possa contribuir na divulgação dos estudos de Geodiversidade em meio as Geociências, sobretudo no Estado do Ceará e na área de realização

da pesquisa, que possui uma diversidade de geoformas graníticas aflorantes com características singulares e de alto valor científico e estético que trazem consigo importantes registros da evolução do quadro natural do semiárido cearense. Desta forma, acredita-se que o Maciço de Uruburetama tem potencial científico para realização e novos estudos de Geodiversidade, assim como de Geoconservação de suas macro e microfieções graníticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M.; BRITO NEVES, B. B.; CARNEIRO, C. D. R. The origin and evolution of the South American Platform. **Earth Science Reviews**, v. 50, p. 77-111, 2000.

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. (Eds.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: textos, mapas e SIG**. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, cap. 5, p. 264-281, 2003.

ARTHAUD, M. H. **Evolução neoproterozóica do grupo Ceará (domínio Ceará central, NE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira**. 170f. Tese (Doutorado em Geociências) -Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

ARTHAUD, M. H.; CABY, R.; FUCK, R. A.; PARENTE, C. V. Geology of the northern Borborema Province, NE Brazil and its correlation with Nigeria, NW Africa. In: PANKHURST, R. J.; TROUW, R. A. J.; BRITO NEVES, B. B.; WIT, M. J. (Eds.). **West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region**. London: Geological Society, Special Publications, 2008. p. 49-67.

BRANDÃO, R. L. **Zoneamento geoambiental da região de Irauçuba – CE**. Texto explicativo. Carta Geoambiental. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil, 2003. 67p.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005. 190 p.

BRITO NEVES, B. B. de; América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 3, p. 379-392, 1999.

CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; MEDEIROS, M. F.; PAIVA, I. G. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Escala: 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil, 2003.

CLAUDINO-SALES, V.; LIRA, M. V. Megageomorfologia do noroeste do estado do Ceará, Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 38, p. 200-209, 2011.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará**. Mapa na escala de 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil/Ministério das Minas e Energia, 2003.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa geodiversidade do Brasil**. Escala 1:2.500.000. Legenda expandida. Brasília: CPRM/Serviço Geológico do Brasil, 2006. 68 p.

FETTER, A. H.; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, T. J. S.; NOGUEIRA NETO, J. A.; HENRIARTHAUD, M. U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implication for the existence of the Paleoproterozoic Supercontinent “Atlantica”. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 102-106, 2000.

GANADE DE ARAUJO, C. E. **Evolução tectônica da margem ativa Neoproterozoica do Orógeno Gondwana oeste na Província Borborema (NE-Brasil)**. 243f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley & Sons, Ltd., 2004. 450p.

LIMA, D. L. **Geomorfologia em estruturas graníticas: o caso do Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil**. 258f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

LIMA, Danielle Lopes de Sousa Lima; BASTOS, Frederico de Holanda. Geomorfologia em granito: estudo das feições graníticas no Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. In: **XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Crato, Ceará, 2018. p. 1-10.

MANOSSO, F. C.; ONDICOL, R. P. Geodiversidade: Considerações Sobre Quantificação e Avaliação da Distribuição Espacial. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. v. 35, n. 1, p. 90-100, 2012.

MIGÓN, P. **Granite Landscapes of the World**. Oxford University Press, New York. 2006a. 417p.

NIETO, L. M. Patrimonio Geológico, Cultura y Turismo. **Boletín del Instituto de Estudios Ginnenses**, n. 182, p. 109-122, 2001.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

PEULVAST, J.; BÉTARD, F. **Landforms and Landscape Evolution of the Equatorial Margin of Northeast Brazil: an overview**. [s.l]: Springer, 2015. 186p.

RIBEIRO, Simone Cardoso; MARÇAL, Mônica dos Santos; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. Geomorfologia de Áreas Semiáridas: Uma Contribuição ao Estudo dos Sertões Nordestinos. **Revista de Geografia**. v. 27, n. 1, 2010.

SAMPAIO, A. C. P. **Modelagem do escoamento superficial na bacia do alto e e médio curso do Rio Mundaú, Ceará, Brasil**. 118f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, 2018.

SOUZA FILHO, O. A. **Irauçuba, Folha SA.24-Y-D-V**, escala: 1:100.000. Estado do Ceará. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 1999.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C. (Org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. p. 127-140.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e subúmidos do semiárido do Nordeste brasileiro. **Mercator**, v. 5, n. 9, p. 85-102, 2006.

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

TWIDALE, C.R; Bornhadt, Boulders and Inselbergues. **Caderno do Laboratório Xeolóxico do Laxe**, v. 20, p. 347-380, 1995.