

AS MICROFORMAS EM INSELBERGS E LAJEDOS DE QUIXADÁ-CE: UM ESTUDO NO TERRITÓRIO DO PROJETO GEOPARQUE SERTÃO MONUMENTAL

EDUARDA CELESTINO PORTELA DE SOUSA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE

Email: portela.eduarda04@aluno.ifce.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2082-5793>

CAROLINE VITOR LOUREIRO

Professora Doutora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, campus Quixadá

Email: caroline.loureiro@ifce.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1870-6744>

Recebido:11/25

Avaliado:01/26

Publicado:03/26

RESUMO

No território dos municípios de Quixadá e Quixeramobim, região do Sertão Central do Ceará, existe um Projeto intitulado Geoparque Sertão Monumental (PGSM), que tem como objetivo principal a geoconservação da paisagem granítica e dos relevos locais. A área se destaca pela ocorrência de um extenso campo de inselbergs que marcam a paisagem da Superfície Sertaneja. Esse campo abriga uma diversidade de microformas/geoformas, como as vasques, gnammas e caneluras (feições mais associadas à dissolução) e tafoni de colapso (associados à meteorização termoclástica e à esfoliação). A pesquisa teve como objetivo realizar um levantamento exploratório das microformas presentes nos inselbergs e lajedos de Quixadá, colaborando com a disseminação de conhecimentos sobre a geodiversidade do território e fortalecendo a consolidação da referida proposta na região. A metodologia consistiu em revisão de literatura e levantamento de campo, utilizando câmera fotográfica, GPS e drone para a produção de dados georreferenciados e, por fim, a sistematização e análise dos levantamentos por meio da produção de artigo científico. Dessa forma, foram identificadas oito geoformas: tafoni, alvéolos, caos de blocos, caneluras, gnammas, flared slopes, boulders, tors e castle koppies. Portanto, a identificação apropriada e detalhada das microformas contribui para ampliar o conhecimento científico sobre a evolução dos relevos graníticos, o que, por meio de pesquisas científicas, fortalece o PGSM e aprimora a produção científica nacional sobre o território, considerando que este é visitado e estudado em âmbito internacional.

Palavras-chave: Geodiversidade, Paisagem granítica, Quixadá.

MICROFORMS IN INSELBERGS AND ROCK SLABS OF QUIXADÁ-CE: A STUDY IN THE TERRITORY OF THE SERTÃO MONUMENTAL GEOPARK PROJECT

ABSTRACT

In the territory of the municipalities of Quixadá and Quixeramobim, in the Central Sertão region of Ceará, there is a project entitled the Sertão Monumental Geopark (PGSM), whose main objective is the geoconservation of the granite landscape and local landforms. The area is notable for the occurrence of an extensive field of inselbergs that mark the landscape of the Sertaneja Surface. This field harbors a diversity of microforms/geoforms, such as pits, gnammas, and flutes (features more associated with dissolution) and collapse tafoni (associated with thermoclastic weathering and exfoliation). The research aimed to conduct an exploratory survey of the microforms present on the inselbergs and rock slabs of Quixadá, contributing to the dissemination of knowledge about the territory's geodiversity and strengthening the consolidation of this proposal in the region. The methodology consisted of a literature review and field survey, using a camera, GPS, and drone for the production of georeferenced data, and finally, the systematization and analysis of the surveys through the production of a scientific article. As a result, eight geoforms were identified: tafoni, alveoli, block chaos, flutes, gnammas, flared slopes, boulders, tors, and castle koppies. Therefore, the appropriate and detailed identification of microforms contributes to expanding scientific knowledge about the evolution of granite landscapes, which, through scientific research, strengthens the PGSM and enhances national scientific production about the territory, considering it is visited and studied internationally.

Keywords: Geodiversity, Granite landscape, Quixadá.

INTRODUÇÃO

O Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM) surgiu no ano de 2019 a partir de um relatório técnico realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) e pesquisadores de outras instituições. O projeto contempla 20 geossítios, sendo dois de relevância geocientífica internacional, e tem como eixo central, segundo Freitas et al. (2019), a necessidade de preservação das paisagens de Quixadá e Quixeramobim, onde o relevo é o elemento principal, bem como os elementos biológicos, sociais, históricos e culturais a eles vinculados no contexto da geodiversidade.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO (2025), conceitua os geoparques como áreas geográficas únicas e unificadas onde sítios e paisagens de importância geológica internacional são geridos com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável.

O Programa de Geoparques Mundiais da UNESCO é um dos programas ambientais do referido órgão com o objetivo de promover a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável. Dentro desta temática a UNESCO promove, também, o Programa Homem e a Biosfera (MAB) e o Programa Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS).

São cinco os conceitos fundamentais para o entendimento teórico a respeito da concepção e caracterização de um geoparque, sendo: geodiversidade, geopatrimônio (ou patrimônio geológico), geoconservação, geoturismo e geoparque, conhecidos em âmbito acadêmico como os 5 Gs (UNESCO, 2021).

Apesar do conceito de geoparque já estar sendo utilizado desde o ano de 1989 na Alemanha, a Rede de Geoparque da UNESCO só foi estabelecida em 2004. A partir do ano de 2006 o Brasil passou a integrar esta Rede devido a chancela dada pelo órgão ao Geopark Araripe, localizado no sul do Estado do Ceará e reconhecido como o primeiro geoparque das Américas.

Até o momento desta escrita o Brasil possui seis geoparques Mundiais com a chancela da UNESCO, sendo eles: Geopark Araripe, Geoparque Seridó, Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, Geoparque Caçapava, Geoparque Quarta Colônia e o Geoparque Uberaba.

O sistema de gerenciamento de um geoparque se difere completamente do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), pois não prevê a retirada ou restrição das atividades realizadas pela população, ao contrário, promove seu envolvimento e valorização com vias ao desenvolvimento econômico sustentável da população residente.

O que se busca com a consolidação de um território enquanto geoparque é a valorização do patrimônio geológico/geomorfológico de uma região, permitindo que a população integrada ao território incremente sua economia nos moldes da sustentabilidade ambiental e passe a aumentar a conscientização daqueles que visitam o geoparque sobre a importância do patrimônio geológico da região.

Para além do patrimônio geológico, um território é composto com aspectos naturais compreendidos como geodiversidade, ou seja, a diversidade de elementos abióticos que sustentam o desenvolvimento da vida biológica.

Mansur (2018), descreve geodiversidade como a variedade natural de feições geológicas, geomorfológicas, pedológicas e das águas, portanto, uma variedade de elementos geológicos que servem de suporte à vida e de substrato ao desenvolvimento humano.

No território do Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM), a geodiversidade é evidenciada pelo exuberante campo de inselbergs existente e com relevância científica que demanda ações de geoconservação, ou seja, de conservação destes elementos da geodiversidade e do patrimônio geológico.

A construção de um projeto de geoparque para o território dos inselbergs dos municípios de Quixadá e Quixeramobim tem como mote principal a valorização destes relevos também conhecidos como monólitos, considerado excepcional, pois é o único do planeta a possuir tamanha concentração e diversidade. Esse campo é palco de uma rica biodiversidade da Caatinga, de grandes obras históricas como o Açude Cedro, é inspiração para Mestras e Mestres da Cultura e artistas locais, cenário de produções cinematográficas, objeto de pesquisas científicas e aguçou o imaginário popular.

A escolha do campo de inselbergs Quixadá-Quixeramobim como elemento central da PGSM se deu devido sua composição granítica, resultante de processos plutônicos, possuírem textura porfirica apresentando fenocristais de feldspato e incipiente ou ausente foliação, uma geomorfologia marcada por escarpas íngremes esculpidas por feições de dissolução do tipo caneluras, recobertos (ou não) por uma vegetação rupícola, além de uma diversidade de formas e tamanhos (Freitas et al., 2019).

Para Matmon et al. (2013), os inselbergs constituem um remanescente de erosão que pode fornecer informações importantes sobre a evolução geomorfológica dos terrenos em que ocorrem, o que também é a justificativa para a criação do Projeto Geoparque Sertão Monumental, pois este território apresenta um campo de inselbergs com potencial para “contar” a história geológica e geomorfológica da Terra.

De acordo com Olímpio et. al. (2021), no campo de inselbergs de Quixadá e Quixeramobim, os referidos relevos estão distribuídos de forma isolada ou em agrupamentos e estão separados por superfícies erosivas. Ademais, segundo os autores, a sucessão dos padrões morfoclimáticos, o controle estrutural e a diferenciação litológica no interior dos corpos ocasionaram a elaboração de formas graníticas excepcionais.

Dessa forma, no PGSM, os inselbergs surgiram a partir de corpos plutônicos formados e exumados desde os últimos 650 e 540 Ma, resultando, devido a erosão diferencial, em formas excepcionais em meio à Superfície Sertaneja, pois são exclusivos de ambientes áridos e semiáridos.

Ressaltamos que estes afloramentos graníticos, quando expostos, também podem ocorrer de forma isolada e horizontalizada, a forma descrita como lajedo (Maia et al., 2018).

Os diversos ciclos erosivos aos quais foram expostos e a diferenciação mineralógicas destas rochas permitiu, segundo Maia et al (2018), o desenvolvimento de diversas microformas como os tafoni, alvéolos, caneluras/Karren, boulders, tors, gnammas/bacias de dissolução, entre outros, nos inselbergs e lajedos.

São nos inselberg e lajedos do território do PGSM que identificamos os elementos de levantamento e estudo deste projeto, pois são as áreas de formação das microformas resultantes de dissolução e fraturamento.

Esse campo abriga uma diversidade de microformas, algumas já descritas por Maia et al. (2018): vasques, gnammas e caneluras (feições mais associadas à dissolução), e tafoni de colapso (associados à meteorização termoclástica e à esfoliação). Tanto nos inselberg como lajedo é possível a formação das microformas resultantes de processos de dissolução e fraturamento.

Observa-se que o Semiárido Nordeste, apresenta as condições que ocasionam o intemperismo e a erosão nesses granitoides, pois segundo Zanella (2014), possui temperaturas médias anuais constantes e altas, e precipitação pluviométrica anual baixa e irregular, concentrada entre fevereiro e abril, tendo a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT como principal sistema meteorológico. Por se tratar de granitoides, o desgaste sofrido é lento devido a sua composição dos

minerais de feldspatos, micas e quartzos, resistentes a processos químicos que envolvem a ação da água.

Esses desgastes podem dar lugar a estruturas ímpares como abrigos, cavidades naturais, abismos, dentre outras geoformas.

Partindo do reconhecimento que o território da PGSM possui um dos mais representativos campos de inselbergs do Brasil (Freitas et al., 2019), e reconhecendo a necessidade da ampliação de pesquisas científicas no território, este estudo objetivou, por meio de levantamentos orientados, explorar e detalhar as microformas existentes no referido território, tendo-se como área de estudos o plúton Quixadá.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi fundamentada em um levantamento exploratório, pois investigou em campo os elementos objeto deste estudo, produzindo dados primários acerca do tema. A pesquisa desenvolveu-se a partir da execução das seguintes etapas: Levantamentos bibliográficos; Levantamentos cartográficos; Levantamentos em campo com produção de dados georreferenciados e Etapa de sistematização dos resultados.

Primeiramente, a fim de obter o aprofundamento dos conceitos de descrição das microformas resultantes de processos de dissolução e fraturamento em inselbergs e lajedos, sendo elas gnammas/bacias de dissolução, boulders, caos de blocos, tors, castle koppies, tafoni, alvéolos (honeycombs), caneluras/Karren e flared slopes, fez-se o levantamento bibliográfico nas plataformas on-line (SciELO, Periódicos CAPES, Google Scholar).

Em seguida, foi feita uma investigação de bases cartográficas e de imagens de satélites sobre o relevo resultante da exumação do plúton Quixadá.

A etapa seguinte compreendeu os levantamentos na área de estudo objetivando a identificação e a caracterização das formas de relevo em escala de detalhe, a identificação e análise das geoformas existentes com apoio de sobrevoos por drone para produção de imagens que subsidiem a interpretação geomorfológica. Vale ressaltar que foram selecionados pontos de observação e visitação onde há a maior diversidade de inselbergs e é possível o acesso, a fim de obter um levantamento mais característico da área.

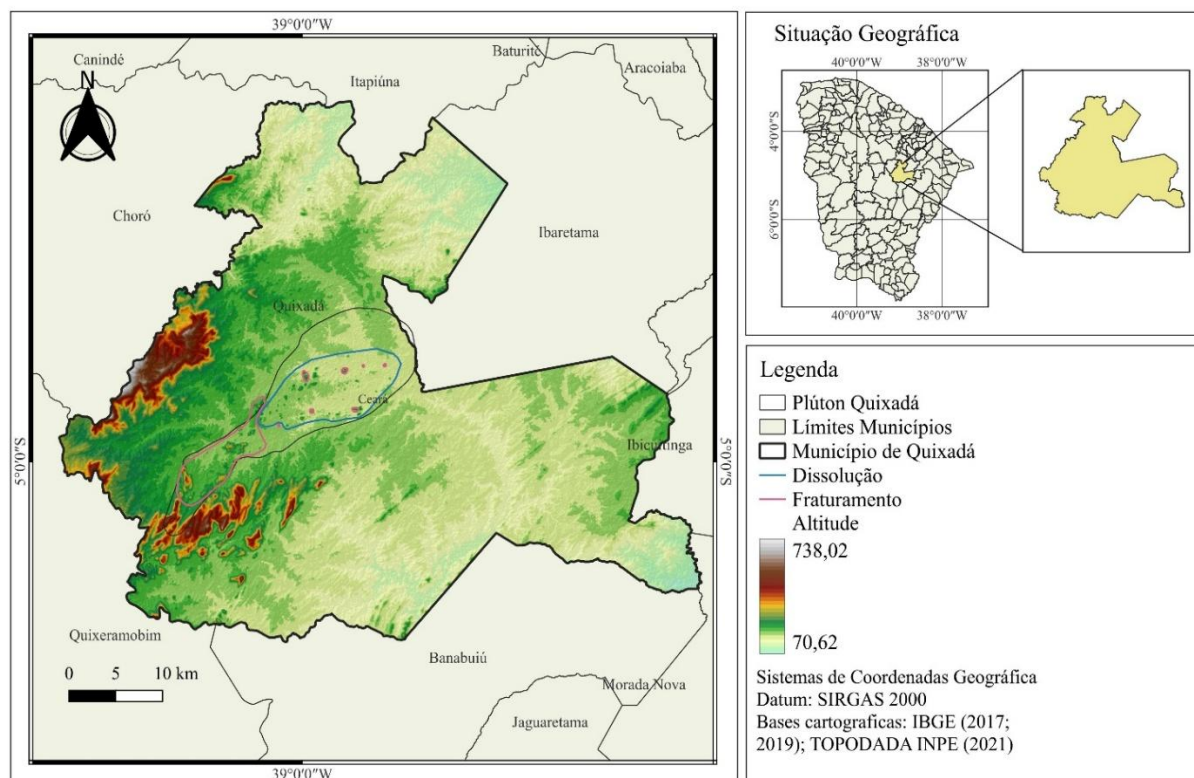
Em campo também foi executada a produção de dados georreferenciados com o uso de Sistema de Posicionamento Global (GPS) para marcação das áreas de ocorrência de cada geoforma objetivando a elaboração de mapa de ocorrência. Na sequência, em ambiente SIG, através do software QGIS, essas informações foram compiladas.

Por fim, a sistematização e análise dos levantamentos por meio de produção de artigo científico.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo refere-se ao campo de ocorrência de inselbergs que está localizado no território do Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM), no município de Quixadá, estado do Ceará, a aproximadamente 170 km da capital Fortaleza (ver figura 01).

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudos



Fonte: Elaborado pelos autores.

O clima é Tropical Quente Semiárido, com temperaturas médias mensais variando entre 25,8°C e 28,6°C (INMET, 2025). O regime pluviométrico é marcado por alta irregularidade e concentração das chuvas entre fevereiro e maio, influenciado principalmente pela Zona de Convergência Intertropical – ZCIT (Nimer, 1989). Essas condições climáticas favorecem processos de intemperismo físico e químico, imprescindíveis para entender a gênese das microformas investigadas.

A área de estudos compreende, portanto, o plúton Quixadá. Este constitui a porção setentrional do Complexo Granítico Quixadá-Quixeramobim. Ele aflora numa extensão areal por cerca de 260km², com suas melhores exposições nas adjacências da cidade de Quixadá. Ali, os litotipos são destacados como monólitos isolados, mamiformes, que constituem um mar de inselbergs que atingem alturas de até 150m. Sua forma superficial lembra a de uma pera com seu eixo maior de direção ENE-WSW, estendendo-se por cerca de 25km (Almeida et al 1999).

A região caracteriza-se por amplas exposições do embasamento cristalino, manifestadas na forma de lajedos e inselbergs. Geologicamente, é marcada pela ocorrência de um corpo intrusivo granitoide circundado por rochas encaixantes do complexo gnaiss-migmatítico (Maia et al., 2015).

Os inselbergues de Quixadá, em virtude da grande concentração destas morfologias graníticas, foram os primeiros do país a serem reconhecidos como sítios relevantes pela Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), (Brasil, 2021). Além disso, Quixadá, juntamente com Quixeramobim, abrigam, um dos maiores agrupamentos dessas formações, possuindo um total de 195, sendo que 86 estão no território de Quixadá e 109 no município de Quixeramobim (Gomes, et al. 2024).

Essas formas residuais cristalinas são o que restou dos contínuos processos de intempéries sofridos por rochas graníticas plutônicas que integram parte da Depressão Sertaneja Cearense e é resultante de intrusões graníticas que afetaram a Província Borborema a partir de várias orogenias que ocorreram no Pré-Cambriano (Freitas et al., 2019).

A pesquisa realizada na área do Geoparque Sertão Monumental de Gomes et al. (2024), mapeou os padrões morfológicos e distribuição dos inselbergs com base nas classificações prévias de Maia et al. (2015) e Maia e Migoñ (2020), os autores levantaram quatro tipos morfológicos principais: 1. Inselbergs com predominância de feições de fraturamento caracterizados 2. Inselbergs com predominância de feições de dissolução, por sua vez, revelam feições como caneluras (karren), gnammas e tanques de dissolução. 3. Inselbergs predominantemente maciços. 4. Nubbins, identificados sobretudo pela presença de um conjunto de blocos arredondados, separados por padrões de fraturas.

Macro e microformas graníticas de Quixadá

A exumação do plúton Quixadá possibilitou a visualização de diversas macro e microformas graníticas, como por exemplo, maciços, inselbergs, lajedos, flared slopes, gnammas, tafoni e karren, segundo Maia et al. (2018).

As macroformas constituem expressivas feições residuais que se destacam ao longo de superfícies de aplainamento nordestinas com formas e dimensões variadas (Cordeiro et al., 2023). Em relevos de rochas graníticas podem ser divididas em inselberg e bornhardts, sendo por suas características genéticas e de localização (Maia, et al. 2018).

Podemos entender as macroformas como a corpos plutônicos com expressiva extensão territorial, associadas à exposição da rocha matriz, resultantes de suas resistências ao processo de intemperismo em subsuperfície. Que se associam-se ao desenvolvimento de inselbergs, enquanto as microformas associam-se a processos de meteorização, saprolitização e faturamento (Rodrigues et al., 2022).

As microformas correspondem a feições associadas a blocos graníticos (boulders, caos de blocos, tors e castle koppies), formas de dissolução (tafoni, alvéolos/honeycombs, caneluras, bacias de dissolução e flared slopes) ou de fraturamento (split rock e polygonal cracking) (Rocha, 2019).

Com relação a gênese e evolução dessas feições, interfere-se que estão associadas ao modelo de etchaplanção de Budel (1957, 1978), são feições que resguardam, em sua morfologia, indicadores sugestivos de que tiveram sua formação e desenvolvimento em um paleoambiente epigênico possivelmente relacionado a sistemas meteóricos derivados de climas tropicais mais úmidos (Cordeiro et al., 2023).

Nesse estudo consideramos as macroformas lajedos e inselbergs como locais de ocorrência de diferentes microformas, como as já citadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A investigação geomorfológica do município de Quixadá, pertencente ao território do Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM), considerou microformas de dissolução/meteorização e as associadas a fraturamento. Para a sistematização das microformas em inselbergs e lajedos do território de Quixadá, organizou-se as informações analisando o tipo de microforma, descrição e autores que as conceituam, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Microformas identificadas no município de Quixadá.

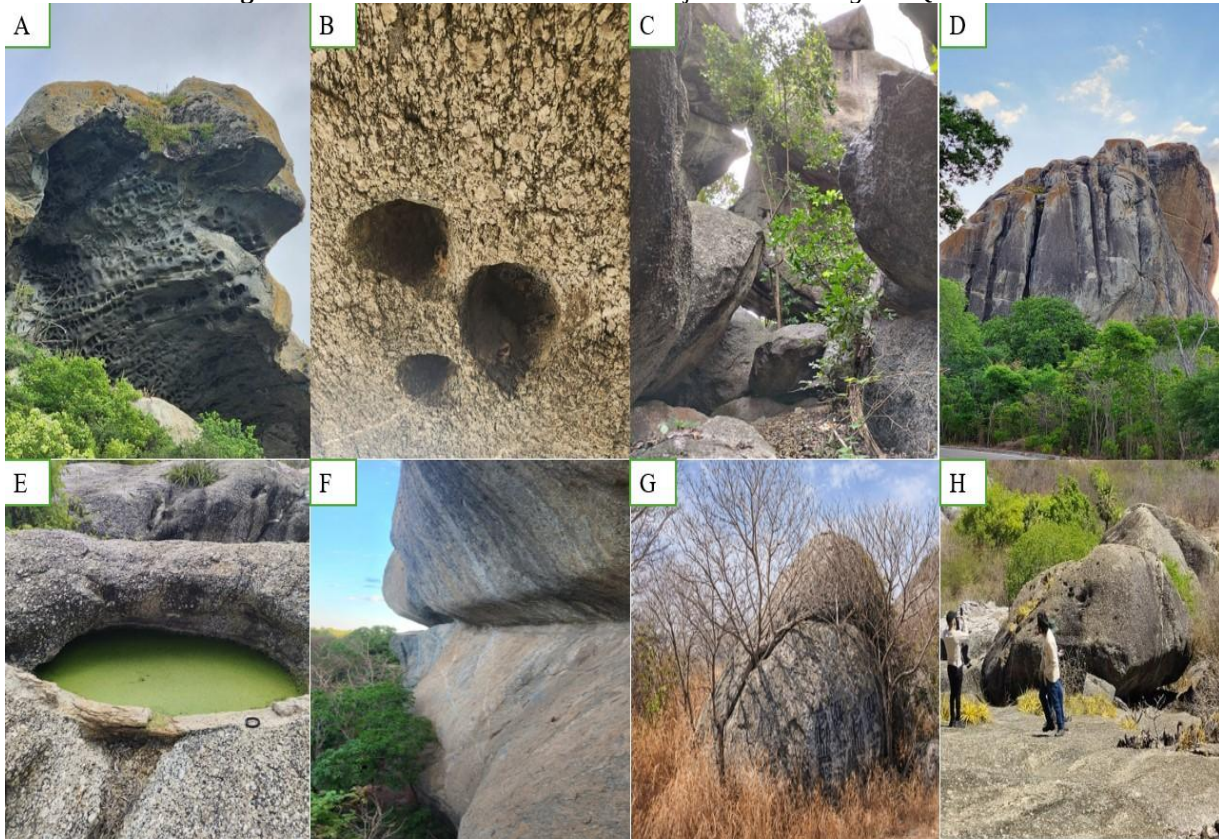
Microformas	Definição	Autores	Tipos de Microformas
Tafoni	Formas resultantes do intemperismo cavernoso, normalmente possuem vários metros cúbicos de volume e têm entradas em forma de arco.	Goudie (2003)	Meteorização
Alvéolos	Geralmente ocorrem em grupos, frequentemente ao longo de linhas de fraqueza na rocha, e são separados por paredes estreitas, formando um padrão complexo denominados estruturas de <i>honeycomb</i> ; dentre as demais feições tafoniformes, são de menor expressão espacial.	Migón (2006); Maia <i>et al.</i> (2018)	Meteorização
Caos de blocos	Corresponde à núcleos rochosos inalterados que resistiram aos processos de meteorização no interior do manto de intemperismo. Formou-se uma maior densidade de corestones expostos dando origem aos aglomerados de boulders. Ao serem expostos, os boulders ficam sujeitos à atuação de outros processos de meteorização.	Migón, (2006); Rocha(2019)	Faturamento
Caneluras/ <i>karren</i>	São sulcos de corrosão (erosão química) e dissolução que ocorrem de forma linear nas superfícies de rochas nuas. Possuem normalmente perfil côncavo e baixa sinuosidade. Podem ocorrer nas escarpas de <i>inselbergues</i> e na superfície de blocos graníticos.	Bigarella <i>et al</i> (2009); Maia <i>et al.</i> (2018)	Meteorização
<i>Gnammas</i>	Bacias rochosas. São pequenas cavidades escavadas em rochas coesas. São feições erosivas ou destrutivas que se desenvolvem em diversos ambientes climáticos e em uma ampla gama de litologias.	Hedges (1969) <i>apud</i> Twidale e Bourne (2018). Huggett (2007)	Meteorização
<i>Flared Slopes</i>	Uma característica específica de muitos afloramentos graníticos, mas não restrita ao granito. É a presença de concavidades basais que ocorrem, essencialmente, em duas variantes, seja como basal de inclinação da rocha ou como uma saliência.	Migón (2006)	Faturamento
<i>Boulders</i>	Algumas ocorrem <i>in situ</i> e podem ser simplesmente visualizadas como compartimentos de rocha matriz mais resistentes (núcleos de rocha) que permanecem no lugar após a massa rochosa circundante ter sido erodida.	Migón (2006)	Meteorização
<i>Tors</i>	A formação de <i>tors</i> envolve o intemperismo diferencial que, geralmente, ocorre quando as condições em bolsões distintos de rocha os tornam mais resistentes à erosão do que a rocha circundante.	Goodfellow <i>et al</i> (2014)	Faturamento

Fonte: Autores

O Quadro 1 apresenta uma análise detalhada de cada microforma e as suas características e processos de formação relacionando.

O levantamento exploratório, auxiliado por revisão bibliográfica e cartográfica, identificou oito microformas no plúton Quixadá. Na figura (02) podem ser visualizadas estas microformas.

Figura 2 - Microformas identificadas em lajedos e *inselbergs* de Quixadá



A- Tafone no Complexo Lagoa dos Monólitos B- Alvéolos no geossítio Gruta de São Francisco. C-Caos de Bloco no geossítio Gruta do Magé. D- Caneluras na Pedra Faladeira. E- *Gnammas*/ bacia de dissolução, encontrada no distrito de Custódio F-*Flared Slopes* no Açude do Cedro. G-Boulder na Br-122 em Quixadá. H- Tors na Pedra do Lemos. Fonte: Elaborada pelos autores.

O *tafoni* (A) descrevemos as cavidades naturais que a um primeiro olhar assemelham-se às cavernas. São localizados em afloramentos escarpados associados a diferentes litologias, mais comumente ocorrendo em *inselbergs* e domos graníticos residuais (Maia *et al.*, 2018).

No interior de *tafoni* é possível a ocorrência de alvéolos (B), também conhecidos como *honeycombs*, pois alguns lembram a forma de colmeias perfeitas (Silva *et al.*, 2013). Os alvéolos são feições de dissolução que geralmente ocupam o interior de cavidades maiores como as paredes e tetos interiores de *tafoni* (Lima e Bastos, 2018).

Já os caos de blocos (C) resultam da ação gravitacional e morfologia das vertentes sobre os blocos produto do intemperismo do relevo granítico, provocando sua movimentação. Para Maia *et al.* (2018) tendem a se concentrar no fundo dos vales configurando uma morfologia caótica, ou também como blocos soltos de dimensões variadas.

As caneluras ou *karren* (D) são sulcos formados sobre superfícies rochosas inclinadas e/ou verticais, variando em tamanho, sinuosidade e seção transversal, podendo ser identificadas em diferentes em regiões úmidas e áridas do planeta (Migón, 2006). Esses sulcos ocorrem em rochas inclinadas e verticais, sendo uma feição comum nos *inselbergs* com maior concentração de minerais solúveis.

As bacias de dissolução ou *Gnammas*(E) são cavidades expostas nas rochas graníticas (Maia *et al.*, 2018), porém, ressaltamos que elas podem ocorrer em todos os tipos de rocha, pois, segundo Huggett (2007) *apud* Maia *et al.* (2018), trata-se de superfícies irregulares que resultam de processos de intemperismo.

Essa formação tem início no processo de intemperismo atuante em enclaves máficos formados por minerais mais solúveis que os demais componentes das rochas que formam os *inselbergs* e lajedos do PGSM, uma característica porfirítica do granito local com minerais de granulometria distintas (Monteiro *et al.*, 2023).

Além do valor geomorfológico, as *gnammas* possuem relevância paleoambiental, pois o preenchimento por sedimentos quaternários pode preservar camadas fossilíferas, incluindo espécies da megafauna pleistocênica.

Ressaltamos que sedimentos de idade quaternária são encontrados preenchendo algumas bacias de dissolução e, frequentemente, há camadas fossilíferas preservadas (Ximenes, 2009), sobretudo de espécies animais da megafauna pleistocênica.

Os *flared slopes* (F) caracterizam-se como marcas de paleoníveis de meteorização (Maia *et al.*, 2018), ou seja, um limite que na subsuperfície concentrava o nível de intemperismo químico na escarpa. Ressalta-se que sua ocorrência pode dar-se também ao longo de fendas criadas por fraturas (Migón, 2006).

Os *boulders*(G) graníticos assemelham-se a matacões com blocos rochosos resultantes do intemperismo seletivo em subsuperfície de relevos graníticos. Segundo Twidale (1982) os *Boulder* apresentam uma grande variedade de tamanhos e formas e são desprovidos de descontinuidade estrutural.

A geoforma *tors*(H) caracteriza-se por ser um afloramento isolado de rocha em relevo granítico controlado por padrões de fratura (Ehlen, 2006 *apud* Maia *et al.*, 2018; Migón, 2006), podendo ou não serem resultados do intemperismo em superfície ou subsuperfície (Ehlen, 2006).

Os *tors* comumente são confundidos com *castle koppies*, pois ambos por possuírem um sistema ortogonal de fraturas, apresentam uma fisionomia acastelada (Maia *et al.*, 2018). Porém, o *castle koppies* apresenta uma parte inferior maciça e uma parte superior com vários pilares, lados e fissuras (Twidale, 2005).

As microformas existentes no plúton Quixadá, refletem a gênese e evolução dos *inselbergs* e lajedos, o que envolve a litologia e condições pretéritas e atuais do clima. Essas microformas, se distribuem com relevância e expressividade na paisagem, o que se configura como geopatrimônio e diversidade geológica e geomorfológica com relevância para ciência, pois permite a interpretação da história da Terra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa permitiu realizar o levantamento exploratório das microformas presentes nos *inselbergs* e lajedos de Quixadá, município que integra parte do território do Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM).

Acreditamos que esta pesquisa produz material que pode fomentar um maior conhecimento sobre a área, além de promover a difusão de conhecimentos sobre a geodiversidade do território, promovendo sua geoconservação, colaborando, assim, com a consolidação da referida proposta na região.

Dessa forma, contribui para a ampliação dos dados acerca de um território que, embora seja objeto de estudos no âmbito nacional e internacional, ainda carece de informações para investigações mais profundas e detalhadas. A análise confirmou a ocorrência de nove microformas: *gnammas*, *tafoni*, *alvéolos* (*honeycombs*), *caneluras* (*karren*), *flared slopes*,

boulders, tors, castle koppies e caos de blocos, as quais apresentam relação com processos de meteorização (processos químicos) e fraturamento (processos físicos).

Nesse contexto, espera-se ampliar os conhecimentos acerca da geomorfologia e do detalhamento dos inselbergs e lajedos distribuídos no território dos municípios de Quixadá e Quixeramobim. O Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM) encontra-se em fase de estruturação territorial, atendendo à primeira etapa de três fases necessárias para se tornar um geoparque chancelado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

Ressalta-se que o elemento primordial para a criação de um geoparque é a sua relevância geológica e geomorfológica, ou seja, que a geodiversidade apresente valores científico, cultural, educacional, econômico, entre outros. Dessa forma, o conhecimento científico em nível de detalhe das geoformas possibilita a compreensão aprofundada da gênese e evolução dos inselbergs, contribuindo para o fortalecimento do PGSM. Assim, espera-se que esta pesquisa forneça subsídios para o dossiê de candidatura do PGSM.

Os resultados reforçam a especificidade da geomorfologia granítica da região, pois existem diversas microformas que ajudam a interpretar a formação e a história da evolução do relevo e como ocasionaram as dinâmicas intempéricas no Quaternário. A identificação de gnammas pode reforçar não apenas os estudos geomorfológicos, mas também os paleoambientais e pesquisas voltadas aos fósseis ocorrentes em bacias de dissolução.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsas de pesquisa, e ao Núcleo de Estudos Integrados em Geografia Ambiental, Geodiversidade e Geoinformação – NIGEO, pelo suporte técnico e acadêmico à realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 3-13, 2011.

BORNHARDT, W. Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch Ostafrikas . Berlin: Reimer. 1900. **Disponível em:** <https://brema.suub.uni-bremen.de/dsdk/content/titleinfo/1888715>. **Acesso em:** 02 mai. 2025.

BRASIL. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Propostas aprovadas. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/quadro.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2021.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005.

BRILHA, J.B.R. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Re-view. **Geoheritage**, v. 8, n. 22, p. 119-134, 2016.

CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H.; SIAME, L.; LIMA, D. L. de S.; PAILA, D. P. de; XIMENES, A. R. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro: uma proposta taxonômica. **Revista Brasileira de Geomorfologia** v. 24, n. 1, 2023.

WILLIAM MORRIS DAVIS William Morris Davis - Revista de Geomorfologia v. 7, n. 2, de março de 2026, p. 123-134. DOI: <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v7n2.2026.440>



CLAUDINO-SALES, V. Megageomorfologia do Nordeste Setentrional Brasileiro. **Revista de Geografia** (Recife), Recife, v. 35, n. 4, p. 442-454, 2018.

FREITAS, L. C. B.; MONTEIRO, F. A. D.; FERREIRA, R. V.; MAIA, R. P. (Org.) Geoparque Sertão Monumental - CE: proposta. Fortaleza: CPRM, 2019.

GOMES, E. L. M., MAIA, R. P., & SOUZA, A. S. V. de. Morphological patterns and distribution of Inselbergs in Quixadá and Quixeramobim – Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 25, n. 2, p. 01-18, 2024.

HUGGETT, R. J. **Fundamentals of geomorphology**. 2ª ed. Londres: Taylor & Francis Library, 2007. LIMA, D. L. S.; BASTOS, F. H. Geomorfologia em granito: Estudo das feições graníticas no Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. In: **Anais do XII SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia - UGB - União da Geomorfologia Brasileira**. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/3/3-121-1982.html> Acesso em: 23 jan. 2025.

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

MAIA, R. P.; BASTOS, F. de H. NASCIMENTO, M. A. L. **Paisagens graníticas do Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

MANSUR, K. L. Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Geoturismo, geodiversidade e geoconservação: abordagens geográficas e geológicas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

MATMON, A; MUSHKIN, Y; ENZEL, T; GRODEK, ASTER, T. Erosion of a granite inselberg, Gross Spitzkoppe, Namib Desert. **Geomorphology**, v. 201, p. 52-59, 2013.

MIGÓN, P. **Geomorphological landscapes of the world: granite landscapes of the world**. Oxford University Press Inc., New York. 2006.

MONTEIRO, F. A. D.; MAIA, R. P.; SOUZA, A. S. V.; GOMES, E. L. M.; MANSUR, K. L. Geoparque Sertão Monumental – Território Dos Inselbergs. **Caderno de Geografia**, v. 33, n.75, 2023.

NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. **Revista Equador**, v. 4, nº 03, p. 01-22, 2015.

OLÍMPIO, J. L. S.; MONTEIRO, F. A. D.; FREITAS, L. C. B.; ALMEIDA, L. T. de; ALCÂNTARA, A. P. de; LOUREIRO, C. V.; NASCIMENTO, M. L; MAIA, R. P. O que sabemos sobre os inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil?. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 19- 42, 2021.

RODRIGUES, J. M. D; LIMA, E. C.; CLAUDINO-SALES, V. Classificação hierárquica das formas de relevo granítico na Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) Pedra Andorinha, Taperuaba, Sobral, CE. **Revista Brasileira de Geografia Física, Pernambuco**, v. 15, n. 1, p. 142-154, 2022.

SGB - Serviço Geológico do Brasil. **Geoparques**. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/publicue/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Saiba-Mais---Geoparques-5415.html>> Acesso em: 30 abr. 2025.

SILVA, M. A. M. DA, BAPTISTA NETO, J. A., SILVA, A. L. C. DA, SMITH, B., MCALISTER, J., WARKE, P., & CURRAN, J. Intemperismo decorrente da acumulação de sal e a formação de alvéolos e tafoni nos afloramentos das praias de Niterói (Rio de Janeiro, Brasil). **Revista Brasileira De Geomorfologia**, v. 14, n. 2, p. 189 - 195, 2013.

TWIDALE, C. R. The two-stage concept of landform and landscape development involving etching: origin, development and implications of an idea. **Earth-Science Reviews**, v. 57, p.37-74, 2002.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. Geoparque - Contexto, origem e perspectivas no Brasil. Documento técnico. Produto 01. Ano 2012. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.gov.br/turismo/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/manual-de-desenvolvimento-de-projetos-turisticos-de-geoparques/DocumentoTcnico1SEMLOGOMTUR.pdf](https://www.gov.br/turismo/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/manual-de-desenvolvimento-de-projetos-turisticos-de-geoparques/DocumentoTcnico1SEMLOGOMTUR.pdf). Acesso em: 02 mai. 2025.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. **Geociências e Geoparques Mundiais da UNESCO no Brasil**. 28 de Março de 2024. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/node/104598> Acesso em: 02 mai. 2025.

XIMENES, C.L. Tanques Fossilíferos de Itapipoca, CE - Bebedouros e cemitérios de megafauna pré-histórica. In: Winge,M.; Schobbenhaus,C.;

SOUZA,C.R.G.; FERNANDES, A.C.S.; BERBERT-BORN,M.; QUEIROZ,E.T. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2009.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do Semiárido Nordeste. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.3, v. 6, 126-142, 2014.