

GEOPARQUE SERTÃO MONUMENTAL – TERRITÓRIO DOS INSELBERGS

Sertão Monumental Geopark – territory of the Inselbergs

Felipe Antônio Dantas Monteiro

Geógrafo, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Campus de Quixadá, Brasil

felipe.dantas.monteiro@ifce.edu.br

Rúbson Pinheiro Maia

Geógrafo, Professor do Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil

rubson.maia@ufc.com.br

Anna Sabrina Vidal de Souza

Geógrafa, Programa de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil

annasabrinabrinavidal@gmail.com

Eliomara Leite Meire Gomes

Geógrafa, Programa de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil

eliomaragomes@gmail.com

Kátia Leite Mansur

Geóloga, Professora do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Brasil

katia@geologia.ufrj.br

Recebido: 01.06.2023

Aceito: 12.08.2023

Resumo

Dentre os geopatrimônios mundiais, as paisagens graníticas se destacam como componentes importantes, nos aspectos científicos, estéticos, turísticos, dentre outros. Apesar disso, essas áreas graníticas ainda demonstram uma representatividade escassa no conjunto dos Geoparques e Patrimônios Mundiais da UNESCO. No nordeste brasileiro, destacam-se algumas paisagens graníticas semiáridas, como eminentes expressões geomorfológicas em termos mundiais. Ressalta-se assim, o excepcional campo de *inselbergs* de Quixadá-Quixeramobim, no estado do Ceará, com a famosa paisagem da Pedra da Galinha. Mas o seu significativo valor científico ainda é pouco conhecido no Brasil e exterior. Este artigo tem o objetivo de apresentar a relevância do campo de *inselbergs* situado no território dos municípios de Quixadá e Quixeramobim, como um dos principais geopatrimônios do projeto Geoparque Sertão Monumental (GSM). Como metodologia foi realizada ampla revisão bibliográfica sobre a área, com utilização de dados do SGB/CPRM, produção cartográfica e trabalhos de campo. O território do GSM notabiliza-se por ter significativa diversidade geomorfológica, conta principalmente com diferentes tipos de *inselbergs*, grandes *tafoni*, mega *karren*, *flared slope*, *gnammas*, dentre outros. Possui também uma alta densidade de formas graníticas, em sua "área core" onde concentra 45 *inselbergs* em 48 km² (aproximadamente um *inselberg* por km²). Sua geodiversidade, resguarda informações importantes acerca da evolução paleoclimática e geomorfológica do semiárido, revelando uma parte singular da história da Terra.

Palavras-chave: Geodiversidade, Patrimônio Geomorfológico, Paisagem Granítica, Ceará, Quixadá-Quixeramobim.

Abstract

Among the geoheritage sites of the world, granite landscapes stand out as significant areas regarding scientific, aesthetic, and touristic aspects, to cite a few. Nonetheless, these granitic terrains still lack representativity in the UNESCO Geoparks and World Heritage Sites assemblage. A few semiarid granitic landscapes in Northeastern Brazil are eminent geomorphological expressions worldwide. We highlight here the iconic inselberg field of Quixadá-Quixeramobim, in the state of Ceará, with its famous geomorphic feature, Pedra da Galinha. Unfortunately, its significant scientific value is still poorly known in Brazil and internationally. This work intends to present the relevance of the inselberg field within the Quixadá and Quixeramobim municipalities as one of the primary geoheritage sites of the project Geopark Sertão Monumental (GSM). The methodology consisted of a broad bibliographic revision of the study area, data gathering from the Geological Survey of Brazil (SBG/CPRM), map elaboration, and fieldwork. The GSM territory is notable due to its wide geomorphological diversity, with different types of inselbergs, large tafoni, mega karren, flared slopes, and gnammas, among others. GSM also displays a high density of granitic forms in this core area, where 45 inselbergs are clustered over 48km² (approximately one inselberg per km²). Its geodiversity safeguards important information about the paleoclimatic and geomorphological evolution of the semiarid, revealing a particular portion of the Earth's history.

Keywords: Geodiversity, Geomorphological Heritage, Granitic Landscape, Ceará, Quixadá-Quixeramobim.

1. INTRODUÇÃO

As paisagens graníticas, podem ser consideradas como componentes importantes do geopatrimônio global, pois são capazes de revelar partes singulares da história da Terra, muitas vezes apresentando relevância científica e estética excepcional (MIGOÑ, 2021). Entretanto, observa-se que as áreas graníticas reconhecidas pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), como Geoparques ou como Patrimônio Mundial, devido ao seu valor científico ou cenário único, ainda são relativamente escassas no cenário global.

Salienta-se que dentre a variedade de elementos não vivos da natureza, que constituem a geodiversidade (UNESCO, 2021), autores como Gray (2004, 2013) defendem a incorporação da paisagem, como um dos componentes essenciais. Conforme Migoñ (2006), algumas das paisagens mais espetaculares da Terra, tem como base o granito, com destaque especial para as áreas de maior ocorrência de *inselbergs* no continente Africano (Namíbia, Serra Leoa, Mauritânia e Nigéria), na América do Norte (Deserto Mojave, Arizona e Texas) e América do Sul (Quixadá-Quixeramobim, Itatim, Pancas e Rio de Janeiro). É válido ressaltar que, por mais de dois séculos, relevos graníticos vêm despertando o interesse de geocientistas (TWIDALE; VIDAL-ROMANI, 2005).

Nesta perspectiva, algumas paisagens graníticas semiáridas do nordeste brasileiro, configuram-se como importantes representantes geomorfológicos em termos mundiais (MIGÓN; MAIA, 2020), apresentando aspectos científicos e cênicos singulares, como os campos de *inselbergs*, que registram parte da história de evolução da Terra (MAIA *et al.*, 2018). Os *inselbergs* (do alemão *insel* = ilha e *berg* = montanha) são colinas isoladas abruptas na superfície plana circundante (TWIDALE, 1982; GOUDIE, 2004), consagrados por Bornhardt (1900) como paisagens peculiares, estão entre as formas de relevo mais marcantes do mundo (MIGÓN, 2021).

Este trabalho, tem como objetivo, apresentar a importância do patrimônio geomorfológico, em um campo de *inselbergs* no estado do Ceará. Mais precisamente nos municípios de Quixadá e Quixeramobim, localizados na parte central do estado. Nessa área, um amplo mostruário de relevos graníticos representadas por lajedos e diversos tipos de *inselbergs*, caracteriza a paisagem semiárida e lhe confere caráter excepcional. Este significativo cenário constitui um dos principais geopatrimônios do Geoparque Sertão Monumental (GSM). Um projeto que visa conseguir a aprovação no Programa Internacional de Geociências e Geoparques (*International Geoscience and Geoparks Programme - IGPP*) da UNESCO, para o reconhecimento da relevância desse território como “Geoparque Mundial da UNESCO” (FREITAS *et al.*, 2019).

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização e caracterização ambiental

O campo de *inselbergs* de Quixadá-Quixeramobim do GSM, localiza-se na região central do estado do Ceará, Nordeste setentrional do Brasil, a 160 km da capital Fortaleza, com acesso pelas rodovias BR-116 e BR-122. Situa-se entre as coordenadas geográficas 4°40'46"S, 38°36'55"W, 5°35'32"S e 39°38'02"W (MONTEIRO *et al.*, 2022). A área de estudo é constituída pelos municípios de Quixadá e Quixeramobim, cujo território abriga importantes geopatrimônios relacionados principalmente ao complexo diversificado de paisagens graníticas semiáridas (Figura1).

O clima da área é tropical quente semiárido (BSh segundo Köppen), com temperatura média de 27°C (varia entre 21°C e 36°C) e chuvas anuais em torno de 700 mm geralmente entre fevereiro a maio (INMET, 2014). Os municípios de Quixadá e Quixeramobim são banhados pela sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú, que, por sua vez, compõe a maior bacia hidrográfica do estado do Ceará, a do rio Jaguaribe. Predomina nessa região densa

rede hidrográfica, dotada de rios intermitentes sazonais (SRH, 2022). Na vegetação, há predomínio do tipo savana estépica (bioma caatinga), com grande biodiversidade, inclusive com espécies de endemismo relacionadas aos *inselbergs* (PAULINO *et al.*, 2018).

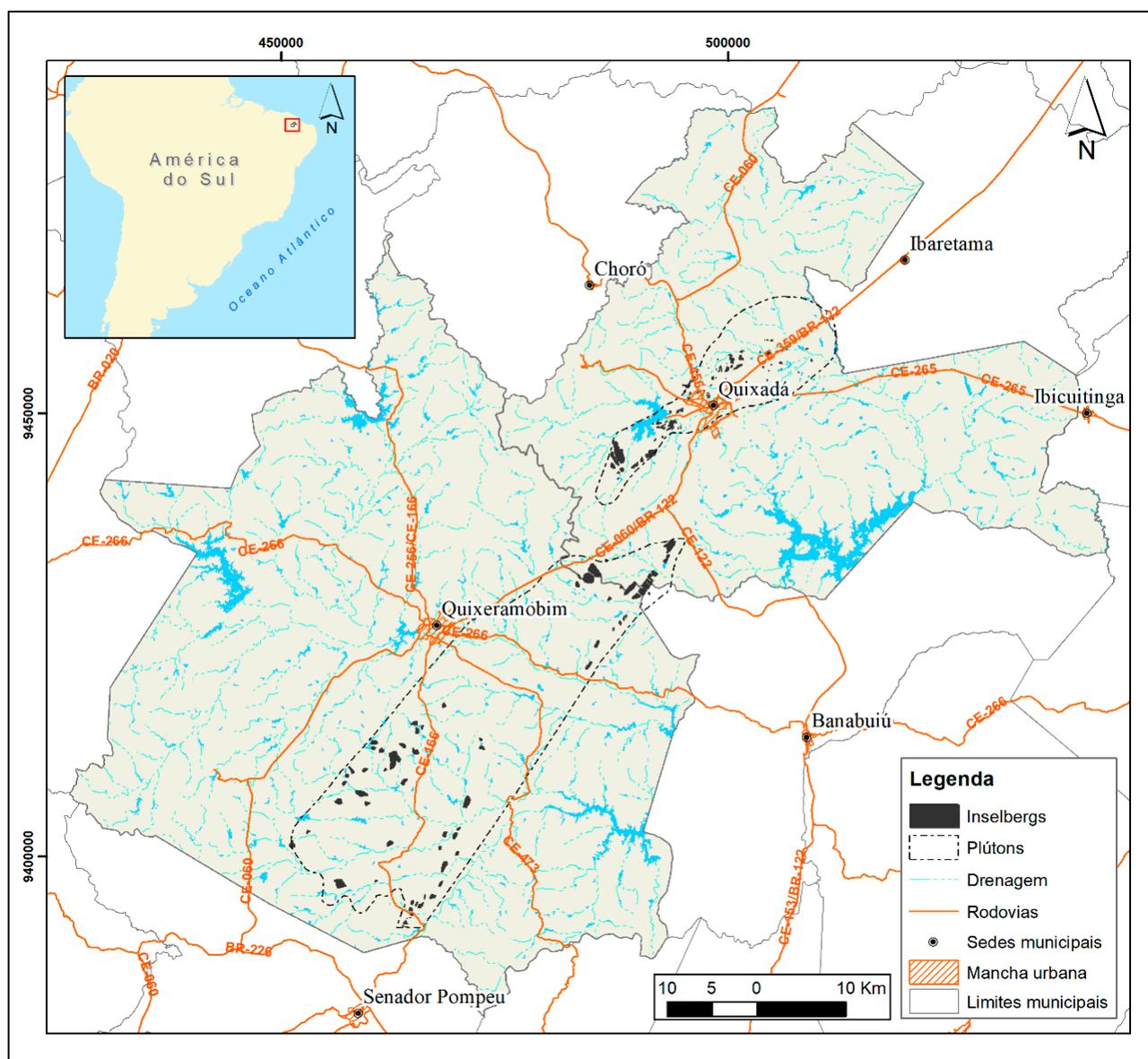


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo correspondente ao território do Geoparque Sertão Monumental. A área abrange o campo de *inselbergs* Quixadá-Quixeramobim situado entre as cidades homônimas, no estado do Ceará, Nordeste do Brasil.

Fonte: Autores, 2023.

2.2. Contexto geológico e geomorfológico

O enquadramento geológico do GSM se dá no setor setentrional da Província da Borborema, composta por domínios estruturados pelo Ciclo Orogênico Brasileiro. Devido ao intenso plutonismo relacionado à Orogenia Brasileira, diversas intrusões ao longo de zonas de falhas ocorreram no Neoproterozoico, dentre as quais encontra-se a Suíte

Intrusiva Itaporanga, caracterizada por litotipos como granodioritos, monzogranitos, sienogranitos, álcali-feldspato granitos e quartzo onzonitos, geralmente com textura porfirítica (PINÉO *et al.*, 2020). Os plútons de Quixadá e Quixeramobim fazem parte dessa suíte e neles aflora o campo de *inselbergs* aqui estudado (Figura 2). Os granitoides dos dois plútons se diferenciam em termos faciológicos, apresentando sete fácies diferentes do granito (TORQUATO, 1989; ALMEIDA, 1995).

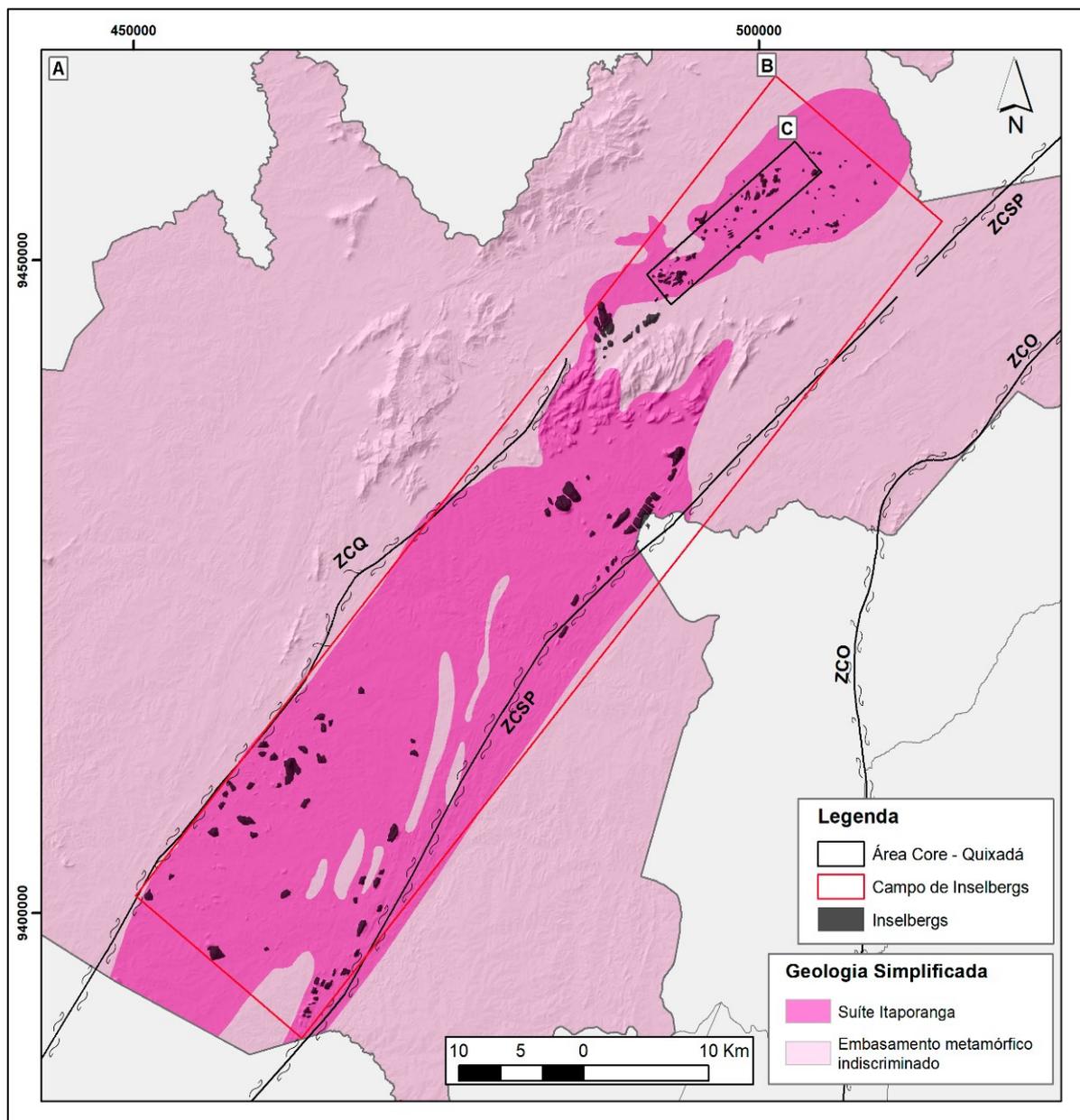


Figura 2 – Mapa da área de estudo: A – Distribuição dos *inselbergs* nos plútons Quixadá e Quixeramobim. B – Polígono do campo de *inselbergs* Quixadá-Quixeramobim. C – Área core, com maior densidade de *inselbergs*.0

Fonte: Autores, 2023.

Com o processo de exumação e erosão do embasamento encaixante, evidenciou-se os afloramentos dos plútons (FREITAS *et al.*, 2019), expondo uma paisagem granítica de

importância mundial, que evidencia a história evolutiva da Terra e suas mudanças ambientais ao longo da escala de tempo geológico.

Os principais relevos na área são *inselbergs* e *bornhardts* (MAIA *et al.*, 2015), além de *nubbins*, *boulders* e lajedos, em menor extensão (MAIA *et al.*, 2018). O campo de *inselbergs* Quixadá-Quixeramobim possui altitudes que variam desde 189 m a 573 m, elevando-se de uma superfície de erosão por volta de 200 m de altitude.

Devido à diversidade morfológica presente nos *inselbergs*, foi proposto uma classificação de três tipos de *inselbergs* com base no predomínio das feições que os compõem (MAIA e BEZERRA, 2020): 1- *Inselbergs* de fraturamento, caracterizado por intensa fragmentação rochosa e formação de rampa de *talus*; 2- *Inselbergs* de dissolução, com maior ocorrência de formas de intemperismo associadas à erosão química no granito, tais como *karren* e *gnammas* e 3- *Inselbergs* maciços, com escarpas íngremes e sem grande desenvolvimento das feições de intemperismo mecânico e químico (Figura 3).



Figura 3 – Variedade de morfologias de *inselbergs* no território do GSM de acordo com Bezerra e Maia (2020): A – *Inselberg* ornamentado por feições de dissolução; B – *Inselberg* caracterizado por fraturamento e colapso de blocos; C – *Inselberg* maciço, com incipientes feições de intemperismo nas escarpas.

Fonte: Maia e Bezerra, 2020.

2.3. Relevância da geomorfologia no contexto da Geoconservação

Como reconhecimento do alto valor para a geodiversidade, a área foi denominada, em recente proposta, de “Geoparque Sertão Monumental” (GSM). A base dessa proposta se dá no relatório intitulado “Geoparque Sertão Monumental - Proposta” (FREITAS *et al.*, 2019), elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), com a colaboração de pesquisadores de várias instituições, tais como IFCE¹, UFC², UECE³ e SEMA⁴. O referido documento ainda compõe o livro “Geoparques do Brasil: propostas – Volume 2”, em fase de editoração e disponível apenas online no website do Projeto Geoparques da SGB/CPRM (2023).

A proposta do GSM apresenta 20 geossítios e sítios da geodiversidade, sendo a maior parte referente a patrimônio geomorfológico e os tipos de *inselbergs*. Todos foram avaliados e registrados no GEOSSIT (cadastro de sítios geológicos do SGB/CPRM), destacando-se dois geossítios de relevância internacional: a Pedra da Galinha Choca (próxima ao açude do Cedro) e a Pedra do Cruzeiro (no centro da cidade de Quixadá) (FREITAS *et al.*, 2019).

Ademais, parte da área contemplada nesse estudo – os *inselbergs* de Quixadá foram reconhecidos pela Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP, integram desde 2010 a lista da Associação Mundial de Montanhas Famosas (*World Famous Mountains Association* – WFMA), e também estão em parte abrangidos pelas poligonais de tombamento do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) e da unidade de conservação estadual Monumento Natural Monólitos de Quixadá (OLÍMPIO *et al.*, 2021).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho contou com ampla revisão bibliográfica sobre a descrição, evolução de formas de relevos graníticos, particularmente no Nordeste e na região de Quixadá e Quixeramobim. Associado a isso, foi realizado o levantamento de dados geológicos disponibilizados pelo SGB/CPRM. A revisão de trabalhos e documentos no âmbito da geoconservação nacional e global também fora contemplado.

No tocante a dados de sensoriamento remoto em escala regional, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação FABDEM (*Forest And Buildings removed Copernicus DEM*), mapa de elevação global que remove os vieses de altura de edifícios e árvores do Modelo Digital de

¹ IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

² UFC – Universidade Federal do Ceará

³ UECE – Universidade Estadual do Ceará

⁴ SEMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

Elevação Copernicus GLO 30 (DEM). O conjunto de dados FABDEM encontra-se sob uma licença *Creative Commons* "CC BY-NC-SA 4.0" (HAWER; NEAL, 2021). Esses dados foram comparados com dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), disponibilizados na plataforma *Earth Explorer*. Com essa base de dados e tratamentos no software QGIS 3.18, fora considerado *inselberg* toda elevação acima de 20m com escapas > 45°, circundada pela superfície aplainada.

Constituindo uma etapa fundamental da pesquisa, foram realizados 5 trabalhos de levantamento de dados em campo com obtenção e imagens por aerofotogrametria, seguido de registro e descrição das feições analisadas. Essa etapa foi executada em conjunto à equipe do Laboratório de Geomorfologia da Universidade Federal do Ceará, cujas pesquisas em andamento sobre a geomorfologia da região de Quixadá e Quixeramobim fornecem importantes dados e interpretações sobre a área.

4. RESULTADOS

4.1. *Inselbergs*: tipos, formas e distribuição

O campo de *inselbergs* de Quixadá-Quixeramobim é composto por 153 *inselbergs* em uma área de aproximadamente 1.360 km² (Figura 2B). Os *inselbergs* se distribuem de modo irregular nos plútons, com maior concentração na porção central do Plúton Quixadá, denominado aqui de "área core", com 48 km² e 45 *inselbergs* (Figura 2C). A alta densidade de formas graníticas na "área core" (com aproximadamente 1 *inselberg* por km²), insere esse núcleo dentre os mais expressivos agrupamentos de *inselbergs* no mundo.

Os *inselbergs* apresentam ampla diversidade de formas resultantes dos processos de intemperismo comumente guiados por estruturas, tais como fraturas, foliação magmática, e variações faciológicas no granito. Como resultado, as escarpas exibem diversas feições tais como *tafoni*, *karren*, *flared slope*, *gnammas*, dentre outras. Nesse sentido, os *inselbergs* de Quixadá-Quixeramobim são marcadamente ornamentados, ou seja, não apresentam apenas uma morfologia típica de escarpas maciças como em muitos casos. Assim, abrigam inúmeras feições cujas formas indicam processos pretéritos, em que a interação entre elementos climáticos, edáficos e botânicos foram responsáveis pela evolução do relevo.

4.2. Escarpas graníticas e morfologias associadas

As escarpas constituem as áreas que concentram os processos geomorfológicos em virtude do gradiente topográfico. A energia relativa ao gradiente associada a

impermeabilidade das rochas graníticas, fornece o meio pela qual a erosão se estabelece, originando inúmeras feições que modelam e ornamentam os *inselbergs*. As feições descritas a seguir são observadas na maioria dos *inselbergs* da área de estudo e constituem as principais formas de intemperismo nas escarpas.

4.2.1. Tafoni

Os *inselbergs* de Quixadá-Quixeramobim constituem um vasto mostruário de *tafoni* (plural da palavra de origem corsa *tafone*), porquanto apresentam diferentes dimensões e profundidades, além de informações importantes acerca da evolução dos *inselbergs*. São também os melhores registro de cavidades naturais que ocorrem em rochas graníticas. Geralmente estão dispostos na parte superior das escarpas como cavidades do tipo abrigo, e ocorrem geralmente associados ao colapso de blocos ou ao intemperismo longo de zonas de fraqueza (ex.: fraturas e diques) (Figura 4).

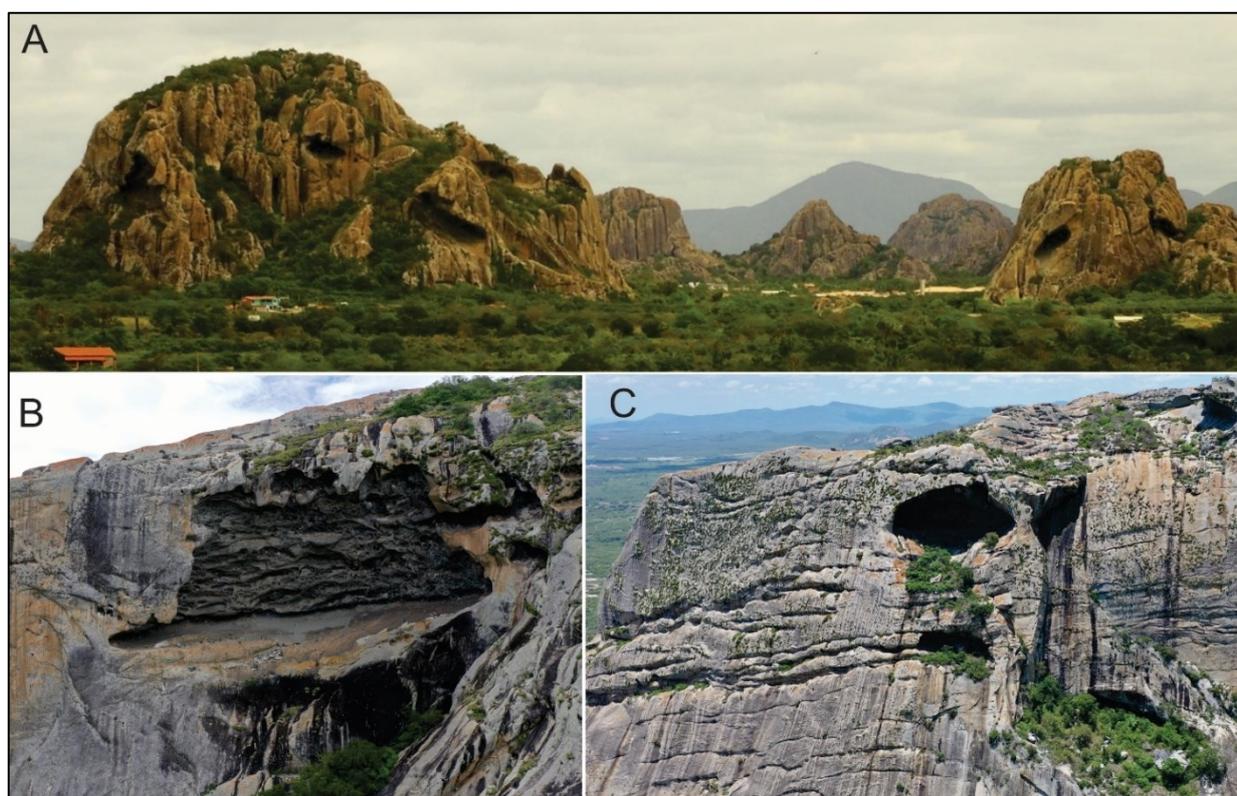


Figura 4 – Feições do tipo *Tafoni* em escarpa de *inselbergs*: A – *Tafoni* raso; B – *Tafoni* com desenvolvimento de *honeycombs* em seu interior; C – Conjunto de *tafoni* de formato circular.

Fonte: Maia, 2022.

4.2.2. Karren

Karren (ou caneluras) são feições de dissolução lineares nas escarpas dos *inselbergs*. Estão dentre as mais comuns formas de intemperismo e tem seus melhores exemplares nos *inselbergs* de Quixadá. Os *karren* apresentam uma variedade em seu desenvolvimento, pois ocorrem desde sulcos rasos (poucos centímetros) a profundas incisões nas rochas (de dimensão métrica) que se desenvolvem desde o topo até a base do *inselberg* (Figura 5).

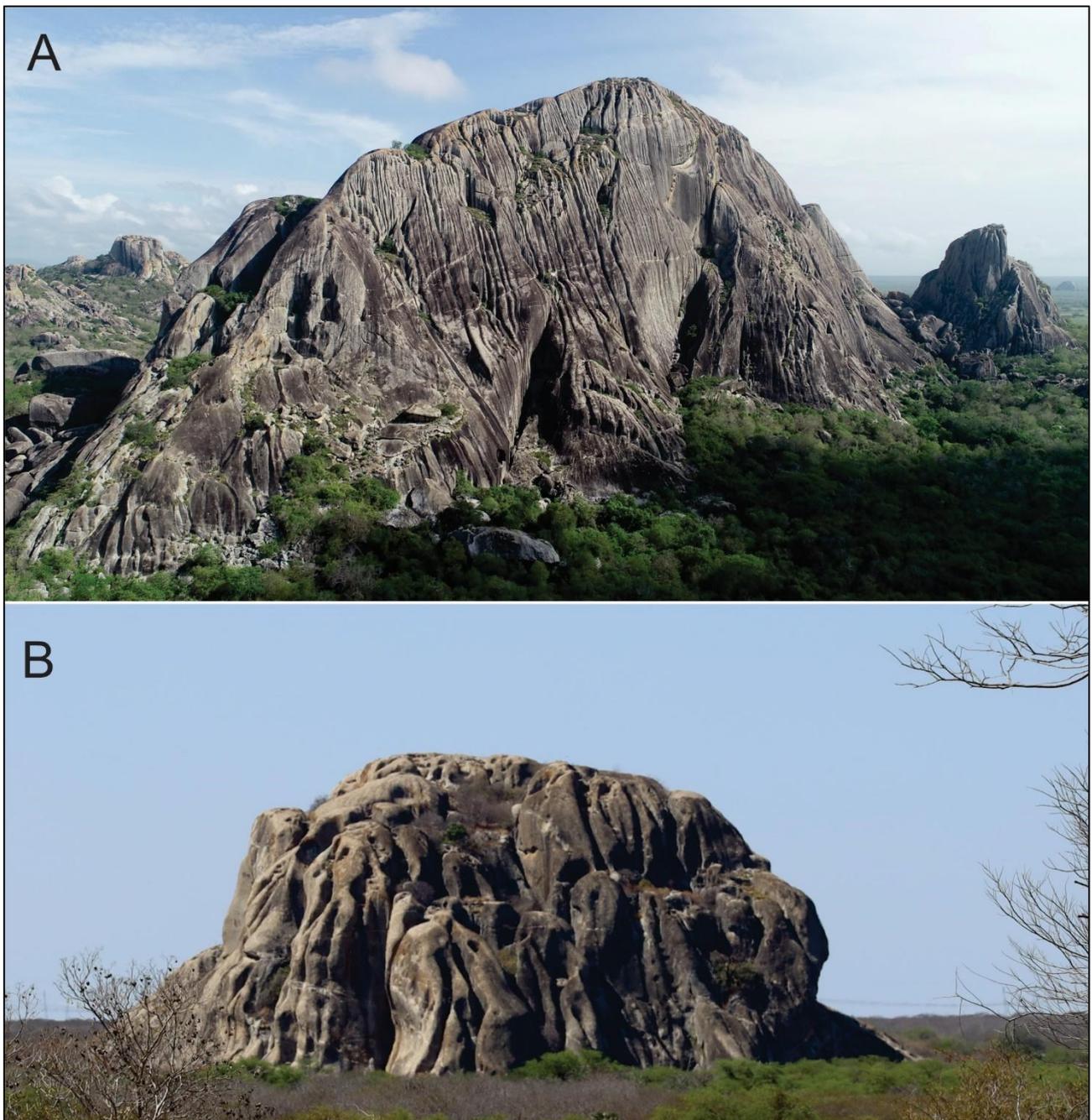


Figura 5 – *Karren* desenvolvidos nas escarpas de *inselbergs*. A – *Karren* rasos. B – *Karren* profundos.

Fonte: Maia, 2022.

4.2.3. Flared slope

Flared slopes são formas com morfologia côncava, tipicamente associadas à um nível de dissolução química na rocha, constituindo formas tipicamente pretéritas preservadas na paisagem atual (Figura 6). Ocorrem tanto na base de *inselberg*, quanto em níveis mais altos da escarpa, indicando possíveis variações no paleonível de dissolução ou do “front” de intemperismo pretérito.

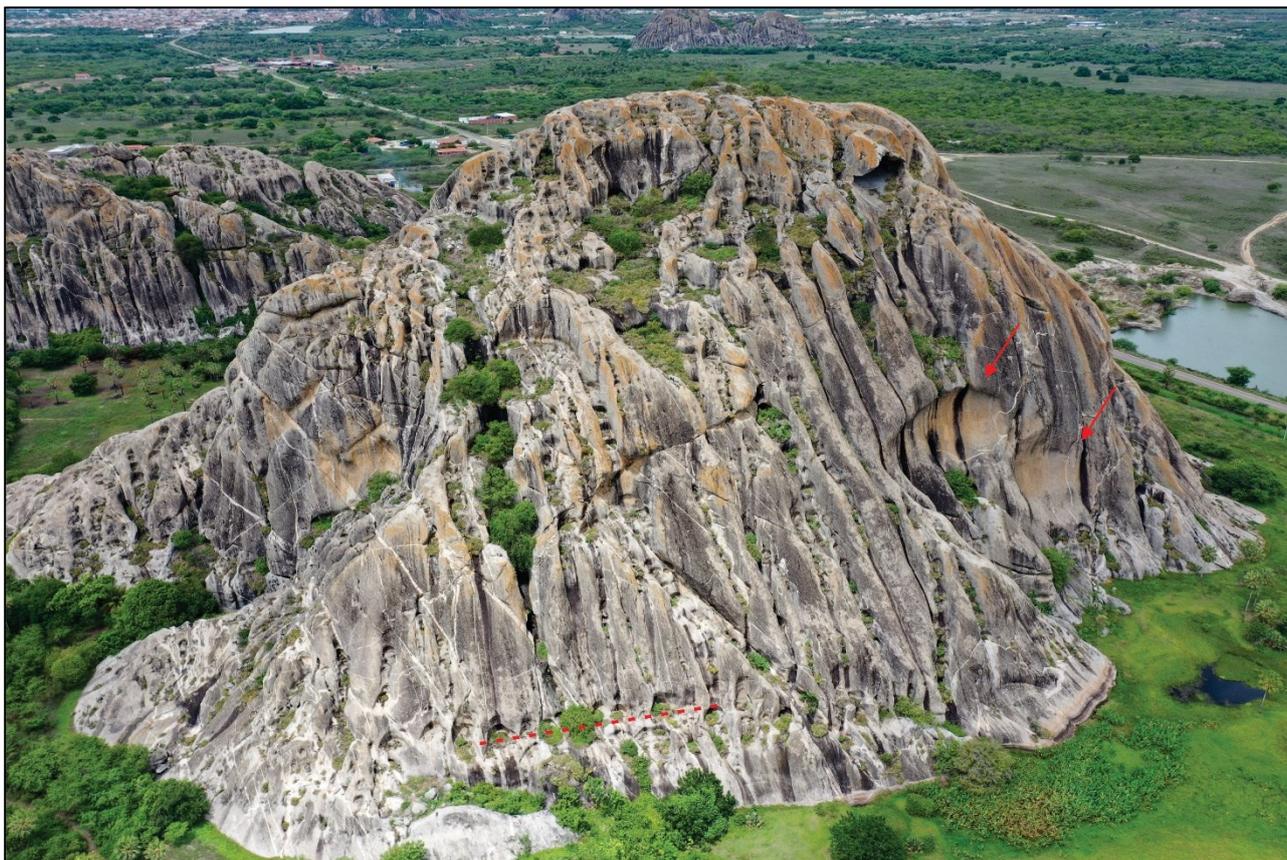


Figura 6 – *Inselberg* ornamentado por feições de dissolução. As setas indicam a ocorrência de *flared slope* suspenso na escarpa e o pontilhado indicada um *flared slope* incipiente marcado por reentrância erosional linear.

Fonte: Maia, 2022.

4.2.4. Gnammas

Gnammas (ou bacias de dissolução) são feições côncavas, com formato circular ou elipsoidal (quando formam tanques de dissolução), que ocorrem comumente em superfícies menos declivosas nos *inselbergs*. Em geral, as dimensões das *gnammas* variam desde 30 centímetros a 10 metros de diâmetro; os tanques de dissolução apresentam seu maior desenvolvimento em torno de 10 a 30 metros e o eixo menor de 5 a 8 metros. Muitas *gnammas* apresentam exultórios (MAIA; NASCIMENTO, 2018), que as conectam com

feições lineares, tais como *karren*. Do ponto de vista ambiental, essas feições abrigam um nicho de umidade, com acúmulo de água e vegetação em períodos chuvosos (Figura 7).

Observa-se que o desenvolvimento dessas feições, sobretudo em seus estágios iniciais, está associado a ocorrência de enclaves máficos – uma das fácies graníticas no plúton Quixadá, ou com porções máficas na matriz da rocha porfírica. Essas discontinuidades faciológicas se tornam pontos de partida para o intemperismo e erosão sob processos climáticos que propiciem a alteração e posterior erosão dos produtos do intemperismo das escarpas. Isso indica que a modelagem de bacias de dissolução resguarda processos de intemperismo passados que tem continuidade hoje no alargamento e desenvolvimento dessas feições no clima atual.



Figura 7 - Escarpas graníticas modeladas por feições de dissolução contínuas do tipo *karren*. Estas dispostas em canais verticais obstaculizados por patamares, onde se observam *gnammas*.

Fonte: Maia, 2022.

5. DISCUSSÃO

5.1. Patrimônio Geomorfológico, Geoparques e *Inselbergs*.

De acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN, os elementos e características da geodiversidade, de valor significativo, merecem ser conservados, pois constitui um legado (herança) para o presente e futuras gerações, sendo considerados assim, como Geopatrimônio (CROFTS *et al.*, 2020). Também compreendido

como sinônimo de Patrimônio Geológico (BORBA, 2011; NASCIMENTO *et al.*, 2015; CARCAVILLA *et al.*, 2019). Contudo, na maioria das vezes, utiliza-se o termo Geopatrimônio como um conceito guarda-chuva (MEIRA; MORAIS, 2016), englobando diversas categorias relativos a geodiversidade (patrimônios: geomorfológico, mineralógico, pedológico, paleontológico, hidrológico etc.).

Conforme Reynard e Panizza (2005), o patrimônio geomorfológico representa o conjunto de formas de relevo e processos geomorfológicos capazes de expressar de forma singular uma parte da evolução da superfície da Terra. As geoformas representam uma memória que se sucede ao longo do tempo e por isso possui valores científico-educacional, histórico-cultural, estético e econômico/social significativos (SALES; LOPES, 2022). O elevado destaque que a temática do Patrimônio Geomorfológico adquiriu nas últimas décadas, ao nível das diferentes áreas do conhecimento que se relacionam com as Ciências da Terra, proporcionou o desenvolvimento de inúmeros estudos sobre essa problemática (VIEIRA, 2014). A Associação Internacional de Geomorfólogos (IAG) criou um Grupo de Trabalho sobre Geomorfossítios para o período 2001-2005, com quatro preocupações principais: 1- definição; 2- metodologia de avaliação; 3- métodos de mapeamento; 4- proteção do local.

De forma ilustrativa, pode se citar o estudo de Nascimento *et al.* (2021), realizado sobre os Aspirantes e Projetos de Geoparques existentes no Brasil, no ano de 2020, contando a pesquisa com 34 respondentes. Sobre a questão dos inventários do geopatrimônio realizados pelos participantes, destaca-se entre os principais tipos de geopatrimônio, em primeiro lugar o Geomorfológico (29%), seguido pelo Paleontológico (14%). Essa caracterização corrobora, com outro resultado obtido, dos conteúdos patrimoniais internacionais pesquisados, os mais citados foram unidades de relevo (22%) e depois fósseis (17%).

Pode se observar, a distinta relevância do GSM e seu campo de *inselbergs*, quando comparado com alguns dados encontrados, sobre áreas correlatas. O campo de *inselbergs* de Quixadá-Quixeramobim, situado no GSM, é composto por 153 *inselbergs* em uma área de aproximadamente 1.360 km² (Figura 2B). Na área de maior concentração de *inselbergs* (área core), conta com 45 *inselbergs* em 48 km² (Figura 2C). Caracteriza-se como uma alta densidade de formas graníticas (aproximadamente 1 *inselberg* por km²). Já, no caso do campo de *inselbergs* do sítio geomorfológico de Itatim – BA (LIMA *et al.*, 2015), com base na representação cartográfica foi possível contabilizar um total de 62 *inselbergs*.

Com intuito de se conhecer o grau de participação da morfologia granítica no contexto dos geoparques no Brasil, foi realizado uma análise das 29 propostas de geoparques, contidas nos livros “Geoparques do Brasil”, Volume 1 (2012) e Volume 2 (2020), elaborados pelo Projeto Geoparques do SGB/CPRM (2023). Ao se observar nos textos referentes a essas propostas de geoparques, as menções existentes sobre *inselberg*, o Geoparque Sertão Monumental cita 147 vezes os *inselbergs*, enquanto as demais propostas de geoparque: Cariri Paraibano-PB tem 10 menções; Cânion do São Francisco-BA/AL/SE tem 7 menções; Catimbau-Pedra Furada-PE tem 6 menções; Serra da Capivara-PI tem 5 menções; Rio do Peixe-PB tem 4 menções; Seridó-RN tem 2 menções; Pireneus-GO e Chapada dos Guimarães-MT tem 1 menção cada; nas outras 20 propostas não foi encontrada nenhuma menção à palavra *inselberg*.

5.2. Morfologia granítica e Geopatrimônio do GSM

Os *inselbergs* estão entre as formas de relevo mais marcantes do mundo, pois se destacam de modo especial como elevações em meio as superfícies aplainadas (MIGÓN, 2021). Segundo Olímpio *et al.* (2021) o campo de *inselbergs* da área de Quixadá e Quixeramobim no Nordeste brasileiro é um dos mais representativos do planeta, porquanto apresenta feições esculpidas em rochas graníticas exumadas, de meso e microescala. Dada essa representatividade, reconheceu-se a relevância do referido território, na elaboração da proposta Geoparque Sertão Monumental (FREITAS *et al.*, 2019).

Parte da significância geológica-geomorfológica da área reside nas respostas que ela pode fornecer na compreensão do porquê *inselbergs* resistem em largas superfícies de erosão regionais. O controle estrutural na formação desses relevos foi focado na literatura clássica, sobretudo no tocante a diferenças em padrões de fraturas que favorecem a manutenção de núcleos rochosos menos fraturados em relevo (TWIDALE, 1971; TWIDALE; BOURNE, 1975). Na área de estudo, Souza (2023) observou que o arranjo de exames de diques de rochas silicosas condicionam padrões erosivos atuantes em *inselbergs*, promovendo setores de resistência no relevo.

Diante disso, nota-se que fatores antes negligenciados em boa parte da literatura geomorfológica sobre *inselbergs*, tal como o papel de corpos intrusivos como elementos da erosão diferencial, foram colocados em evidência a partir de pesquisas no território do GSM, conferindo expressividade do seu geopatrimônio em responder questões científicas sobre evolução geomorfológica de áreas graníticas.

Além disso, a região de Quixadá apresenta uma diversidade de *inselbergs* graníticos (MIGÓN; MAIA, 2020) que abrigam um impressionante inventário de pequenas feições superficiais descritas previamente, como *karren*, *tafoni*, *gnammas*, etc. Os *karren*, por exemplo, são os mais notáveis e onipresentes, desenvolvidos em superfícies rochosas íngremes e verticais. Mas, com isso tudo, o seu significativo valor científico ainda é pouco conhecido no Brasil e principalmente no exterior.

Salienta-se também os grandes *tafoni*, que ocorrem em encostas rochosas; em alguns tetos do interior dos *tafoni*, ocorrem ainda geofomas conhecidas como *honeycombs*. A diversidade de morfologia de *tafoni*, segundo Maia *et al.* (2022), relaciona-se com a configuração diversa das fácies graníticas do plúton Quixadá e configuração estrutural em escala de detalhe, sobretudo a presença de planos de fratura gerados por diques. O comportamento da fácies granítica mais rúptil, promove o desmembramento da escarpa através do faturamento e colapso de blocos, levando a formação de *tafoni* (MAIA *et al.*, 2022). Desse modo, os *tafoni* representam registros de como se dá a evolução morfoestrutural dos *inselbergs*.

O mais expressivo exemplo de *inselberg* marcado por fraturamento (conforme classificação de Maia *et al.* (2015) é o geomorfossítio Pedra da Galinha (Figura 8), cuja morfologia caracteriza-se por um *inselberg* com dois íngremes picos rochosos, assemelhando-se a um formato de galinha. Como resultado do intenso colapso ao longo de descontinuidades estruturais (SOUZA, 2021), sua rampa de *talus* (*talus slope*) está entre as mais extensas do campo de *inselbergs* em Quixadá.

Bacias de dissolução (*gnammas*), por sua vez, são formas frequentemente encontradas na área de estudo, particularmente em superfícies de afloramentos com baixa inclinação e topos de *inselbergs*. O *inselberg* Pedra do Cruzeiro, situado no centro da cidade de Quixadá, é um mostruário representativo dessas feições com diversas dimensões (Figura 9). Os estágios iniciais das *gnammas* é condicionado pela ocorrência de enclaves máficos na rocha granítica, tal como demonstrado por SANTOS (2023). O *inselberg* é também caracterizado por padrões complexos de *karren*, com calhas lineares de até 5 m de profundidade.

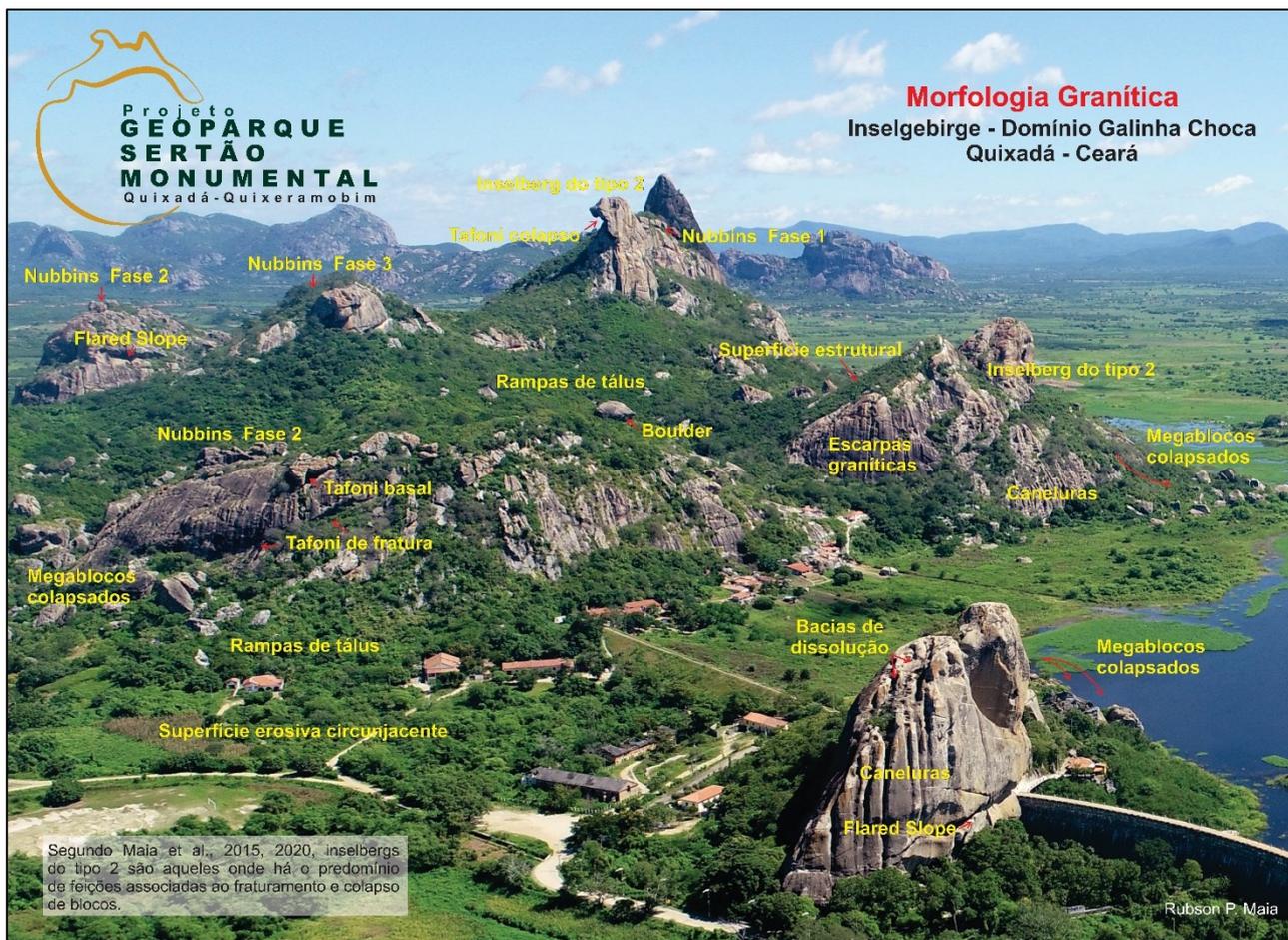


Figura 8 – Paisagem do geossítio Complexo Pedra da Galinha e sua diversidade de morfologias graníticas.
Fonte: Maia, 2023.

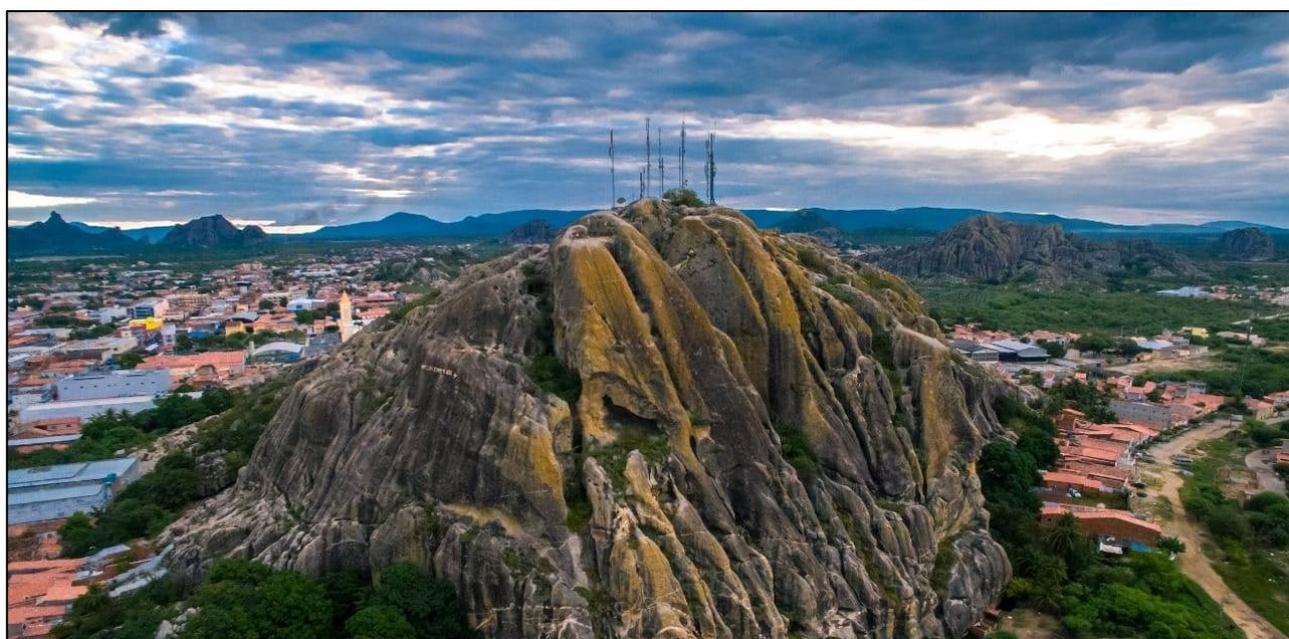


Figura 9 – Geossítio do *inselberg* Pedra do Cruzeiro encravada no centro da cidade de Quixadá.
Fonte: <https://www.facebook.com/QuixadaAntiga/photos>

Ademais, para Bétard (2021), o campo de *inselbergs* graníticos de Quixadá é um dos mais notáveis do Brasil, pela dimensão monumental de suas paisagens minerais e pela imensa variabilidade de relevos, de várias escalas, desde a microforma erosiva centimétrica até o *inselberg* do domo rochoso em escala quilométrica. Configura-se então, como parte integrante do geopatrimônio brasileiro.

Esta área de geomorfossítios graníticos possui muitos valores agregados, como culturais, históricos, estéticos e ecológicos, que lhe conferem alta relevância. Valores adicionais robustecem a importância científica primordial do complexo de geomorfossítios de Quixadá e sua panóplia de relevos graníticos, porque possui inegável interesse pedagógico em ilustrar a geomorfologia dos granitos em ambientes tropicais semiáridos em todas as escalas.

De acordo com Migoñ e Maia (2020), a paisagem de *inselbergs* de Quixadá pode ser considerada como um postulante a *Key Geoheritage Area* (KGA). A rede de KGA, que significa Área-Chave de Geopatrimônio, propõem incluir localidades selecionadas puramente com base em sua importância para as geociências (WOO *et al.*, 2018). Trata-se de uma iniciativa que busca contribuir com o conjunto de ações existentes de proteção do geopatrimônio, como os desenvolvidos pela UNESCO (Patrimônios Mundiais e Geoparques Globais). A rede KGA tem a intenção de selecionar os melhores representantes de formas de relevo e processos geomórficos. Deste modo, os *inselbergs* de Quixadá, enquadram-se significativamente como representante da diversidade de paisagens de granito erosivo encontradas em áreas cratônicas, com marcante presença de *karren* e *tafoni*.

Considerado como um verdadeiro palimpsesto geomorfológico por Bétard (2021), esta paisagem de *inselbergs* constitui um notável conjunto de relevos residuais preservados durante o desenvolvimento da Superfície Sertaneja. Esta última desenha um vasto pediplano desenvolvido em amplas áreas do nordeste setentrional brasileiro.

Migoñ e Maia (2020), com base em um levantamento das principais publicações relacionadas à geomorfologia de terrenos graníticos e numerosos artigos, defendem que de fato, Quixadá é uma das áreas de valor relevante para as geociências. Acrescentam ainda que, a importância global dessa área, pode ser reivindicada pelas seguintes razões: particularmente pela sua localização dentro do clima tropical quente semiárido, segundo a classificação de Köppen - "BSh" (ALVARES *et al.* 2013); expressam um diversificado mostuário de morfologias associadas ao ambiente granítico. Assim constitui uma área

chave para interpretação acerca do desenvolvimento do relevo em ambiente tropical semiárido.

6. CONCLUSÕES

O Geoparque Sertão Monumental (GSM) é um projeto que busca conseguir o reconhecimento da relevância da geodiversidade do seu território como Geoparque Mundial da UNESCO. Apresenta um excepcional complexo de paisagens graníticas semiáridas. Tem como um dos seus principais destaques, o campo de *inselbergs* Quixadá-Quixeramobim, com cerca de 1.360 km² possuindo 153 *inselbergs*, localizado entre as cidades homônimas, no estado do Ceará. Desponta como uma área de alta densidade de formas graníticas, em sua “área core” concentra 45 *inselbergs* em 48 km², com aproximadamente um *inselberg* por km². Detentor de significativa diversidade geomorfológica, conta principalmente com diferentes tipos de *inselbergs*, grandes *tafoni*, mega *karren*, *flared slope*, *gnammas*, dentre outros.

No contexto dos Geoparques Mundiais da UNESCO e Propostas do SGB/CPRM (2023), existentes no Brasil, o GSM destaca-se como um Projeto de Geoparque em construção que apresenta um dos mais relevantes patrimônios geomorfológicos graníticos em zonas semiáridas, com destaque para os *inselbergs* e morfologias associadas. Também na área da geoconservação, merece ser sublinhado, a indicação da paisagem de *inselbergs* de Quixadá como um *Key Geoheritage Area* - KGA (MIGÓN; MAIA, 2020). O campo de *inselbergs* de Quixadá, pode se caracterizar como o mais representativo do mundo em termos de diversidade morfológica. Essa geodiversidade, resguarda informações importantes acerca da evolução paleoclimática e geomorfológica do semiárido, revelando uma parte singular da história da Terra.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. R. **Petrologia e aspectos tectônicos do complexo granítico Quixadá-Quixeramobim, CE**. 1995. 280 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1995.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 11-728, 2013.

BÉTARD, F. Le champ d'inselbergs granitiques de Quixadá (Ceará, Brésil): une nature monumentale au cœur du Sertão brésilien. **Dynamiques environnementales: Journal international de géosciences et de l'environnement**, Bordeaux, n. 48, p. 151-158, 2021.

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.unibremen.de/dsdk/content/titleinfo/1888715>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CARCAVILLA, L. *et al.* **Geoheritage and geodiversity**. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España - IGME. 2019. 24p.

CROFTS, R. *et al.* **Guidelines for geoconservation in protected and conserved areas**. Best Practice Protected Area Guidelines Series nº 31. Switzerland: IUCN, 2020. 144p.

FREITAS, L. C. B. *et al.* (Orgs.) **Projeto geoparques: Geoparque Sertão Monumental - CE Proposta**. Fortaleza: CPRM, 2019. 84p. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21623>. Acesso em: 26 fev. 2023.

GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of geomorphology**. International Geomorphology Union: Psychology Press, 2004. 578p.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 1. ed. Chichester: John Wiley and Sons, 2004. 434p.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 2. ed. Chichester: John Wiley and Sons, 2013. 495p.

HAWKER, L.; NEAL, J. **FABDEM V1-0**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5523/bris.25wfy0f9ukoge2gs7a5mqpq2j7>. Acesso em: 26 mar. 2023.

INMET. **Dados históricos: clima**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LIMA G. M. P.; CORRÊA-GOMES L. C. Itatim Geomorphological Site: Largest Concentration of Inselbergs in Brazil. In: VIEIRA, B. C. *et al.* (Eds.) **Landscapes and Landforms of Brazil**. World Geomorphological Landscapes. Dordrecht: Springer, 2015. p. 371-380.

MAIA, R. P. *et al.* Breves considerações sobre *Tafoni* em *inselbergs*: aspectos genéticos e morfoestruturais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 4, p. 1792-1811, 2022.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. **Structural Geomorphology in Northeastern Brazil**. 1. ed. Springer, 2020. 184p.

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos Graníticos do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, p. 373-389, 2018.

MAIA, R. P. *et al.* **Paisagens Graníticas do Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2018. 102p.

MAIA, R. P. *et al.* Geomorfologia do campo de Inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, p. 239-253, 2015.

MEIRA, S. A.; MORAIS, J. O. Os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação: abordagens sobre o papel da geografia no estudo da temática. **Boletim de Geografia**, v. 34, n. 3, p. 129-147, 2016.

MIGÓN, P. Granite landscapes, geodiversity and geoheritage - Global context. **Heritage**, v. 4, n. 1, p. 198-219, 2021.

MIGÓN, P.; MAIA, R. P. Pedra da Boca, Pai Mateus, and Quixadá - Three Possible Key Geoheritage Sites in Northeast Brazil. **Geoheritage**, v. 12, n. 3, p. 51, 2020.

MIGÓN, P. **Granite Landscapes of the World**. Oxford: Oxford University Press, 2006. 416p.

MONTEIRO, F. A. D.; MAIA, R. P.; FREITAS, L. C. B. Geoparque Sertão Monumental: ensaio de Geographical and Geological Summary para a UNESCO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOLÓGICO. 6., 2022. **Anais...** São Paulo: Instituto de Geociências/USP, 2022. p. 152-153.

NASCIMENTO, M. A. L. *et al.* **Aspirantes e Projetos de Geoparques no Brasil em 2020**. Relatório Técnico, Natal: Comissão de Geoparques da Sociedade Brasileira de Geologia - SBG, 7 p. 2021. Disponível em: <http://www.geoparques-sbg.org.br/Relat%C3%B3rio%20T%C3%A9cnico.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2023.

NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. **Equador**, Teresina, v. 04, n. 3, p. 2-22, 2015.

OLÍMPIO, J. L. S. *et al.* What Do We Know About The Inselbergues Of Quixadá And Quixeramobim, Northeast Of Brazil?/O Que Sabemos Sobre os Inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste Do Brasil?. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 2, p. 19-42, 2021.

PAULINO, R. C.; SILVEIRA, A. P.; GOMES, V. S. Flora de Inselbergues do Monumento Natural Monólitos de Quixadá, no sertão central do Ceará. **Iheringia, Série Botânica**, v. 73, n. 2, p. 182–190, 2018.

PINÉO, T. R. G. *et al.* **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2020. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20418>. Acesso em: 02 fev. 2023.

REYNARD, E.; PANIZZA, M. Géomorphosites: définition, évaluation et cartographie: une introduction. **Géomorphologie: relief, processus, environment**. Paris: n. 3, 2005.

SALES, V. C.; LOPES, L. S. O. Desafios e perspectivas das pesquisas sobre o patrimônio geomorfológico no Brasil. In: CARVALHO JÚNIOR, O. A. *et al.* (Orgs.). **Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira**. Brasília: Selo Caliandra, 2022, cap. 33, p. 914-930.

SANTOS, G. L. B. **Feições de dissolução em inselbergs graníticos**: Primeiras considerações. 2023. 24 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2023.

SGB/CPRM. **Projeto Geoparques**. Serviço Geológico do Brasil - SGB/CPRM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Projeto-Geoparques-5416.html>. Acesso em: 26 fev. 2023.

SOUZA, A. S. V. de. **Controle estrutural em inselbergues**: Uma análise acerca do papel de veios e diques na morfologia granítica. 2021. 38 f. Monografia (Trabalho de graduação em geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2021.

SOUZA, A. S. V. de. **Erosão em inselbergs graníticos condicionada pelo arranjo de enxames de diques no Plúton Quixadá, Nordeste do Brasil**. 2023. 150p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2023.

SRH. **Comitês de bacias hidrográficas**. Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, 2022. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/comites-de-bacias-hidrograficas-2/>. Acesso em: 11 mar. 2022.

TORQUATO, J. R. F. *et al.* Granitóides do Ceará: Região de Quixadá e Solonópole [special issue]. **Revista de Geologia**, v. 2, p. 1-173. 1989.

TWIDALE, C. R.; VIDAL ROMANÍ, J. R. **Landforms and Geology of Granite Terrains**. Boca Raton: CRC Press Inc., 2005. 354p

TWIDALE, C. R. **Granite Landforms**. Amsterdam: Elsevier, 1982. 372p.

TWIDALE, C. R.; BOURNE, J. A. Episodic exposure of inselbergs. **Geological Society of America Bulletin**, v. 86, p. 1473-1481. 1975.

TWIDALE, C. R. **Structural Landforms**. Canberra: Australian National University Press, 1971. 280p.

UNESCO. **Proclamation of International Geodiversity Day**. 41st session of the General Conference. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378845>. Acesso em: 26 fev. 2023.

VIEIRA, A. O patrimônio geomorfológico no contexto da valorização da geodiversidade: sua evolução recente, conceitos e aplicação. **Revistas Cosmos**, v. 7, n. 1, p. 29-59, 2014.

WOO, K. S.; JU, S. O.; BRILHA, J. Key Geoheritage Area: a potential new programme in IUCN for geoheritage conservation. In: GŁOWNIAK E.; WASIŁOWSKA A.; LEONOWICZ P (Eds). **Geoheritage and conservation: modern approaches and applications towards the 2030 Agenda**. Chęciny, University of Warsaw, 2018. p. 20.

Recebido: 01.06.2023
Aceito: 12.08.2023