

AVALIAÇÃO DO VALOR CIENTÍFICO E CLASSIFICAÇÃO DE GEOMORFOSSÍTIOS NO GEOPARK ARARIPE, CEARÁ

Marcelo Martins de **MOURA-FÉ**

Geógrafo. Doutorado em Geografia (UFC). Pós-doutorado em Geografia (UECE)
Professor Adjunto do Departamento de Geociências da Universidade Regional do
Cariri (Degeo/URCA). Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Regional Sustentável (Proder/UFCA). Coordenador e pesquisador do
Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio –
Nigep (Urca/CNPq).

E-mail: marcelo.mourafe@urca.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0336-557X>

Rosagleyde da Silva **PEREIRA**

Geógrafa (URCA, 2023). Mestra em Desenvolvimento Regional Sustentável
(Proder/UFCA, 2025). Pesquisadora do Nigep (Urca/CNPq).

E-mail: rosagleyde.pereira@aluno.ufca.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-4127-7384>

Maria Adjayne de Lima **LINO**

Geógrafa (URCA, 2023). Mestranda em Desenvolvimento Regional Sustentável
(Proder/UFCA). Pesquisadora do Nigep (Urca/CNPq).

E-mail: adjayne.lino@aluno.ufca.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-2121-8726>

Nara Rúbia Ferreira **SOUSA**

Geógrafa (URCA, 2023). Mestranda em Desenvolvimento Regional Sustentável
(Proder/UFCA). Pesquisadora do Nigep (Urca/CNPq).

E-mail: nara.sousa@aluno.ufca.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-4442-723X>

Maria do Socorro Januário da **SILVA**
Geógrafa (URCA, 2025). Mestranda em Desenvolvimento Regional Sustentável
(Proder/UFCA).

E-mail: maria.januario@urca.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-4703-0847>

Joana Cristina Gomes **FERREIRA**
Bolsista IC do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –
CNPq (2025-2026). Graduada em Geografia (URCA).

E-mail: joana.cristina@urca.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-3086-2704>

Recebido
Setembro/2025

Aceito
Junho/2026

Publicado
Junho/2026

Resumo: Os geossítios se notabilizam por seu valor científico, sendo representativos do geopatrimônio de uma área. Sítios que se notabilizam por outros valores podem ser denominados como sítios de geodiversidade. O patrimônio geomorfológico tem os seus geossítios, os geomorfossítios, distinguidos dos sítios geomorfológicos a partir da sua valoração científica. A partir da avaliação de geossítios do GeoPark Araripe, notabilizados por sua geomorfologia, este manuscrito pretende contribuir com o geoparque cearense e com outras tipologias de áreas protegidas, a partir do estabelecimento de parâmetros para se verificar, distinguir e classificar outros e novos geomorfossítios na região do Cariri cearense. Assim, o objetivo é avaliar o valor científico de seis geossítios do GeoPark Araripe e propor parâmetros de classificação que possibilitem a distinção entre geomorfossítios e sítios geomorfológicos que possam ser aplicados em novos sítios e estudos regionais. A partir do embasamento teórico foi desenvolvido um contingente técnico-científico, segmentado em etapas de gabinete, campo e laboratório. Como resultados são apresentados mapas temáticos do território, dados e análises geomorfológicas, além dos valores da avaliação do potencial valor científico e uma classificação dos geomorfossítios amparada nos parâmetros do Geossit. Conclui-se que os resultados discutidos apresentam a relevância internacional do patrimônio geomorfológico do GeoPark Araripe e indicam desdobramentos e formas de análise para novos estudos geomorfológicos na região Sul do Ceará.

Palavras-chave: geopatrimônio; patrimônio geomorfológico; áreas protegidas; Geoparques; Geossítio.

ASSESSMENT OF THE SCIENTIFIC VALUE AND CLASSIFICATION OF GEOMORPHOSITES IN THE ARARIPE GEOPARK, CEARÁ

Abstract: The remarkable scientific value of geosites makes them the main representative elements of a given geopatrimony area. Sites notable for other values can be referred to as geodiversity sites. The geomorphological heritage has specific geosites that can be distinguished from geomorphological sites based on their scientific value. This study aims to contribute to the Ceará Geopark and other types of protected areas by establishing comparative parameters to verify, distinguish, and classify other and new geomorphosites in the southern Ceará based on the geomorphological characteristics of geosites in the Araripe GeoPark. Thus, this article aims to evaluate the scientific value of six geosites of and, based on this, propose classification parameters that can be applied to new sites and regional studies to distinguish between geomorphosites and geomorphological sites. A technical-scientific contingent was also developed based on the theoretical foundation, segmented into office, field, and laboratory stages. The results include thematic maps of the territory, geomorphological data and analyses, scientific value assessment values, and a classification of geomorphosites based on Geosit parameters. The results demonstrate the international relevance of the geomorphological heritage of the Araripe GeoPark territory and indicate the development and analysis of new geomorphological studies in the South region of Ceará.

Key words: geoheritage; geomorphological heritage; protected areas; Geoparks; Geosite.

EVALUACIÓN DEL VALOR CIENTÍFICO Y CLASIFICACIÓN DE LAS GEOMORFOSITAS EN EL GEOPARQUE ARARIPE, CEARÁ

Resumen: Los geositos son notables por su valor científico, representando el geopatrimonio de un área. Los sitios que son notables por otros valores pueden denominarse sitios de geodiversidad. El patrimonio geomorfológico tiene sus geositos, geomorfositos, que se distinguen de los sitios geomorfológicos con base en su valoración científica. Con base en la evaluación de geositos en el GeoParque Araripe, notables por su geomorfología, este manuscrito tiene como objetivo contribuir al geoparque de Ceará y otras tipologías de áreas protegidas mediante el establecimiento de parámetros para verificar, distinguir y clasificar otros y nuevos geomorfositos en la región de Cariri de Ceará. Por lo tanto, el objetivo es evaluar el valor científico de seis geositos en el GeoParque Araripe y proponer parámetros de clasificación que permitan la distinción entre geomorfositos y sitios geomorfológicos que se puedan aplicar a nuevos sitios y estudios regionales. Con base en la base teórica, se desarrolló un contingente técnico-científico, dividido en etapas de oficina, campo y laboratorio. Los resultados presentados incluyen mapas temáticos del territorio, datos y análisis geomorfológicos, así como evaluaciones de su potencial valor científico y una clasificación de geomorfositos basada en parámetros Geosit. La conclusión es que los resultados analizados demuestran la relevancia internacional del patrimonio geomorfológico del GeoParque Araripe y sugieren posibles desarrollos y enfoques para futuros estudios geomorfológicos en la región sur de Ceará.

Palabras clave: geopatrimonio; patrimonio geomorfológico; áreas protegidas; Geoparques; Geosito.

INTRODUÇÃO

A geodiversidade pode ser entendida como a variedade de elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos, incluindo seus agrupamentos, estruturas, ambientes, sistemas, composição, processos e benefícios que viabilizaram a evolução do planeta Terra (CPRM, 2006; Gray, 2013). Enquanto a geodiversidade engloba todo o meio abiótico da Terra, o geopatrimônio, entendido aqui como patrimônio derivado da geodiversidade (Guimarães; Moura-Fé; Almeida, 2022), refere-se às ocorrências *in situ* de elementos da geodiversidade com alto valor científico, os geossítios; e aos elementos da geodiversidade *ex situ* que, apesar de deslocados de seu local natural de ocorrência, mantêm um alto valor científico, tais como: minerais, fósseis e rochas disponíveis para pesquisa em coleções de museus, são os elementos geopatrimoniais (Brilha, 2016).

Dada sua abrangência, tem-se subtipos de geopatrimônio, a saber: patrimônio geomorfológico (relevos), petrológico (rochas), mineralógico (minerais), paleontológico (fósseis), estratigráfico (sequências sedimentares), estrutural (dobras, falhas e outras), hidrogeológico (água) ou pedológico (solos) (Brilha, 2016). O patrimônio geomorfológico pode ser definido como o conjunto de locais de interesse geomorfológico e processos geológicos associados, aos quais são atribuídos um ou mais tipos de valor, cujos atributos justifiquem a necessidade de proteção/divulgação (Reynard; Panizza, 2005; Pereira, 2006).

Também pode-se conceituar patrimônio geomorfológico como o conjunto de relevos mais relevantes presentes em uma área, cartograficamente delimitados individualmente e no seu conjunto, avaliados quali e quantitativamente, considerando suas diferentes escalas espaciais (relevos representativos e relevos raros) e temporais (relevos atuais e relevos herdados), analisando seus contextos geomorfológicos circundantes, as estruturas geológicas associadas e a história (paleo)climática regional (Moura-Fé, 2026).

Esses locais de interesse geomorfológico são denominados de geomorfossítios, áreas naturais onde os atributos principais estão relacionados à dinâmica geomorfológica e às formas de relevo, desde relevos específicos até paisagens (Reynard; Panizza, 2005; Panizza; Piacente, 2008). Seus elementos devem possuir importância científica, histórico/cultural, ecológica, estética e/ou social/econômica, seja por representarem uma paisagem natural, revelando parte

da história geotectônica do planeta Terra (Reynard; Coratza, 2013), ou por estarem ligados à formas de ocupação humana (Panizza, 2001).

Com esse escopo, a temática do patrimônio geomorfológico ganhou notoriedade, proporcionando o desenvolvimento de estudos direcionados à valorização científica, socioeconômica e cultural, incluindo as problemáticas que envolvem a avaliação dos impactos ambientais (Vieira, 2014). No cenário global, o patrimônio geomorfológico tem sido objeto de estudos desde 1980 em países como Suíça, Itália, Portugal, França e Espanha, com abordagens metodológicas distintas, mas destacando a relevância dos elementos geomorfológicos (Oliveira; Pedrosa; Rodrigues, 2013). Em 2001 foi estabelecido um grupo de trabalho denominado "geomorphosites" por meio da *International Association of Geomorphologists* (IAG), tendo como principal objetivo promover a pesquisa, o entendimento e a promoção de locais de interesse geomorfológico, com ênfase na educação, conservação e atratividade turística dos geomorfossítios (Reynard; Coratza, 2013).

Em termos objetivos, a valorização científica tem significado a busca de parâmetros representativos, capazes de qualificar e quantificar os componentes da diversidade geomorfológica, seguida da avaliação e pontuação dos elementos inventariados (Pereira, 2006), visando identificar, selecionar e caracterizar os geomorfossítios, indicando as potencialidades que estes locais apresentam (Oliveira; Rodrigues, 2014). Vale frisar que a etapa de quantificação das avaliações pode incluir e indicar o risco de degradação referente a cada geomorfossítio (Lima, 2008).

Independente da segmentação do geopatrimônio, o mesmo só se justifica pelo valor científico (Brilha, 2016), ou seja, para que um elemento da geodiversidade seja galgado ao patamar de geomorfossítio este deve possuir valor científico (Reynard; Panizza, 2005), um parâmetro utilizado para mensurar a relevância internacional (Brilha, 2016). Com seu valor científico atestado, tem-se a demanda por estratégias de geoconservação que, como se sabe, não pretende proteger toda a geodiversidade, mas apenas os elementos com valores científico, cultural e educativo superlativos (Brilha, 2005).

Como se sabe, uma estratégia de geoconservação é baseada em várias etapas sucessivas: (1) inventário, (2) avaliação quantitativa, (3) conservação, (4) interpretação e promoção e, finalmente, (5) monitoramento dos sítios. Ao passo que o inventário dos geossítios e sítios da

geodiversidade é o primeiro e crucial passo em qualquer estratégia de geoconservação, independentemente do tamanho da área sob análise (Brilha, 2016).

Com o intuito de reconhecer e geoconservar o geopatrimônio, foram criados os geoparques, que são territórios delimitados geograficamente e que compreendem sítios de importância científica, beleza ou raridade, representativo de uma área e de sua história geológica, eventos ou processos (UNESCO, 2005). O Geopark Araripe, em específico, localizado no sul do Ceará, com 06 municípios em seu território e com 11 geossítios abertos para visitação, notabiliza-se, desde sua criação em 2006, pela relevância das dimensões paleontológicas, estratigráficas e litológicas do seu geopatrimônio.

Nesse contexto, a proposta deste manuscrito é contribuir com o GeoPark Araripe e com outras tipologias de áreas protegidas, a partir do estabelecimento de parâmetros comparativos para se verificar, distinguir e classificar geossítios (geomorfossítios, no nosso caso) na região do Cariri cearense, Sul do Ceará, ainda não estudados, a partir de análise, interpretação e valoração de 06 dos 11 geossítios abertos do GeoPark Araripe, os quais possuem franco apelo geomorfológico: Batateiras, Colina do Horto, Mirante do Caldas, Cachoeira de Missão Velha, Ponte de Pedra e Pontal da Santa Cruz.

Assim, conforme Brilha (2016), no processo de avaliação deve-se distinguir os geossítios (com a avaliação dos valores científicos - VCI) dos sítios de geodiversidade, com a avaliação dos valores adicionais: educacionais e turísticos – VEd, VTu, respectivamente), algo proposto no método de seleção, avaliação e classificação de geomorfossítios e sítios geomorfológicos, para composição de um inventário do Patrimônio Geomorfológico (Moura-Fé, 2024), utilizado aqui.

Os resultados da avaliação quantitativa só podem ser utilizados para fins comparativos num conjunto de sítios que ocorram na mesma área de estudo, ao passo que locais avaliados por métodos diferentes não podem ser comparados (Brilha, 2016). Nesse sentido, o objetivo desse artigo é avaliar o valor científico de 06 (seis) geossítios de interesse geomorfológico do GeoPark Araripe e, a partir disso, propor parâmetros de classificação que possibilitem a distinção entre geomorfossítios e sítios geomorfológicos, os quais possam ser aplicada em novos estudos de caso e análises regionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O roteiro teórico-metodológico desenvolvido para se alcançar o objetivo proposto teve um embasamento teórico-conceitual, que incluiu o levantamento e análise de informações sobre os locais avaliados e a aplicação de fichas de avaliação propostas por Moura-Fé (2024). Também foi desenvolvido, de forma associada com o embasamento teórico-conceitual, um contingente técnico-científico, subdividido em etapas inter-relacionadas de:

- **Gabinete:** levantamentos de dados bibliográficos e cartográficos, análises dos materiais levantados e selecionados, bem como a análise integrada dos resultados alcançados, a discussão dos mesmos e a redação deste manuscrito;
- **Campo:** planejamento e realização de trabalhos de campo direcionados, incluindo medições, determinação de coordenadas, verificação de informações cartográficas prévias e aquisição de dados geomorfológicos e geográficos *in situ* nos seis geossítios analisados, e;
- **Laboratório:** tratamento e análise dos dados levantados em gabinete e em campo, elaboração do mapeamento temático, mensurações, interpretação dos resultados e, ainda, a elaboração de outros materiais não-textuais que compõem o artigo.

Em gabinete, inicialmente, foram feitos levantamentos bibliográficos, com o uso de descritores associados ao título e às palavras-chave em português e suas traduções para o inglês e espanhol. Foram realizadas buscas no Portal de Periódicos CAPES/acesso CAFE e, de forma complementar, no *Google Scholar*, com uso de operadores booleanos, tendo como critério básico a inclusão de materiais estreitamente relacionados à problemática de pesquisa, sem um recorte temporal pré-estabelecido. Os materiais levantados foram selecionados e organizados para realização da leitura e análise.

Ainda em gabinete foi feito o levantamento cartográfico, com a busca por materiais relacionados à área de pesquisa e os 06 geossítios do GeoPark Araripe analisados, com o uso de dados encontrados nos *web sites* do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece), do Serviço Geológico do Brasil (SBG/CPRM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do FABDEM V1-2.

Em gabinete se deu, ainda, a leitura e o preenchimento das fichas de caracterização e de avaliação dos geossítios, utilizadas e reavaliadas durante os trabalhos de campo, versando sobre a Avaliação Qualitativa (Quadro 1) e o Potencial Valor Científico (Quadro 2).

Quadro 1 – Ficha de Avaliação Qualitativa

IDENTIFICAÇÃO DO GEOMORFOSSÍTIO / SÍTIO GEOMORFOLÓGICO			
Nome			
Código		Tipologia: () Sítio da Geodiversidade () Geossítio () A definir	
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA			
Localidade:			
		Município-UF:	Datum
Coordenadas		UTM E (X):	Altitude min.
		UTM N (Y):	Altitude máx
Descrição do acesso:			
DESCRIÇÃO BÁSICA			
Posse do terreno	() Público () Privado () Parceria público-privada () Não determinado		
Proteção legal	Observação: () Área de Preservação Permanente - APP () Reserva Legal () Unidade de Conservação - UC () Zona de Proteção Ambiental – Plano Diretor () Propriedade privada () Nenhuma () Outro tipo:		
Tipo	() Ponto () Seção / Feição linear () Área () Área complexa () Mirante		
Categoria temática principal e categoria(s) secundária(s)	(X) Geomorfológico () Ígneo () Metamórfico () Sedimentar () Mineralógico () Cárstico () Estratigráfico () Paleontológico () Tectono-estrutural () Metalogenético () Hidrogeológico () Pedológico () Outro:		
CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA			
Domínio geológico	() Plutônico () Vulcânico () Metamórfico () Sedimentar		
Litologia	() Rochas metamórficas pré-cambrianas indiferenciadas () Migmatitos () Granitoides / Granodioritos () Rochas supracrustais de baixo grau do embasamento - quartzitos, filitos e mármore () Coberturas sedimentares paleozoicas / sedimentos pré-rifte () Sedimentos mesozoicos () Sedimentos cenozoicos		
Estruturas associadas	() Falha () Falha normal () Falha contracional () Falha transcorrente () Falha ou fratura () Inferida () Lineamento () Zona de cisalhamento () Dobramento () Diáclase () Junta () Dique () Foliação () Estrutura vulcânica () Boqueirão () Outra:		
INFORMAÇÕES BÁSICAS SOBRE AS DEMAIS DIMENSÕES DA GEODIVERSIDADE			
Grupo / Formação geológica			
Pedologia / Classe pedológica			
Hidrologia / Bacia hidrográfica / aquífero			
CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA			

Tipologia analisada	☐ Paisagem / conjunto de relevos ☐ Relevo isolado ☐ Geoforma ☐ Contato Geomorfológico ☐ Mirante			
Categoria cartográfica / mapeamento	☐ Ponto ☐ Linha ☐ Área / Poligonal			
Domínio morfoestrutural	☐ Depósitos Sedimentares Quaternários ☐ Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas ☐ Cinturões Móveis Neoproterozoicos ☐ Crátons Neoproterozoicos			
Unidade morfoestrutural (1º nível)				
Unidade morfoescultural (2º nível)				
Unidades morfológicas ou de padrões de formas semelhantes (3º nível)	☐ Formas tabulares ☐ Colinas ☐ Padrão em morros ☐ Vales e encostas			
Tipos de formas de relevo (4º nível)	☐ Escarpas e vertentes no contexto do embasamento cristalino			
	☐ Crista Estrutural / Hogback			
	☐ Superfícies de aplanção / formas denudacionais (opções): ☐ Baixa (p. ex. Sertaneja) ☐ Alta / Remanescente ☐ Exumada ☐ Degradada ☐ Maciços Residuais ☐ Grupo de inselbergues ☐ Pequenos platôs em maciços			
	☐ Escarpa modelada por erosão diferencial em coberturas sedimentares			
	☐ Superfícies estruturais / circudenudacionais (opções): ☐ Platô tabular ☐ Glinet ☐ Chapada ☐ Mesa ☐ Rebordos e patamares ☐ Depressão em rochas sedimentares/depressão periférica ☐ Baixos platôs			
	☐ Superfícies de acumulação / formas agradacionais (opções): ☐ Planície litorânea ☐ Tabuleiro costeiro ☐ Planície lacustre ☐ Planície aluvial ☐ Terraço fluvial ☐ Superfícies sedimentares rebaixadas			
	☐ Relevos pontuais (opções): ☐ Canyon ☐ Boqueirão ☐ Colina ☐ Domo ☐ Relevo Vulcânico ☐ Relevo Cárstico ☐ Inselbergue ☐ Geoforma			
	☐ Outro:			
	Unidade morfológica (4º nível):			
Segmento topográfico	☐ Talvegue ☐ Nível de base/flúvio ☐ Vertente/interflúvio ☐ Divisor de água			
Tipo de vertente (5º nível)	☐ Convexa ☐ Retilínea ☐ Côncava			
Caracterização	☐ Relevo plano ☐ Suave ondulado ☐ Relevo ondulado ☐ Fortemente ondulado ☐ Montanhoso ☐ Escarpado ☐ Outro:			
Processo modelador (6º nível)	☐ Areolar ☐ Linear - Tipo(s) predominantes:			
Dissecação do relevo	☐ Muito fraco (< 10m) ☐ Fraco (10 - 20m) ☐ Médio (20-40m) ☐ Forte (40-80m) ☐ Muito forte (>80m)			
POTENCIAL VALOR CIENTÍFICO / GEOMORFOSSÍTIOS				
	Alto	Médio	Baixo	Descrição geral
Representatividade (compreensão do todo)	☐	☐	☐	
Integridade (conservação)	☐	☐	☐	
Raridade	☐	☐	☐	
Diversidade de elementos	☐	☐	☐	

Conhecimento científico	()	()	()	
Local-tipo	() Reconhecido pela IUGS / IMA () Geossit - CPRM () Geossítio/Geoparque () Internacional () Nacional () Regional () Local () Inventário próprio			
Coleta de amostras:	() Possível () Restrita () Não permitida			
Acesso ao sítio para análise:	() Amplo () Parcial () Indireto			
POTENCIAL USO EDUCATIVO E / OU TURÍSTICO – SÍTIOS GEOMORFOLÓGICOS				
	Alto	Médio	Baixo	Descrição geral
Potencial didático (E)*	()	()	()	
Diversidade geológica (E)	()	()	()	
Diversidade geomorfológica (E)	()	()	()	
Acessibilidade (E/T)	()	()	()	
Segurança (E/T)	()	()	()	
Cenário (E/T)	()	()	()	
Potencial interpretativo (T)*	()	()	()	
Diversidade ecológica (E/T)	()	()	()	
Diversidade cultural (E/T)	()	()	()	
Condições de observação (E)	()	()	()	
Limitações de uso	() Sem limitações () Uso ocasional () Limitações transponíveis () Limitações difíceis de transpor			
(E)* = associado à avaliação do potencial educativo. (T)* = associado à avaliação do potencial turístico				
POTENCIAL CAPACIDADE DE USO				
	Alto	Médio	Baixo	Descrição geral da capacidade
Científico	()	()	()	
Educativo	()	()	()	
Turístico	()	()	()	
POTENCIAL RISCO DE DEGRADAÇÃO				
	Alto	Médio	Baixo	Descrição geral
Deterioração	()	()	()	
Fragilidade (natural)	()	()	()	
Vulnerabilidade (antrópica)	()	()	()	

Fonte: Moura-Fé (2024). Elaboração: autor (jun. 2025).

Quadro 2 – Ficha de avaliação do Potencial Valor Científico (VCi)

CRITÉRIOS (07)	
A - Representatividade	Capacidade de um geomorfossítio em ilustrar elementos ou processos geomorfológicos das unidades de relevo e contextos geomorfológicos associados.
B - Localidade-chave	Importância de um geomorfossítio como referência ou modelo para a geomorfologia.
C - Conhecimento científico	A existência de estudos científicos publicados sobre o geomorfossítio traduz o VCi atribuído pela comunidade geocientífica.

D - Integridade	Relacionada com o estado de conservação dos principais elementos geomorfológicos; quanto melhor a integridade, maior o VCi .	
E - Diversidade Geomorfológica	Um número maior de diferentes elementos geomorfológicos com interesse científico num geomorfossítio implica em um VCi superior.	
F- Raridade	Um pequeno número de geomorfossítios semelhantes na área de estudo aumenta o VCi . Quanto mais raro, maior o VCi .	
G - Limitações de uso	A existência de obstáculos que possam ser problemáticos para o uso científico regular do geomorfossítio tem impactos no VCi .	
CRITÉRIOS / INDICADORES		PARÂMETROS
A - REPRESENTATIVIDADE		
O geomorfossítio é o melhor exemplo na área de estudo para ilustrar formas ou processos.	() 4 pontos	
O geomorfossítio é um bom exemplo na área de estudo para ilustrar formas ou processos.	() 2 pontos	
O geomorfossítio ilustra razoavelmente elementos ou processos na área de estudo.	() 1 ponto	
Não se aplica nenhum dos indicadores.	() 0 ponto	
B - LOCALIDADE-CHAVE		
O geomorfossítio faz parte de um Geoparque Mundial da UNESCO (UGGp - UNESCO Global Geoparks) e/ou é um sítio cadastrado no grupo de trabalho de geomorfossítios da IAG - International Association of Geomorphologists .	() 4 pontos	
O geomorfossítio é utilizado pela ciência internacional .	() 2 pontos	
O geomorfossítio é utilizado pela ciência nacional e/ou está cadastrado no Geossit (Cadastro de sítios geológicos do Serviço Geológico do Brasil - SBG), na temática geomorfológica.	() 1 ponto	
Não se aplica nenhum dos indicadores.	() 0 ponto	
C - CONHECIMENTO CIENTÍFICO		
Existem artigos em revistas científicas internacionais sobre este geomorfossítio.	() 4 pontos	
Existem artigos em revistas científicas nacionais sobre este geomorfossítio.	() 2 pontos	
Existem resumos apresentados em eventos científicos internacionais sobre este geomorfossítio.	() 1 ponto	
Não se aplica nenhum dos indicadores.	() 0 ponto	
D - INTEGRIDADE		
Os principais elementos geomorfológicos encontram-se muito bem conservados .	() 4 pontos	
Geomorfossítio não tão bem preservado, mas os principais elementos geomorfológicos ainda estão conservados .	() 2 pontos	
Geomorfossítio com problemas de conservação e com os principais elementos geomorfológicos bastante alterados ou modificados .	() 1 ponto	
Não se aplica nenhum dos indicadores.	() 0 ponto	
E - DIVERSIDADE GEOMORFOLÓGICA		
Geomorfossítio com mais de 3 tipos de formas geomorfológicas distintas com relevância científica.	() 4 pontos	
Geomorfossítio com 3 tipos de formas geomorfológicas distintas com relevância científica.	() 2 pontos	
Geomorfossítio com 2 tipos de formas geomorfológicas distintas com relevância científica.	() 1 ponto	
Não se aplica nenhum dos indicadores.	() 0 ponto	
F- RARIDADE		

O geomorfossítio é a única ocorrência deste tipo na área de estudo.	() 4 pontos		
Na área de estudo existem 2 a 3 exemplos de geomorfossítios semelhantes .	() 2 pontos		
Na área de estudo, existem 4 a 5 exemplos de geomorfossítios semelhantes .	() 1 ponto		
Não se aplica nenhum dos indicadores.	() 0 ponto		
G - LIMITAÇÕES DE USO			
O geomorfossítio não tem limitações (permissões legais, barreiras físicas etc.) para fazer trabalho de campo, incluindo amostragem.	() 4 pontos		
É possível fazer trabalho de campo depois de superar as limitações .	() 2 pontos		
Os trabalhos de campo são muito difíceis de realizar devido a limitações difíceis de ultrapassar.	() 1 ponto		
Não se aplica nenhum dos indicadores.	() 0 ponto		
CRITÉRIO	SOMA	PESOS	TOTAL
A - Representatividade		X Peso: 30%	
B - Localidade-chave		X Peso: 20%	
C - Conhecimento científico		X Peso: 5%	
D - Integridade		X Peso: 15%	
E - Diversidade Geomorfológica		X Peso: 5%	
F- Raridade		X Peso: 15%	
G - Limitações de uso		X Peso: 10%	
		Total (100%):	

Fonte: Moura-Fé (2024). Elaboração: autor (jun. 2025).

Em campo houve trabalhos *in loco* nos geossítios Colina do Horto, Batateiras, Mirante do Caldas, Cachoeira de Missão Velha, Ponte de Pedra e Pontal da Santa Cruz, com a aquisição de dados, através da observação e registro de características e especificidades, com o uso de aparelho GPS Garmin, drone DJI, câmera fotográfica Canon, trena, além de aplicativos IOS (altímetro, bússola), Strava / Fatmap e Avenza Maps. Os trabalhos de campo específicos foram realizados em julho de 2025, que incluíram uma nova aplicação das fichas de avaliação.

Em laboratório, antes dos trabalhos de campo, foi feito o estudo prévio das áreas de estudo (com base nos materiais levantados) e o mapeamento temático prévio com uso do *software* QGis, versão 3.34.4-Prizren. Aliás, todo o mapeamento temático foi realizado com uso desse programa de mapeamento digital. Depois dos trabalhos de campo os dados foram selecionados, organizados, sobrepostos, analisados e interpretados, com os resultados compondo a nova versão do mapeamento temático, além de outros produtos não-textuais. As bases cartográficas específicas e utilizadas estão informadas nos rodapés de cada mapa.

Em gabinete, por fim, deu-se a revisão e preenchimento final das fichas de avaliação dos 06 geossítios, a análise e interpretação dos dados adquiridos em campo e laboratório,

imprescindíveis para a etapa de apresentação dos resultados, além da discussão associada aos resultados e redação deste manuscrito.

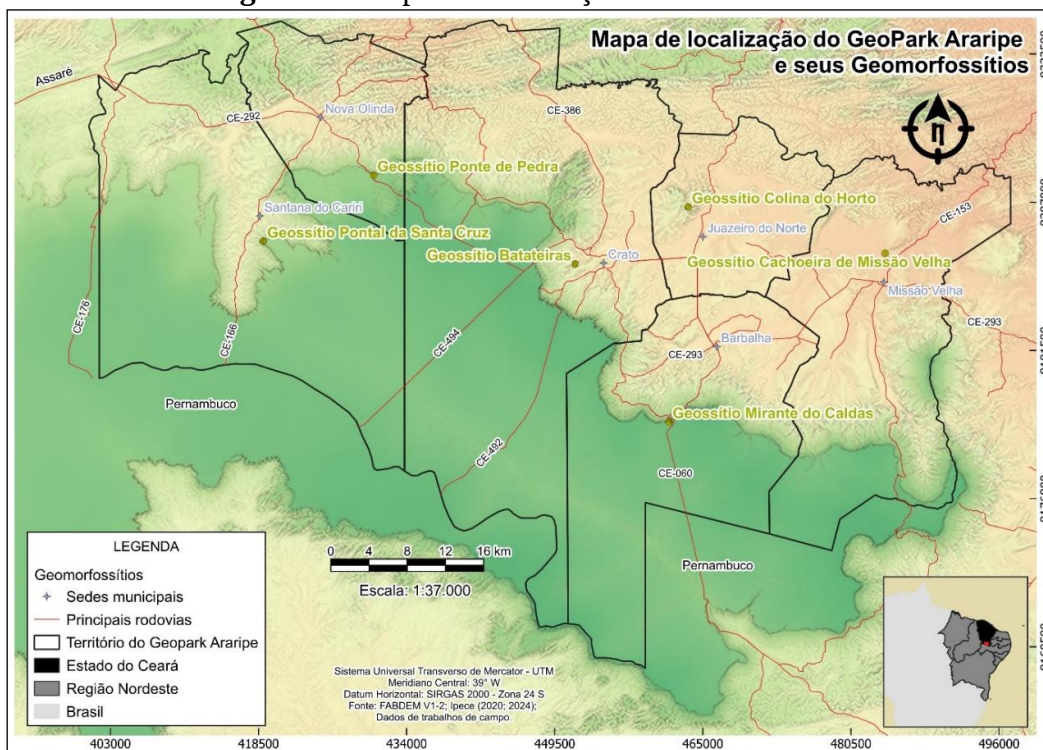
ÁREA DE ESTUDO

O Geopark Araripe, primeiro geoparque das Américas e do hemisfério Sul a ser reconhecido pela Unesco como parte da Rede Global de Geoparques (Global Geoparks Network - GGN), foi estabelecido no ano de 2006 “sob os auspícios da Unesco” no sul do Ceará (Moura-Fé, 2016). Com 06 municípios, o território do geoparque contempla 11 geossítios abertos para visitação, sendo: Colina do Horto, Batateiras, Riacho do Meio, Mirante do Caldas, Arajara, Cachoeira de Missão Velha, Floresta Petrificada, Ponte de Pedra, Pedra Cariri, Parque dos Pterossauros e Pontal da Santa Cruz.

Dentre eles, alguns se notabilizam por suas características geomorfológicas, situados em contextos geológico-geomorfológicos diversos, possíveis de serem vistos, estudados e interpretados nesses locais, interpretados como geomorfossítios, sendo selecionados e analisados nesse artigo: 01 - Batateiras (Crato), 02 - Colina do Horto (Juazeiro do Norte), 03 – Mirante do Caldas (Barbalha), 04 - Cachoeira de Missão Velha (Missão Velha), 05 - Ponte de Pedra (Nova Olinda) e 06 - Pontal da Santa Cruz (Santana do Cariri) (Figura 1), ou seja, um geossítio de cada município do território, o que indica a relevância geomorfológica da área de estudo.

1 - Batateiras: esse geossítio, situado majoritariamente no bairro do Seminário, na cidade do Crato, se destaca pela presença da nascente e do rio Batateiras, além da Cascata do Lameiro, feições modeladas em diferentes tipos de arenito da formação Barbalha (Pinéo; Palheta, 2021). Tais arenitos formam segmentos de vale fluvial com características distintas ao longo do curso do rio Batateiras, ora mais estreitos, em contextos de arenitos mais compactos e resistentes, ora mais largos, erodindo arenitos mais friáveis, com leito preenchido por blocos e seixos predominantemente arredondados (Nascimento; Silva; Moura-Fé, 2020). Em alguns pontos mais íngremes das margens do rio é possível observar a presença de camadas alternadas de arenitos e folhelhos, as quais registram o período em que a região era caracterizada por um ambiente fluvial (Pinéo; Palheta, 2021).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Ipece (2007); FABDEM V1-2. Dados de trabalhos de campo. Elaboração: Autor (jun. 2025).

2 – Colina do Horto: esse geossítio, situado no bairro do Horto, até o começo do século XX, compunha parte da periferia da cidade de Juazeiro do Norte (Almeida; Moura-Fé; Pinheiro, 2024), representa o ponto mais elevado do município, um divisor de águas formado por rochas graníticas que fazem parte do embasamento cristalino da bacia sedimentar do Araripe, conhecido nacionalmente pelas práticas religiosas realizadas ao longo da trilha do Santo Sepulcro (Mochiutti *et al.*, 2012). Os afloramentos de granito que sustentam o geossítio são visíveis em vários pontos ao longo da sua principal trilha, a trilha do Santo Sepulcro, bastante visitada e que possui pontos de apoio estratégicos para os visitantes (Sousa; Lino; Moura-Fé, 2023). O geossítio está localizado no contexto geológico da borda setentrional da bacia do Araripe (Pinéo; Palheta, 2021), possuindo a forma de uma colina, circundada por áreas mais baixas, formadas por sedimentos de diversas origens e características (Pinéo; Palheta, 2021; Sousa *et al.*, 2018).

3 – Mirante do Caldas: esse geossítio, situado no distrito do Caldas, é o mais novo do GeoPark Araripe, dentre aqueles que estão abertos ao público. Talvez por conta disso não se tem, ainda, uma literatura científica disponível acerca de suas características e especificidades.

Equipamento turístico do Governo do Estado do Ceará, conforme informações disponíveis no *web site* governamental (Ceará, 2024), o Complexo Ambiental Mirante do Caldas foi inaugurado em Barbalha para fomentar o turismo e a educação ambiental na região. Para tal, o espaço conta com um teleférico que cruza a área urbana do distrito do Caldas, um Centro de Interpretação, um café, um borboletário do Cariri, além da vista privilegiada da região, potencializada por seu mirante, analisado aqui. Seus atrativos são abertos ao público, mas não são gratuitos, demandando a compra de ingresso para o teleférico e, a partir dele, acessar os demais equipamentos.

4 – Cachoeira de Missão Velha: queda d'água esculpida pela ação erosiva fluvial em arenitos silicificados (Pinéo; Palheta, 2021), a Cachoeira de Missão Velha apresenta formas e processos de modelagem fluvial, incluindo poços escavados pela água que atingem grandes proporções (Sousa; Lino; Moura-Fé, 2023), marmitas que alcançam profundidades métricas. Os sedimentos de areia que deram origem ao arenito foram depositados durante a invasão de águas de um mar raso na região do Sul do Ceará, antes da formação da bacia sedimentar do Araripe (Freitas, 2008). Situado próximo da sede municipal, assim como os demais geossítios analisados, possui acesso por vias asfaltadas.

5 - Ponte de Pedra: se caracteriza pela presença de uma feição que se assemelha a uma ponte, esculpida em arenitos da Formação Exu, resultado de processos erosivos (Nascimento; Silva; Moura-Fé, 2020; Pinéo; Palheta, 2021). Tais processos ocorreram de forma diferenciada nos vários níveis de arenito, tanto os mais grossos quanto os mais finos, resultando na preservação dos níveis mais resistentes à erosão (Moura-Fé, 2016). Além disso, destaca-se a presença de um mirante que oferece uma vista panorâmica da paisagem ondulada situada aos pés da chapada do Araripe, uma depressão periférica sedimentar. Situado às margens de uma rodovia estadual, esse geossítio tem acesso tanto pela cidade do Crato quanto de Nova Olinda.

6 - Pontal da Santa Cruz: corresponde, notadamente a um mirante na borda da chapada do Araripe, oferecendo uma vista panorâmica de afloramentos da bacia sedimentar do Araripe (Mochiutti *et al.*, 2012), de parte da chapada do Araripe e do vale do Brejo Grande (Moura-Fé; Bastos; Nascimento, 2024). A trilha que faz parte do geossítio é um dos principais atrativos para os visitantes, pois se estende desde a base até o topo do pontal, oferecendo uma visão geral da paisagem em diversos pontos. O geossítio, situado nas proximidades da sede municipal, é formado pelo recuo da vertente da chapada do Araripe, formada pelo arenito da Formação Exu,

a mais recente formação litoestratigráfica da bacia do Araripe (90 Ma), que consiste em arenitos coesos, funcionando como uma camada resistente da chapada que absorve facilmente a água das chuvas que se acumulam nas camadas inferiores, originando nascentes (Moura-Fé, 2016; Pinéo; Palheta, 2021). De forma mais ampla, a dinâmica geomorfológica do Pontal da Santa Cruz como um todo é fundamentada por escoamentos subsuperficiais e superficiais, fomentando movimentos de massa, notadamente, a queda de blocos (Pereira; Moura-Fé, 2025a), os quais podem ser observados e interpretados a partir dos seus mirantes, colocando-o como lócus significativos para a geoeducação na região (Pereira; Moura-Fé, 2025b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

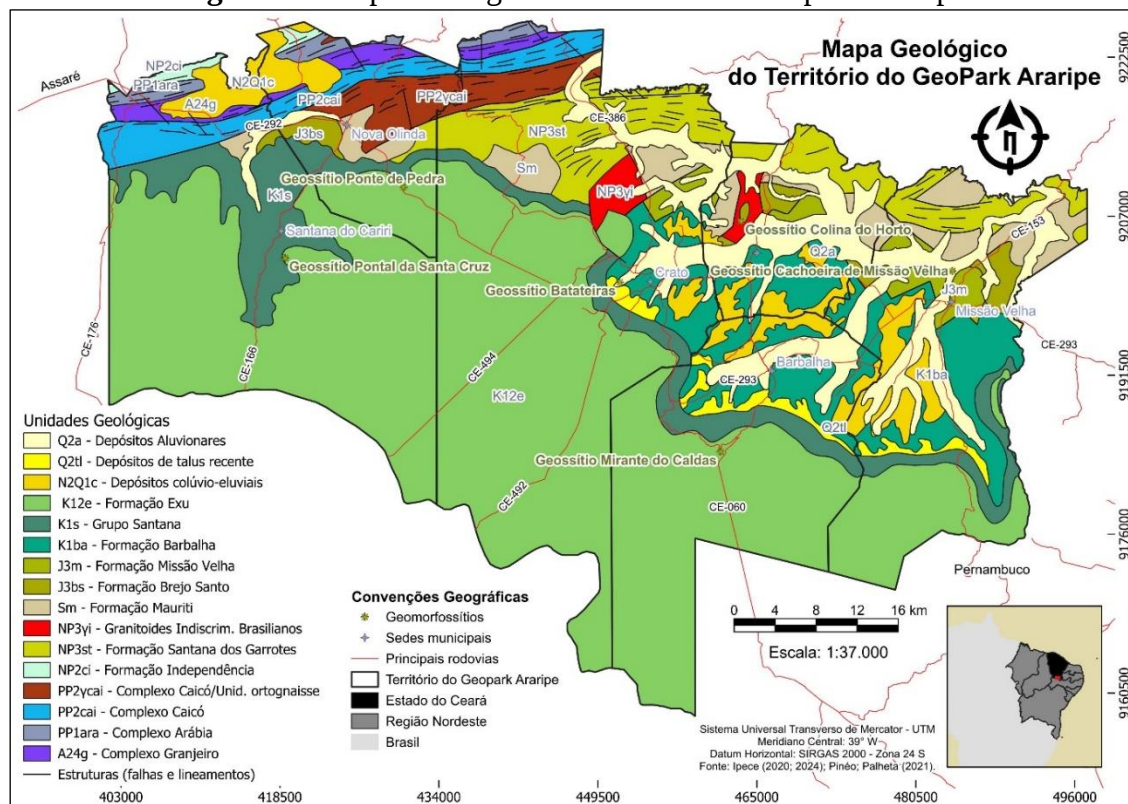
Contexto geológico-geomorfológico

O GeoPark Araripe se situa em uma área considerada como detentora de não apenas um, mas dois *world-class fossil Konservat Lagerstätten*, em referência às duas importantes unidades fossilíferas: Membro Crato (Viana; Neumann, 2002) e Membro Romualdo (Kellner, 2002) do Grupo Santana, cujos fósseis são notáveis por sua abundância, diversidade e estado de conservação (Herzog *et al.*, 2008).

Assim, conforme o dossiê encaminhado à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO (Cardoso *et al.*, 2007), o GeoPark Araripe foi criado em 2006 para proteger, conhecer e divulgar o patrimônio paleontológico da bacia do Araripe (Férrer, 2011), com os principais geossítios sendo selecionados em função da representatividade estratigráfica da bacia sedimentar do Araripe, com a finalidade de propiciar atividades científicas qualificadas com potencial de divulgação científica dos conceitos de geociências (Nascimento; Silva; Moura-Fé, 2020).

E a geomorfologia regional? E a geomorfologia presente nos geossítios? Tais questões motivaram e nortearam a elaboração desse artigo. Contudo, em que pese a meta deste artigo, de dar destaque para os aspectos geomorfológicos do GeoPark Araripe, não se pode falar da geomorfologia do território sem falar da geologia associada aos 06 geossítios analisados, tampouco pode-se avaliar quali e quantitativamente a geomorfologia dos sítios sem abordar aspectos basilares da geomorfologia regional. Nesse sentido, a Figura 2 apresenta o mapa geológico do território, com a localização dos geossítios avaliados.

Figura 2 – Mapa Geológico do território do Geopark Araripe



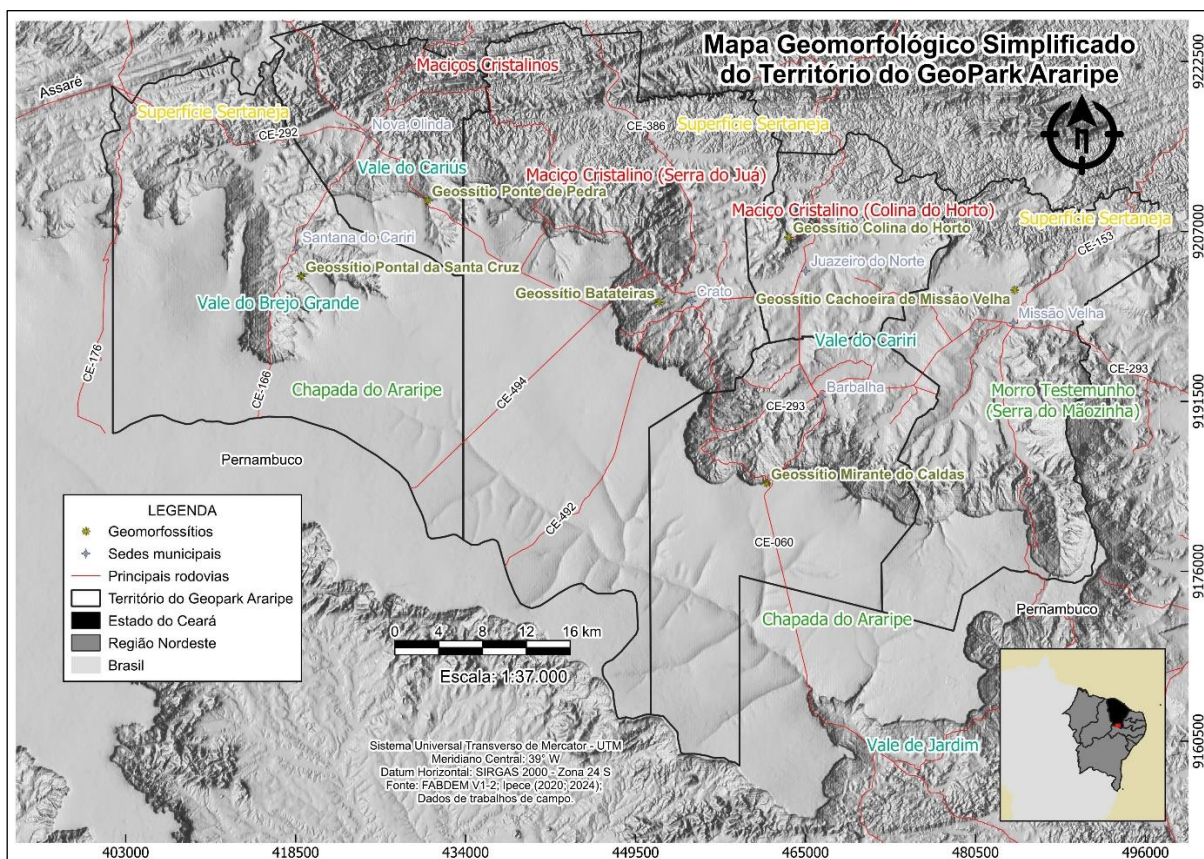
Fonte: Ipece (2007); FABDEM V1-2; Pinéo; Palheta (2021). Elaboração: Autor (jun. 2025).

Observando o mapa temático, verifica-se que o geossítio Batateiras se situa no sopé da chapada do Araripe, no contexto dos depósitos aluvionares, próximo de depósitos de talus recentes, as formações geológicas mais recentes da região. Já o geossítio Colina do Horto está na borda norte da bacia, composto por granitoides indiscriminados de idade neoproterozoica (Pinéo; Palheta, 2021), compondo parte das litologias mais antigas da região, as que formam o embasamento da bacia sedimentar do Araripe.

O geossítio Mirante do Caldas está situado na borda da chapada do Araripe, formado pelos arenitos oxidados da formação Exu, de idade cretácea, com textura granular e, assim, notabilizados por sua alta capacidade de absorção de água em contraponto com sua baixa capacidade de sustentar a formação de cursos fluviais na sua superfície. Por outro lado, o geossítio Cachoeira de Missão Velha, também está situado em arenitos, contudo, são arenitos mais antigos, de idade jurássica, com textura mais silicificada, o que fomenta a formação de cursos d'água onde esses arenitos afloram, incluindo o rio Salgado, que modela as quedas d'água do geossítio.

Na porção oeste do território do GeoPark Araripe estão os dois outros geossítios analisados. O geossítio Ponte de Pedra é composto por arenitos da formação Exu, sendo um ótimo local para se discutir as variações faciológicas do expressivo pacote arenítico que capeia a bacia, condicionante para a erosão diferencial e a modelagem da feição geomorfológica que caracteriza o geossítio. Por fim, o geossítio Pontal da Santa Cruz também está modelado nos arenitos da formação Exu, na encosta da chapada do Araripe, em um contexto evolutivo de erosão diferencial também. Esse sucinto quadro geológico, com um predomínio sedimentar na maior parte do território, com exceção da porção norte da área (cristalina e estruturalmente mais complexa), em diferentes contextos (paleo)climáticos, propiciou um diversificado quadro geomorfológico, com feições mais elevadas na porção sul e amplas superfícies aplainadas (sedimentares e cristalinas) na porção setentrional do território, é apresentado de forma sucinta na Figura 3.

Figura 3 – Mapa Geomorfológico simplificado da área de estudo



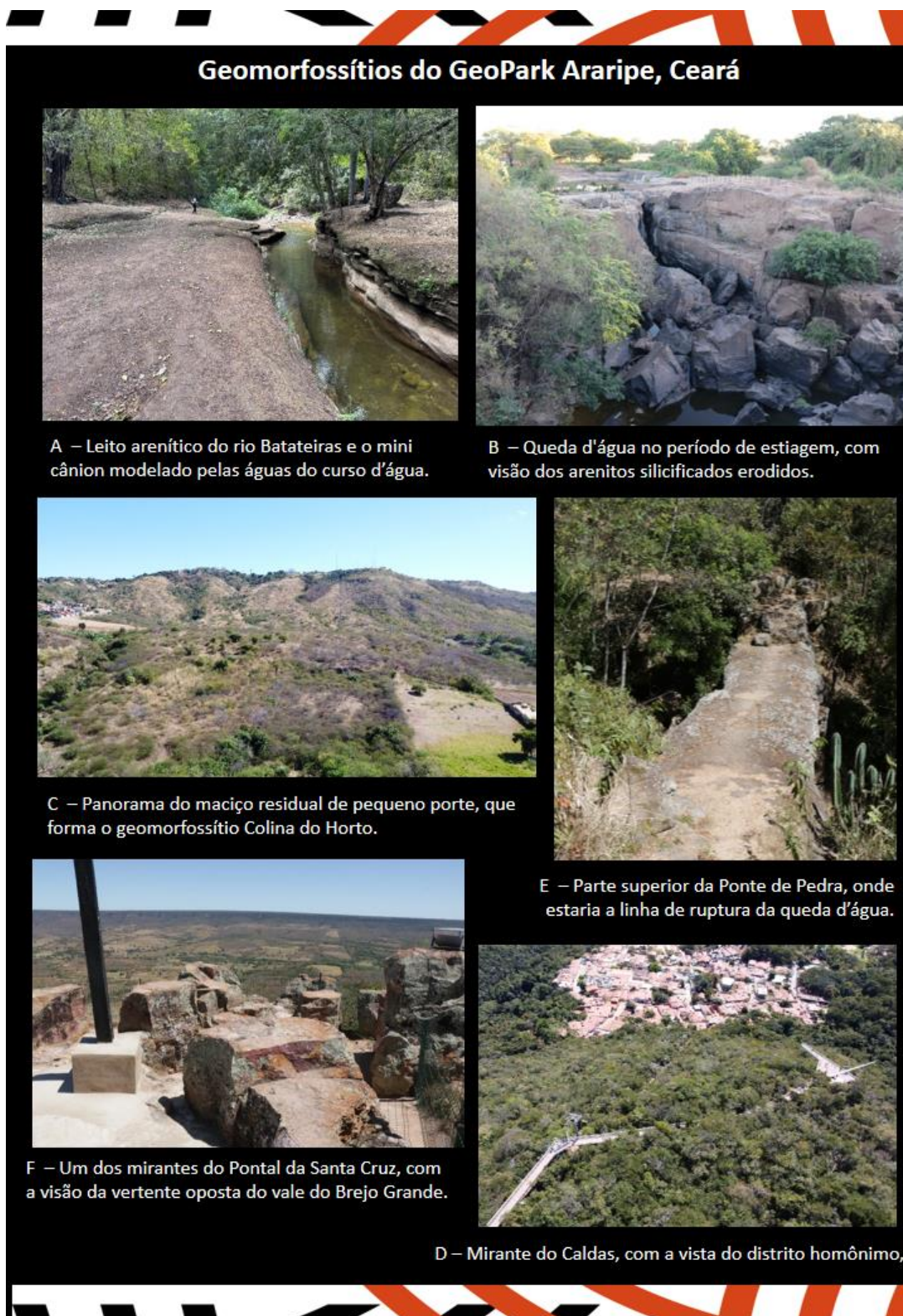
Fonte: Ipece (2007); FABDEM V1-2; Adaptado de: Moura-Fé; Bastos; Nascimento (2024). Elaboração: Autor (jun. 2025).

Geomorfologicamente, o geossítio Batateiras (Figura 4a) está associado com o vale fluvial do rio homônimo, no sopé da chapada do Araripe, à jusante de um amplo anfiteatro que circunda toda a cidade do Crato, por sua vez, modelado por cursos d'água originados de diversas nascentes que surgem nas encostas da chapada. É um geossítio vinculado estreitamente à processos erosivos, notadamente lineares, os quais, a partir da relação com diferentes litologias (arenitos, conglomerados e folhelhos, principalmente) e interações estratigráficas, propiciam uma diversidade de formas ao longo do seu trajeto, tais como: Terraços fluviais com distintas altimetrias e perfis perpendiculares; Trechos do vale mais estreitos no formato de um pequeno canyon, com largura variando entre 2,5 m e 5,5m, modelado em um contexto arenítico mais coeso, maciço e mais resistente à erosão fluvial; Vales mais abertos, que podem chegar à 17 metros de largura, com leitos atapetados de materiais rolados, sobretudo arenitos da formação Barbalha, mas também da formação Exu, transportados a partir dos segmentos mais elevados da encosta da chapada do Araripe; Além de quedas d'água (com destaque para a Cascata do Lameiro) e; Meandros em ângulos mais obtusos, os quais parecem não corresponder à dinâmica fluvial atual; Vale destacar ainda as vertentes associadas às margens do rio Batateiras, marcadas por processos erosivos areolares, além de cursos d'água intermitentes e de menor porte, dando um caráter ondulado aos relevos, como pode ser visto no Parque Estadual (Pares) Sítio Fundão, por exemplo.

Da mesma forma que o geossítio Batateiras, o geossítio Cachoeira de Missão Velha (Figura 4b) está situado numa ampla feição geomorfológica, remanescente do processo erosivo de recuo das vertentes da chapada do Araripe, uma depressão periférica sedimentar chamada de “Vale do Cariri”. As semelhanças se somam: a queda d'água, a cachoeira de Missão Velha, também é modelada em arenitos (embora mais antigos, conforme visto) modelados por um curso d'água, o rio Salgado.

Em uma escala de maior detalhe, tem-se a abrasão do leito arenítico, com a retirada de sedimentos quartzíticos, a formação de cavidades e sua abrasão contínua, responsável pela formação de marmitas de diversos tamanhos (também chamados regionalmente de poços, tanques ou caldeirões), onde as mais desenvolvidas verticalmente, quando aprofundadas, fomentam o desequilíbrio e a quebra das vertentes da queda d'água que se formou e segue evoluindo geomorfologicamente através da erosão regressiva.

Figura 4 – Mosaico de fotos dos geomorfossítios do GeoPark Araripe



Fonte: Autor (jul. 2025). **Elaboração:** Autor (set. 2025).

O leito do rio é cruzado por uma estrada asfaltada, com acesso a partir da CE-153, onde, a partir da ponte local, de um lado vê-se a queda d'água (na verdade, as quedas, no plural, quando se tem maior vazão do rio Salgado), e do outro lado da ponte, tem-se o cânion do rio Salgado, com o leito coberto por matacões e blocos areníticos menores, oriundos tanto da erosão das margens quanto do transporte das vertentes erodidas da queda d'água, com destaque para as marcas arredondas e polidas onde haviam as marmitas, que são um destaque geomorfológico desse geossítio.

No fim do vale do Cariri, nos limites setentrionais da bacia sedimentar do Araripe, está o geossítio Colina do Horto (Figura 4c). Situado em litologias graníticas intrusivas, soerguidas e modeladas por processos areolares nas vertentes do relevo que se notabiliza na paisagem regional com altitudes que chegam a 525 metros no seu principal mirante, se apresentando como um geossítio com características bem específicas e diferentes dos demais, ora mais baixos, ora mais elevados topograficamente, modelados em litologias sedimentares.

A colina do Horto é um maciço residual de pequeno porte, um relevo isolado, delimitado por linhas de falha de direção N-S, com registros de metamorfismo de contato no seu sopé (afloramentos de filitos) e com blocos de arenito de idade Siluriana, associados à formação Cariri, formação sedimentar de base da bacia sedimentar do Araripe, em alguns pontos no topo da Colina do Horto, os quais devem ter sido soerguidos em conjunto com a colina do Horto.

“Observando” de cima esses três geossítios, estão os outros três geossítios analisados neste artigo: o Mirante do Caldas, a Ponte de Pedra e o Pontal da Santa Cruz, todos situados nas encostas da chapada do Araripe.

O geossítio Mirante do Caldas (Figura 4d), situado a 875 metros de altitude, está situado ao sul do vale do Cariri, em Barbalha, cujo mirante propicia uma visão privilegiada de todo o entorno norte da chapada e seu conjunto de relevos de menor porte, em função da forte dissecação do relevo no local. Os relevos vistos a partir do mirante estão associados ao trabalho intempérico e erosivo de diversos cursos d'água, sobretudo, responsáveis diretos pela modelagem da ampla depressão periférica sedimentar, a maior da região e a mais ocupada do estado do Ceará, onde está a cidade de Juazeiro do Norte. O geossítio está situado em um dos maiores anfiteatros da encosta da chapada do Araripe, o qual moldura toda a cidade de Barbalha e seus distritos, incluindo o Caldas, situado no sopé do mirante.

O geossítio Ponte de Pedra (Figura 4e), situado em torno dos 745 metros de altitude, notabiliza-se pela presença de uma geoforma modelada em uma variação mais resistente do arenito Exu, similar a uma ponte, inclusive, conectando dois pontos mais elevados, de forma perpendicular a um leito fluvial (exatamente como uma ponte), hoje seco na maior parte do ano, com uma vazão bem menor àquela que deve ter contribuído para a modelagem da Ponte de Pedra.

Vale destacar o sobressalto topográfico da planície fluvial antes e depois de passar perpendicularmente pela ponte de pedra, sendo bem mais profundo à jusante, o que pode indicar que havia uma queda d'água no local e que a ponte teria sido em algum momento anterior, a cabeça de uma cachoeira. Uma hipótese evolutiva observada em campo é que a ponte pode ter sido preservada dos processos erosivos lineares, possivelmente, pela remoção de blocos rochosos situados abaixo de onde está a ponte atualmente, os quais poderiam ser formados por arenitos mais friáveis e/ou com juntas menos coesas. As águas do curso d'água poderiam ter infiltrado nas juntas dos blocos de arenito abaixo da ponte, e caso esse arenito fosse realmente mais friável, as águas teriam ampliado as juntas, fragilizado os arenitos até o ponto de desequilíbrio, empurrando os blocos para baixo, onde alguns ainda são vistos e se notabilizam pelo porte significativo. Estudos específicos em desenvolvimento sobre possíveis diferenciações litológicas e/ou lineamentos estruturais no local darão mais informações sobre essas hipóteses.

Além da ponte, o geossítio conta com um mirante que permite a visão de outra depressão periférica sedimentar, o vale do Cariús, o qual perfaz o contato sedimentar da bacia com sua borda cristalina noroeste, estruturalmente mais complexa, com falhas e lineamentos dispostos na direção L-O (Pinéo; Palheta, 2021).

Por fim, o geossítio Pontal da Santa Cruz (Figura 4f) se configura como um segmento mais pronunciado da linha de encosta da chapada do Araripe, delimitado ao sul e ao norte por anfiteatros que apresentam ângulos bem fechados, algo não muito comum na região. Esse geossítio se notabiliza por fazer o contato da encosta íngreme da chapada com seu sopé, formado pelos calcários do grupo Santana (Pinéo; Palheta, 2021), uma especificidade vista em Santana do Cariri. Sua encosta pode ser vista em detalhes por uma trilha que conecta o sopé e seu topo. Vale destacar seu mirante, situado a 750 metros, o qual permite a vista de outra depressão periférica sedimentar, o vale do Brejo Grande, modelado por diversos cursos d'água, originados por nascentes, uma característica geomorfológica fundante na região. O segmento oeste da

chapada, visto do mirante e que emoldura o vale, por sua vez, em conjunto com a vertente onde está o Pontal, forma um dos maiores anfiteatros da encosta setentrional da chapada do Araripe.

O Valor Científico dos geomorfossítios

Em que pese comporem um conjunto geomorfológico relevante, ilustrando a geodiversidade regional, os geomorfossítios analisados no item anterior apresentam particularidades que precisam ser consideradas para se planejar formas de valorização, divulgação ou monitoramento, etapas de qualquer estratégia geoconservacionista, seja ela geoturística, geoeseducativa ou geocultural. Nesse sentido, é necessária a etapa de avaliação quantitativa, incluindo a avaliação dos critérios e determinação da relevância dos sítios (Brilha, 2016).

Assim, os 06 sítios analisados, com franco apelo geomorfológico, seja em relação aos seus aspectos morfogenéticos ou evolutivos (morfodinâmicos), foram avaliados quantitativamente em relação ao seu Valor Científico (VCi) (Quadro 3).

Quadro 3 – Avaliação do Potencial Valor Científico (VCi) dos Geossítios

Critério (Peso)	Geossítio					
	Batateiras	Colina do Horto	Mirante do Caldas	Cachoeira de Missão Velha	Ponte de Pedra	Pontal da Santa Cruz
A – Representatividade (*30%)	04(120)	04(120)	02(60)	04(120)	02(60)	04(120)
B - Localidade-chave (*20%)	04(80)	04(80)	04(80)	04(80)	04(80)	04(80)
C - Conhecimento científico (*5%)	04(20)	04(20)	00(00)	04(20)	04(20)	04(20)
D - Integridade (*15%)	04(60)	02(30)	04(60)	04(60)	02(30)	04(60)
E - Diversidade Geomorfológica (*5%)	04(20)	04(20)	04(20)	04(20)	02(10)	04(20)
F - Raridade (*15%)	04(60)	02(30)	01(15)	02(30)	04(60)	04(60)
G - Limitações de uso (*10%)	02(20)	04(40)	02(20)	04(40)	02(20)	04(40)
Total com pesos aplicados	380	340	255	370	280	400
Ranqueamento	2º	4º	6º	3º	5º	1º

Fonte: Moura-Fé (2024). Elaboração: Autor (jun. 2025).

Conforme pode ser visto, os geomorfossítios do GeoPark Araripe com maior valoração em relação ao valor científico foram, na ordem decrescente, o geossítio Pontal da Santa Cruz, que atingiu a pontuação máxima (400 pontos); o geossítio Batateiras, com 95% do valor máximo alcançável; e o geossítio Cachoeira de Missão Velha, com 92,5% do valor total; os quais atingiram a pontuação máxima nos cinco primeiros critérios: representatividade, localidade-chave, conhecimento científico, integridade e diversidade geomorfológica, o que foi determinante para os valores alcançados.

Os outros geomorfossítios avaliados atingiram valores inferiores em relação ao primeiro grupo e mais dispersos entre si: a Colina do Horto obteve uma pontuação que alcançou 85% do valor possível, a Ponte de Pedra ficou com 70% da pontuação máxima e, por fim, o geossítio Mirante do Caldas ficou com 63,75% da pontuação máxima da avaliação. Em conjunto, esse grupo atingiu pontuação máxima apenas no critério de localidade-chave.

O fato do conjunto de geossítios melhor pontuado ter alcançado mais de 90% da pontuação máxima, mais o segundo conjunto ter alcançado entre mais de 60% e 80%, indicam a relevância geomorfológica presente no GeoPark Araripe.

Tais valores só não foram ainda maiores por conta de limitações de uso, no caso dos geossítios Batateiras (horário de funcionamento do Pares Sítio Fundão) e Ponte de Pedra (dificuldade de acesso por conta da trilha de acesso); integridade, no caso dos geossítios Colina do Horto (devido à ocupação crescente do bairro homônimo) e Ponte de Pedra (que passou por uma obra de sustentação em função dos riscos de quebra da geoforma); e, também, no critério raridade, onde os geossítios Cachoeira de Missão Velha e Colina do Horto não alcançaram a pontuação máxima, o que indica mais a relevância geomorfológica do território (que possui outros plútons graníticos e quedas d'água) do que um demérito desses geossítios.

No caso específico do geossítio Mirante do Caldas, que alcançou a menor pontuação, isso se deu devido: Ao fato do território possuir diversos outros mirantes (o que pesou nos critérios de representatividade e de raridade), dentre eles, a maioria fica também na encosta da chapada do Araripe; O geossítio ter sido recentemente aberto, sem produção científica associada (critério de conhecimento científico); As limitações de uso, relativas ao fato do geossítio só ter acesso através do pagamento de ingresso. Em que pese haver possibilidades de concessão de gratuidade (através de um pedido prévio), isso não deixa de representar uma limitação.

De maneira geral, a valorização e conservação do patrimônio geomorfológico é um pressuposto fundamental para disseminação de áreas ricas em recursos ainda pouco considerados, sendo o processo de avaliação uma proposta necessária para evidenciar o conjunto de características e elementos naturais de elevado valor patrimonial (Vieira, 2014). A partir dos resultados do processo de avaliação dos geomorfossítios, é possível potencializar seus valores e planejar estratégias de proteção e valorização (Oliveira; Pedrosa; Rodrigues, 2013) específicas para cada local. Todavia, uma etapa pertinente é, considerando o conjunto, pensar uma classificação a partir de critérios que sejam abrangentes e aplicáveis em outros.

Classificação dos geomorfossítios

Somando-se os valores totais dos 06 geomorfossítios avaliados (2.025 pontos), tem-se um valor médio de 337,5 pontos, cerca de 84,37% do valor máximo possível na avaliação do Potencial Valor Científico (VCi). Seria pertinente usar tais números médios na avaliação de outros sítios no território para que os mesmos pudessem alcançar o status de geomorfossítios? Seria justo pensar que um sítio avaliado com 80% do valor máximo ser considerado um sítio geomorfológico?

A etapa de classificação dos sítios entre sítios geomorfológicos e geomorfossítios nos parece ser relevante para a composição de um inventário regional e, por conseguinte, para a proposição e implementação de estratégias de geoconservação particularizadas. Contudo, é pertinente que se pense para além da região, embora o Cariri cearense seja um *hotspot* global de geodiversidade (Bétard *et al.*, 2017), é interessante que se compare e se dialogue os resultados alcançados aqui com outros parâmetros, preferencialmente nacionais.

Nesse sentido, considerando a utilização e relevância nacional, é pertinente apresentar os parâmetros do Geossit, uma plataforma destinada ao inventário, qualificação e avaliação quantitativa de geossítios e de sítios da geodiversidade em nível nacional e também em áreas envolvendo geoparques, elaborado e mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (Schobbenhaus; Berbert-Born, 2025). Atualmente, o Geossit possui um total de 679 sítios, segmentados em sítios com relevância regional/local, relevância nacional, relevância internacional e não-classificados, ao passo que desse total, 210 sítios apresentam a temática geomorfológica como a principal (Geossit, 2025).

No Geossit, a partir do preenchimento das planilhas disponibilizadas, com a análise dos critérios de representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico, os sítios são classificados como geossítios ou sítios da geodiversidade. Os geossítios representam as ocorrências *in situ* de partes da geodiversidade de alto valor científico, os quais precisam ter, pelo menos, 200 pontos, sendo classificados da seguinte forma:

- Valor científico ≥ 200 : geossítio de relevância nacional;
- Valor científico > 300 : geossítio de relevância internacional;

Quando o valor científico é menor que 200, os sítios são considerados sítios da geodiversidade, os quais são encontrados *in situ*, representando importantes recursos para a educação e para o turismo. Quando encontrados *ex situ* são referidos como elementos da geodiversidade. Esses sítios de geodiversidade, quando avaliados em relação ao seu potencial valor educativo e/ou turísticos, são classificadas da seguinte forma:

- Potencial valor educativo e turístico ≥ 200 : sítio da geodiversidade de interesse nacional;
- Potencial valor educativo e turístico < 200 : sítio da geodiversidade de importância regional ou local com interesse na área de um geoparque ou em contextos similares.

Nesse contexto, o Quadro 4 apresenta os geomorfossítios analisados e os valores alcançados nas avaliações quantitativas feitas, comparados com os parâmetros do Geossítio. Comparados os potenciais valores científicos dos geomorfossítios com os parâmetros do Geossit destaca-se o fato de todos os 06 geomorfossítios avaliados serem classificados como geossítios no Geossit. De forma mais específica, tem-se dois grupos distintos a partir dessa sobreposição de pontuações: Um grupo com valores acima de 300 pontos, se apresentando como geossítios de relevância internacional – geossítios Pontal da Santa Cruz, Batateiras, Cachoeira de Missão Velha e Colina do Horto; e Um segundo grupo, com valores abaixo de 300 pontos, mas acima

de 200 pontos, sendo classificados como geossítios de relevância nacional – geossítios Ponte de Pedra e Mirante do Caldas.

Quadro 4 – Quadro Comparativo: VCI dos Geomorfossítios x Parâmetros do Geossit

Parâmetros	Geossítio					
	Batateiras	Colina do Horto	Mirante do Caldas	Cachoeira de Missão Velha	Ponte de Pedra	Pontal da Santa Cruz
VCI	380	340	255	370	280	400
Ranqueamento	2º	4º	6º	3º	5º	1º
Geossit	GRI	GRI	GRN	GRI	GRN	GRI

Legenda: **GRI** = Geossítio de Relevância Internacional. **GRN** = Geossítio de Relevância Nacional. **Fonte:** Geossit (2025); Dados da avaliação quantitativa. **Elaboração:** Autor (jun. 2025).

Em termos gerais, vale considerar ainda que o valor médio da avaliação do VCI dos 06 geossítios, de 337,5 pontos, está acima do parâmetro utilizado pelo Geossit para considerar um geossítio de relevância internacional (acima de 300 pontos), se apresentando como um valor significativo para indicar a relevância geomorfológica do território, mas que, por outro lado, pode ser um valor superestimado para se avaliar outros sítios no território do GeoPark Araripe e, mais além, na região Sul do Ceará como um todo.

Vale adicionar na discussão ainda o fato do Geossit utilizar 04 critérios de avaliação - representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico, ao passo que o método adotado (Moura-Fé, 2024) utiliza os mesmos 04 critérios, mais outros três: localidade-chave, diversidade geomorfológica e limitações de uso. Nesse contexto, conseguir uma pontuação elevada nesses critérios adicionais pode ser mais difícil para áreas sem aparato institucional ou infraestrutura disponível.

Nesse sentido, a pontuação média de pouco mais de 337 pontos é, sem dúvida, válida para indicar tanto a relevância geomorfológica dos geomorfossítios analisados, representantes da geomorfologia regional, quanto a relevância internacional dos geossítios do GeoPark Araripe; mas não parece ser uma pontuação adequada para avaliar e classificar outros geossítios no território e na região, a qual pode adotar os parâmetros do Geossit e, nesse percurso, contribuir com o inventário nacional de geossítios e sítios de geodiversidade que vem sendo elaborado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste artigo foi o de avaliar o valor científico de 06 (seis) geossítios de interesse geomorfológico do GeoPark Araripe e, a partir disso, propor parâmetros de classificação que possibilitem a distinção entre geomorfossítios e sítios geomorfológicos, a qual possa ser aplicada em novos sítios e estudos regionais. Nesse sentido, os resultados alcançados podem ser compartimentados em três grupos principais.

No tocante ao contexto geológico-geomorfológico apresentado, mais do que uma análise regional, iniciada com a discussão de mapas temáticos (geológico e geomorfológico) do GeoPark Araripe, foram apresentadas informações e análises geomorfológicas dos geomorfossítios, embasadas em dados de laboratório e de campo, sobretudo. Tais análises representam avanços sobre o conhecimento acerca dos geossítios e, por conseguinte, sobre a geomorfologia do território. Tais avanços também devem implicar em estudos específicos sobre cada geossítio, incluindo, mapeamentos, em escala de maior detalhe, os quais apoiarão novas análises e interpretações.

A partir desse maior conhecimento sobre os geossítios analisados, a avaliação do potencial valor científico foi feita e apresentou valores significativos, com geossítios alcançando valores máximos (Pontal da Santa Cruz) e valores elevados, acima de 90%, no caso dos geossítios Batateiras e geossítio Cachoeira de Missão Velha, indicando a relevância geomorfológica regional. Tais números deverão ser revistos e discutidos “sob a luz” de novos estudos que serão feitos na região.

Os critérios e números apresentados e os resultados discutidos, em comparação com os parâmetros do Geossit, parecem indicar que os valores utilizados pelo Geossit para classificar sítios de geodiversidade (acima de 200 pontos) e geossítios (acima de 300 pontos) se apresentam como pontos de partida satisfatórios para a composição de um inventário do patrimônio geomorfológico regional. Ao passo que os valores individuais e médios da avaliação feita neste manuscrito servem melhor como significativos indicadores da relevância internacional da geomorfologia do território do GeoPark Araripe, um significativo indicador da relevância geomorfológica regional, que demanda novos estudos e pesquisas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Regivania Rodrigues de; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de; PINHEIRO, Mônica Virna de Aguiar. A cidade-oficina: o patrimônio cultural de Juazeiro do Norte e o desenvolvimento regional sustentável. **Revista de História Regional**, n. 29, p. 1-29, e2422546, 2024.

BÉTARD, François; PEULVAST, Jean-Pierre; MAGALHÃES, Alexandra Oliveira; CARVALHO NETA, Maria de Lourdes; FREITAS, Francisco Idalécio. Araripe Basin: A Major Geodiversity Hotspot in Brazil. **Geoheritage**, v. 10, p. 543-558, 2017.

BRILHA, José. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza e sua vertente geológica. São Paulo: Palimage editora, 2005. 1

BRILHA, José. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review, **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119-134. 2016. DOI: 10.1007/s12371-014-0139-3

CARDOSO, A. L. H.; SILVA NETO, D.C.; SALES, A. M. F.; HILLMER, G.. **Dossiê do Geopark Araripe para concorrer ao prêmio Rodrigo Melo Franco de Andrade, na categoria Proteção do Patrimônio Natural e Arqueológico**. Crato: Urca, 2007.

CEARÁ. Governo do Estado do Ceará. **Complexo Ambiental Mirante do Caldas**. Sobre O Complexo Ambiental, Ceará, 2024. Disponível em: <https://mirante.sema.ce.gov.br/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geodiversidade do Brasil**. Escala 1:2.500.000. CPRM: 2006.

FÉRRER, J. A. C. **O Geopark Araripe e a paleontologia do Cariri**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Paleontologia e Geologia Histórica) - Universidade Federal do Ceará, Monografia, Fortaleza: UFC, 2011.

FREITAS, Francisco Idalécio de. **Contexto Geológico da Distribuição de Madeiras Fósseis da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, Ceará**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

GEOSSIT. Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade. **Sítios Descritos**. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios> Acesso em: 11 set. 2025.

GRAY, Murray. **Geodiversity**: Valuing and conserving abiotic nature. Wiley-Blackwell, 2013.

GUIMARÃES, Thais de Oliveira; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de; ALMEIDA, Regivania Rodrigues de. Geopatrimônio: por quê? Para quê? Para quem?. **PerCursos**, Florianópolis, v. 23, n. 52, p. 332 - 362, 2022.

HERZOG, A.; SALES, A. M.; HILLMER, G. **The UNESCO Araripe Geopark**: A short story of the evolution of life, rocks and continents. Expressão, 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. **Atlas**. Limites municipais / Sedes municipais / rodovias. Fortaleza: IPECE, 2007.

KELLNER, A. W. A. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE: um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. *In*: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Edit.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM - SIGEP, p. 121-130, 2002. (v. 1).

LIMA, Flávia Fernanda de. **Proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico brasileiro**. 2008. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação. Escola de Ciências) - Universidade do Minho. Portugal, 2008.

MOCHIUTTI, Nair Fernanda; GUIMARÃES, Gilson Burigo; MOREIRA, Jasmine Cardozo; LIMA, Flávia Fernanda; FREITAS, Francisco Idalécio de. Os valores da geodiversidade: geossítios do Geopark Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 35, n. 1, p. 173-189, 2012.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. GeoPark Araripe e a geodiversidade do sul do Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**. v. 2, n. 1, p.28-37, 2016.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. Inventário do Patrimônio Geomorfológico: método de seleção, avaliação e classificação de geomorfossítios e sítios geomorfológicos. **Physis Terrae**, v. 6, n. 1, p. 1-23, 2024.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. Patrimônio geomorfológico: quanta geomorfologia cabe nesse conceito? **Revista de Geomorfologia**: William Morris Davis, v. 7, n. 1, p. 63-82, 2026.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins de; BASTOS, Frederico de Holanda; NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite do. A Mineração na Região Metropolitana do Cariri (RMCariri), Ceará: geologia, geomorfologia e geoconservação associadas. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 46, n. 3, p. 1-27, 2024.

NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite do; SILVA, Matheus Lisboa Nobre da; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. Os Serviços Ecossistêmicos em Geossítios do Geopark Araripe (CE), Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, v. 43, n. 4, p. 119-132, 2020.

OLIVEIRA, Paula Cristina Almeida; PEDROSA, António de Sousa; RODRIGUES, Silvio Carlos. Uma abordagem inicial sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e patrimônio geomorfológico. **Ra'e Ga**, v. 29, p.92-114, 2013.

OLIVEIRA, Paula Cristina Almeida; RODRIGUES, Silvio Carlos. Patrimônio Geomorfológico: conceitos e aplicações. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, v. 4, n.1, p. 73-86, 2014.

PANIZZA, Mario; Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, v. 46, 2001.

PANIZZA, Mario; PIACENTE, Sandra. Geomorphosites and geotourism. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.2 n.1, p. 5-9, 2008.

PEREIRA, Paulo. **Patrimônio geomorfológico**: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. PhD thesis, Departamento de Ciências da Terra, universidade do Minho, 2006.

PEREIRA, Rosagleyde da Silva; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. Análise morfodinâmica do Pontal da Santa Cruz, Santana do Cariri, Ceará. **OKARA: Geografia em debate**, v. 19, n. 1, p. 3-27, 2025a.

PEREIRA, Rosagleyde da Silva; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. A Geoeducação como estratégia de geoconservação para o patrimônio geomorfológico do Pontal da Santa Cruz, Santana do Cariri (Ceará). **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 51, p. 227-251, 2025b.

PINÉO, Tercyo Rinaldo Gonçalves; PALHETA, Edney Smith de Moraes. **Projeto mapa geológico e de recurso minerais do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2021.

REYNARD, Emmanuel; PANIZZA, Mario. Geomorphosites: definition, assessment and mapping: An introduction. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, n. 3, p. 177-180, 2005.

REYNARD, Emmanuel; CORATZA, Paola. **Scientific research on geomorphosites**. A review of the activities of the IAG working group on geomorphosites over the last twelve years, 2013.

SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M. Seja bem-vindo ao GEOSSIT. **sgb.gov.br**, 2025?
Disponível em:
https://sgb.gov.br/geossit/?_gl=1*d52wkk*_gcl_au*mta2mjg1nzy0mi4xnzuwntexodu0*_ga*mtazmtyxmzqxmc4xnzuwntexodu1*_ga_hycrrwgxhj*cze3nta1mte4ntukzbekzkekddde3nta1mte4njckajq4jgwwjgg2ntk2ntgyotg. Acesso em: 21 jun. 2025.

SOUSA, Nara Rúbia Ferreira; LINO, Maria Adjayne de Lima; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. Geoturismo no GeoPark Araripe, Ceará: geografia, limitações e potencialidades. **Turismo, Sociedade & Território**, v. 5, n. 1, 2023.

SOUSA, Sinara Gomes de; SILVA, Maria Luísa Gomes da; PEREIRA, Thaís Mara Souza; BARBOSA, Manuella Pontes; LISTO, Fabrizio de Luiz Rosito. Suscetibilidade a escorregamentos e risco de queda de blocos no Geossítio Colina do Horto, Juazeiro do Norte/CE. **Estudos Geográficos (UNESP)**, v. 16, p. 193-212, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO. **International Network of Geoparks**, 2005. Disponível em: <http://www.unesco.org/science/earthsciences/geoparks/geoparks.html> Acesso em: 02 jun. 2024.

VIANA, Maria Somália Sales; NEUMANN, Virgínio Henrique Lopes. Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE: riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. In: SCHOBENHAUS, Carlos; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM - SIGEP, p. 113-120, 2002. (v.1).

VIEIRA, António. O Património Geomorfológico no contexto da valorização da geodiversidade: sua evolução recente, conceitos e aplicações. **Revista Cosmos**, v. 7, n. 1, p. 28-59, 2014.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq ao projeto “Geoconservação do Patrimônio Geomorfológico do território do Geopark Araripe, Ceará: seleção, avaliação e classificação” (2026-2029), através da Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 44/2024 – Universal (processo nº 402013/2025-5), do qual essa publicação resulta.

Agradecemos também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelas concessões da bolsa de mestrado para Rosagleyde Pereira (2023-2025) e para Nara Sousa (2025-2027); e ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado para Adjayne Lino (2024-2026). De forma complementar, a pesquisa também foi apoiada pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Regional do Cariri, com a concessão de bolsas de IC-Funcap para as co-autoras do artigo, entre 2024 e 2026.