

# Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico

---

## Organização:

- Thiara Oliveira Rabelo
  - Luciana Martins Freire
- 





# Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico

---

## **Organização:**

- Thiara Oliveira Rabelo
- Luciana Martins Freire

---

MOSSORÓ- RN, 2026.

# UERN



**Universidade do Estado do Rio Grande do Norte**

**Reitora**

Cicília Raquel Maia Leite

**Vice-Reitor**

Francisco Dantas de Medeiros Neto

**Diretor da Editora Universitária da Uern (Eduern)**

Francisco Fabiano de Freitas Mendes

**Chefe do Setor Executivo da Editora Universitária da Uern (Eduern)**

Jacimária Fonseca de Medeiros

**Chefe do Setor de Editoração da Editora Universitária da Uern (Eduern)**

Lindercy Francisco Tomé de Souza Lins

**Conselho Editorial das Edições UERN**

Andreza Tacyana Félix Carvalho

Francisco Fabiano de Freitas Mendes

Franklin Roberto da Costa

Fernanda Abreu de Oliveira

Gleisson do Carmo Oliveira

Ismênia Gurgel Martins

Jacimária Fonseca de Medeiros

Lindercy Francisco Tomé de Souza Lins

Maria Ione da Silva

Otoniel Fernandes da Silva Júnior

Patrícia Batista Barra

Kalidia Felipe de Lima

Saulo Gomes Batista

Sérgio Luiz Pedrosa Silva

**Capa e Diagramação**

Gabriela Mabel Alves Vieira

**Catálogo da Publicação na Fonte.  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico-Vol. XII [recurso eletrônico]. / Thiara Oliveira Rabelo, Luciana Martins Freire (orgs.). – Mossoró, RN: Edições UERN, 2026.

153 p.

ISBN: 978-85-7621-582-0 (E-book).

Coleção: Geomorfologia do Brasil.

1. Geodiversidade. 2. Conhecimento Geomorfológico. 3. Patrimônio Geomorfológico. I. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. II. Título.

UERN/BC

CDD 551.4

Bibliotecário: Aline Karoline da Silva Araújo CRB 15/ 783

# Sumário:



	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>06</b>
<b>1.</b>	<b>AVALIAÇÃO DE LOCAIS DE INTERESSE HIDROLÓGICO EM PRESIDENTE FIGUEIREDO - AM</b> <small>Maria Cristiane Melo Costa Silva; Armando Brito da Frota Filho; Raimundo Humberto Cavalcante Lima.</small>	<b>08</b>
<b>2.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA/GEOMORFOLÓGICA DO TERRITÓRIO DO PROJETO GEOPARQUE RAÍZES DE PEDRA – RS, BRASIL</b> <small>Aline Vicente Kunst; Carlos Alberto da Fonseca Pire; Francis Schirmann Silvera; Janete Teresinha Reis; Carmen Regina Dorneles Nogueira.</small>	<b>24</b>
<b>3.</b>	<b>OCORRÊNCIA DE BACIAS DE DISSOLUÇÃO NOS INSELBERGS E LAJEDOS DE QUIXADÁ - TERRITÓRIO DO PROJETO GEOPARQUE SERTÃO MONUMENTAL</b> <small>Caroline Vitor Loureiro; Lucas Vitoriano Azevedo.</small>	<b>39</b>
<b>4.</b>	<b>O SUPORTE DA GEODIVERSIDADE PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICO BIÓTICOS EM ÁREAS DE MANGUEZAIS NO MUNICÍPIO DE RAPOSA-MA, BRASIL</b> <small>Thiara Oliveira Rabelo; Nayara Marques Santos; Diógenes Félix da Silva Costa.</small>	<b>53</b>
<b>5.</b>	<b>A GEODIVERSIDADE NA TOPONÍMIA DOS MUNICÍPIOS MARANHENSES</b> <small>Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes.</small>	<b>65</b>



**7. MONITORAMENTO DA MICROTOPOGRAFIA DO SOLO EM GEOTRILHAS NO LITORAL DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA BOCAINA, PARATY (RJ)**

Luana de Almeida Rangel;  
Guilherme Marque de Lima;  
Antônio José Teixeira Guerra.

78

**8. COMPARAÇÃO METODOLÓGICA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE DEGRADAÇÃO DO GEOPATRIMÔNIO NOS GEOSSÍTIOS DE CARNAÚBA DOS DANTAS**

Matheus Dantas Das Chagas;  
Isa Gabriela Delgado De Araújo;  
Fernando Eduardo Borges Da Silva;  
Francisco Hermínio Ramalho De Araújo;  
Diogo Bernardino Santos De Medeiros;  
Mônica Raylla Dantas Magno;  
Jucielho Pedro Da Silva;  
Marcelo Alves De Souza;  
José Thayrone Santos Braga;  
Marco Túlio Mendonça Diniz.

90

**9. GEODIVERSIDADE E FRAGILIDADE AMBIENTAL: UMA CARTOGRAFIA DE SÍNTESE PARA O GEOSSÍTIO MARMITAS DO RIO CARNAÚBAS - GEOPARK SERIDÓ, ACARI, RIO GRANDE DO NORTE - BRASIL**

Milena Pires de Sousa;  
Andreza Viana Fonseca;  
Paulo Jeronimo Lucena de Oliveira.

107

**10. A VARIAÇÃO DE PADRÕES ESPACIAIS DA DIVERSIDADE GEOMORFOLÓGICA QUANDO SÃO GERADOS ÍNDICES EM GRADES DE QUANTIFICAÇÃO DE FORMATOS DISTINTOS**

Polyana Machado Ferreira Almas;  
Julio Manoel França da Silva.

115

**11. VIEWPOINTS COMO GEOSSÍTIOS: AVALIAÇÃO NA SERRA DAS CRUZES E CHAPADÃO DE PIPA, RN**

Isa Gabriela Delgado de Araújo;  
Marco Túlio Mendonça Diniz.

144



## Geomorfologia do Brasil

# Apresentação

A **Coleção Geomorfologia do Brasil**, editada pela Edições Uern - EDUERN, reúne contribuições de pesquisadores e pesquisadoras de diferentes regiões do país que apresentaram seus trabalhos no XV Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO), realizado em Natal (RN), entre os dias 4 e 8 de agosto de 2025.

Composta por 14 volumes temáticos, a coleção expressa a diversidade e a vitalidade da produção científica brasileira em Geomorfologia, contemplando desde abordagens clássicas até perspectivas inovadoras que integram novas tecnologias, análises ambientais e dimensões sociais da paisagem. Cada livro reflete o compromisso coletivo de fortalecer e divulgar o conhecimento geomorfológico produzido no Brasil, promovendo diálogo entre diferentes áreas e instituições.

### ... OS VOLUMES QUE COMPÕEM A COLEÇÃO SÃO:



#### 1. Intemperismo, Solos e Paisagem

organizado por Davi do Vale Lopes (UFRN)



#### 2. Processos e Formas de Vertentes

organizado por Grace Bungenstab Alves (UFBA)



#### 3. Geomorfologia Fluvial e Lacustre

organizado por José Yure Gomes dos Santos (UFRN)  
e Filipe da Silva Peixoto (UERJ)



#### 4. Geomorfologia Costeira, Marinha e Eólica

organizado por Antônio Rodrigues Ximenes Neto (UFRN)



#### 5. Geomorfologia de Áreas Cársticas

organizado por Luiz Eduardo Panisset Travassos (PUC-MG)



#### 6. Geomorfologia Estrutural

organizado por Abner Monteiro Nunes Cordeiro (UFRN)



#### 7. Geomorfologia Ambiental

organizado por Glairton Cardoso Rocha (IFPI)



## 8. Quantificação de Processos, Modelagem e Geocronologia

organizado por Kleber Carvalho Lima (UPE)  
e Everton Vinicius Valezio (UPE)



## 9. Mapeamento Geomorfológico: Básico e Aplicado

organizado por Rosangela Garrido Machado Botelho (IBGE)



## 10. Risco Geomorfológico: Diagnóstico, Prevenção e Previsão

organizado por Maria Carolina Villaça Gomes (UERJ)



## 11. Antropoceno e Geomorfologia Urbana

organizado por Guilherme Borges Fernandez (UFF)  
Miguel Felipe (UFJF)  
e Maria Luíza de Oliveira Terto



## 12. Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico

organizado por Thiara Oliveira Rabelo (UFRN)  
e Luciana Martins Freire (UFPA)



## 13. Geotecnologias e Inteligência Artificial Aplicadas à Geomorfologia

organizado por Paulo Victor do Nascimento Araújo (IFRN)  
e Sílvio Braz de Sousa (UFRN)



## 14. Ensino de Geomorfologia na Educação Formal e Não Formal

organizado por Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque (UFDFPar)  
e José Falcão Sobrinho (UVA)

Mais do que uma coletânea de textos, esta coleção constitui um registro histórico da consolidação da geomorfologia brasileira em múltiplas frentes — teórica, metodológica e aplicada. Esperamos que cada volume inspire novas leituras do relevo, novas formas de pensar a paisagem e novos caminhos de pesquisa comprometidos com a compreensão das dinâmicas da superfície terrestre.

**Desejamos a todos uma excelente leitura!**

*Jacimária Fonseca de Medeiros, Thaís Guimarães,  
e Marco Túlio Mendonça Diniz*

Organizadores da Coleção Geomorfologia do Brasil



# AVALIAÇÃO DE LOCAIS DE INTERESSE HIDROLÓGICO EM PRESIDENTE FIGUEIREDO - AM

Maria Cristiane Melo Costa Silva <sup>1</sup>  
Armando Brito da Frota Filho <sup>2</sup>  
Raimundo Humberto Cavalcante Lima <sup>3</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Cachoeiras, Corredeiras, Grutas, Hidrossítio, Unidades de Conservação.

## RESUMO

Os estudos sobre geodiversidade tem evoluído nos últimos anos tanto em âmbito nacional quanto internacional. Contudo, na Amazônia, essas pesquisas são incipientes quando comparados aos volumes relativos à biodiversidade, com uma lacuna particularmente significativa no que tange à valorização do patrimônio hidrológico. Este capítulo visa preencher parte dessa lacuna ao apresentar os resultados de uma pesquisa que analisou e classificou os Locais de Interesse Hidrológico (LIH's) no município de Presidente Figueiredo (AM), conhecido como “terra das cachoeiras”. A metodologia baseou-se no levantamento bibliográfico e etapas de campo para inventariar e caracterizar 14 LIH's representativos, a partir de uma ficha de inventário adaptada, que estabelece pontuações para conferir o status de hidrossítio, com base em metodologia consolidada. Os resultados demonstram que cinco locais foram reconhecidos como hidrossítios (pontuação  $\geq 75\%$ ): Caverna do Maroaga (84,37%), Gruta da Judeia (84,37%), Gruta do Raio (81,25%), Corredeira do Mutum (79,37%) e Cachoeira Natal (78,75%). Os demais locais, tem potencial para serem hidrossítios, pois obtiveram notas de 74,37%. A inserção em Unidades de Conservação, que legalmente favorecem práticas de (geo)conservação e a relevância sociocultural foram fatores determinantes para a alta pontuação. Conclui-se que os hidrossítios de Presidente Figueiredo possuem notável valor científico, educacional e geoturístico, permitindo a integração de conteúdos de geociências, a discussão sobre geoconservação e a dinamização de um turismo sustentável, reforçando a candidatura do Geoparque Cachoeiras do Amazonas.

**1** Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, [mariacristiane@yahoo.com.br](mailto:mariacristiane@yahoo.com.br)

**2** Professor de Geografia da SEMED-Manaus e professor colaborador do PPG-Geociências da UFAM, Doutor pelo PPG- Geografia da UFRJ, [armandofrota.filho@gmail.com](mailto:armandofrota.filho@gmail.com)

**3** Professor Associado IV, Departamento de Geociências (ICE/UFAM). Programa de Pós Graduação em Geociências (PPGGEO), [humbertoclima@ufam.edu.br](mailto:humbertoclima@ufam.edu.br)



## INTRODUÇÃO

A geodiversidade expressa a variedade de elementos abióticos presentes na Terra, incluindo formações geológicas, relevo, solos, recursos hídricos e seus respectivos processos (Brilha, 2005; 2016). Nas últimas décadas, as pesquisas voltadas aos aspectos geológicos e geomorfológicos avançaram significativamente, tanto no Brasil quanto em outros países, o que contribuiu para ampliar o debate sobre o papel da geodiversidade na manutenção da vida, no ordenamento do território e em prática (geo) conservacionistas.

Apesar desses avanços, as feições relacionadas à água, como rios, cachoeiras, lagos e nascentes, ainda são pouco exploradas sob o ponto de vista da geodiversidade. Mesmo com sua presença marcante na paisagem e seu valor ecológico, cultural, científico, espiritual e estético, esses elementos vêm sendo tratados de forma secundária nas discussões sobre o patrimônio natural. O reconhecimento do potencial dessas feições enquanto bens geocientíficos ainda é incipiente, o que dificulta sua inclusão em ações mais estruturadas de proteção e (geo)valorização.

Essa lacuna se torna ainda mais evidente quando se observa a região amazônica. A atenção científica dada à biodiversidade é notável, e com razão, mas ela acabou ofuscando outros aspectos igualmente importantes, como a geodiversidade. No contexto amazônico, os rios são elementos fundamentais para o deslocamento de pessoas, o acesso a recursos naturais e a manutenção de modos de vida tradicionais, neste último caso Fraxe (2000) explica que os ribeirinhos “estão perfeitamente equilibrados e harmônicos no ecossistema amazônico (aquático e terrestre)”, uma vez que apreenderam a viver e conviver com os ciclos de cheia e vazante do rio. Outro exemplo está em “A água e o Homem na Várzea do Careiro” de Hilgard Sternberg (2000), o qual escreveu do ponto de vista geomorfológico como essa população tradicional se adequou à dinâmica fluvial do rio Amazonas. No entanto, apesar dessa centralidade ecológica e sociocultural, esses corpos d’água ainda recebem pouco destaque no âmbito das pesquisas sobre geodiversidade. Valorizar os rios como parte do patrimônio natural da Amazônia é reconhecer sua relevância além do funcional, como expressão da diversidade física e simbólica do território.

Dentro desse campo, o patrimônio hidrológico permanece como um tema pouco investigado, mesmo sendo parte fundamental da dinâmica ambiental da região. Trazer os recursos hídricos amazônicos para o centro do debate sobre geodiversidade, geoconservação e geoturismo é uma forma de romper com visões fragmentadas e ampliar o entendimento sobre o patrimônio natural biológico.



No caso do município de Presidente Figueiredo, localizado ao norte do Amazonas, a presença de mais de 150 cachoeiras, somadas a grutas, cavernas e rios subterrâneos, torna o território especialmente relevante para esse tipo de análise, pois a paisagem possui não apenas beleza singular natural (Loureiro e Guerra, 2022), como também uma profunda importância para as múltiplas dinâmicas históricas e socioculturais, da biodiversidade e geodiversidade no estado do Amazonas. Isso nos traz aqui a discussão que em um geopatrimônio com seu potencial geoturístico e valorização de suas paisagens, necessário que haja também uma abordagem que reconheça os elementos hídricos como componentes de identidade própria dentro da geodiversidade, algo de extrema relevância no contexto amazônico, local da maior bacia hidrográfica do planeta. Azevedo e Rodrigues (2015) argumentam que essa característica é fundamental para que os corpos hídricos não sejam tratados como meros complementos ao patrimônio geológico e geomorfológico, mas como parte autônoma do que deve ser compreendido como patrimônio hidrológico. Evangelista e Travassos (2019) reforçam essa visão ao indicarem que os patrimônios geológico, geomorfológico e hidrológico são vertentes específicas, com articulação dentro de um campo maior, o do geopatrimônio. Assim, Bento *et al.* (2017), conceitua geopatrimônio como algo abrangente, que inclui todos os elementos abióticos da natureza, sejam emersos ou submersos, desde que possuam algum tipo de valor, incluindo os respectivos geossítios, geomorfossítios, pedossítios e hidrossítios.

Para tanto, o objetivo deste trabalho é analisar e classificar os chamados Locais de Interesse Hidrológico (LIH's) no município de Presidente Figueiredo. A intenção é compreender como essas paisagens podem ser valorizadas enquanto bens naturais que integram a geodiversidade amazônica, contribuindo não apenas para a (geo)conservação, mas também para a educação ambiental crítica e o fortalecimento de práticas geoturísticas no município. Assim, considerando aspectos turísticos, científicos e educativos, os resultados podem contribuir para a discussão acerca de iniciativas de geoconservação e geoturismo.

## **METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico abrangente, envolvendo monografias, dissertações, teses e artigos científicos, tanto nacionais quanto internacionais, com ênfase em estudos sobre geopatrimônio, geodiversidade, geoconservação e geoturismo. Além disso, foram consultados documentos técnicos, relatórios institucionais e informes ambientais que tratam das condições naturais do município de Presidente Figueiredo, incluindo aspectos geológicos, geomorfológicos, hidro-sedimentológicos, climáticos,



vegetacionais e de uso da terra. Também foram considerados registros sobre práticas de manejo adotadas por instituições públicas e privadas nas esferas municipal, estadual e federal.

Na etapa seguinte, foi feita a integração das informações obtidas com os dados levantados em trabalho de campo. As visitas permitiram observar diretamente as características fisiográficas dos LIH's, seus modos de uso, como o transporte fluvial de pessoas e cargas, e seu estado atual de conservação, incluindo sinais de poluição e intervenções antrópicas. Essa etapa foi fundamental para validar as informações documentais e compreender o contexto de uso e degradação de cada área.

Foi adaptada a metodologia para classificação de hidrossítios proposta por Foletto e Costa (2021), descrito no quadro 1, que é descrita pelos autores como uma sequência na qual o critério principal é o valor ecológico (essencial), porque tem em conta a especificidade da qualidade e dinâmica hídrica, essenciais para a atribuição de valor patrimonial. Complementado com critérios de avaliação (geral): estético e sociocultural, também propostos para avaliação de geomorfossítios, mais valor (complementar) demonstrando importância: científico devido a importância para estudos; pelas políticas públicas e administrativas e; no que tange à geomorfologia fluvial, apresentam-se a seguir os critérios, indicadores e classes propostos para a avaliação e classificação dos hidrossítios.



**QUADRO 1** - Critérios e indicadores com os respectivos índices percentuais para avaliação de Locais de Interesse Hidrológico de Presidente Figueiredo, Amazonas.

CRITÉRIO ECOLÓGICO – INDICADORES	CLASSES V (%)	VALOR 65%		
		NOTA	V(%)	
<b>QUALIDADE (40%)</b>	RESÍDUOS SÓLIDOS NO CANAL (4%)	Muito ruim	0	0
		Ruim	1	1
		Razoável	2	2
		Bom	3	3
		Excelente	4	4
	COR (4%)	Muito ruim	0	0
		Ruim	1	1
		Razoável	2	2
		Bom	3	3
		Excelente	4	4
	ODOR (4%)	Muito ruim	0	0
		Ruim	1	1
		Razoável	2	2
		Bom	3	3
		Excelente	4	4
	ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA (10%)	Alto acúmulo	0	0
		Muito acúmulo	1	2,50
		Médio	2	5
		Pouco acúmulo	3	7,50
		Sem acúmulo	4	10
	BIODIVERSIDADE AQUÁTICA (10%)	Sem vida	0	0
		Poucas espécies	1	2,50
		Diversas espécies	2	5
		Muitas espécies	3	7,50
		Abundância espécies	4	10
	COBERTURA DE MARGENS (8%)	Sem vegetação	0	0
		Forte alteração	1	2
		Fragmentada	2	4
Leve alteração		3	6	
Natural		4	8	



<b>CONDIÇÃO HIDROMORFOLÓGICA (25%)</b>	TIPOLOGIA (2,5%)	Barragem	0	0
		Enrocamento	1	0,625
		Soleira/lajeado	2	1,25
		Pequeno controle	3	1,875
		Sem obstáculo	4	2,5
	TRANSPONIBILIDADE E ESCOAMENTO (7,5%)	Albufeira/lago	0	0
		Regolfo/barramento	1	1,875
		Com queda d'água	2	3,75
		Sem queda d'água	3	5,625
		Sem interferência	4	7,5
	BALANÇO EROÇÃO/ DEPOSIÇÃO (7,5%)	Alterado	0	0
		Forte desequilíbrio	1	1,875
		Desequilibrado	2	3,75
		Leve alteração	3	5,625
		Equilibrado	4	7,5
	FORMA (7,5%)	Sem expressão	0	0
		Pouco perceptível	1	1,875
		Expressiva	2	3,75
		Muito expressiva	3	5,625
		Dominante	4	7,5
<b>Total do critério ecológico</b>				

<b>CRITÉRIO ESTÉTICO – INDICADORES</b>				<b>10%</b>
<b>QUALIDADE VISUAL (10%)</b>	CANAL (5%)	Totalmente alterado	0	0
		Grande alteração	1	1,25
		Alterado	2	2,5
		Ligeiramente alterado	3	3,75
		Natural	4	5
	COBERTURA TERRA (5%)	Degradada	0	0
		Desqualificada	1	1,25
		Leve alteração urbana	2	2,5
		Leve alteração rural	3	3,75
		Natural	4	5
<b>Total do critério estético</b>				



CRITÉRIO COMPLEMENTAR – INDICADORES				10%
<b>CIENTÍFICO (2,5%)</b>	IMPORTÂNCIA CIENTÍFICA (2,5%)	Nenhuma	0	0
		Pouca	1	0,625
		Média	2	1,25
		Alta	3	1,875
		Elevada	4	2,5
<b>GESTÃO (5%)</b>	NORMAS PARA A CONSERVAÇÃO (5%)	Nenhuma	0	0
		Para outros fins	1	1,25
		Para o entorno	2	2,5
		Para a sub-bacia	3	3,75
		Específica para água	4	5
<b>GEOLÓGICO GEOMORFOLÓGICO (2,5%)</b>	PROCESSOS ESTRUTURAIS ESCULTURAIS (2,5%)	Nada representativo	0	0
		Pouco representativo	1	0,625
		Relativamente	2	1,25
		Representativo	3	1,875
		Muito representativo	4	2,5
<b>Total do critério complementar</b>				
<b>TOTAL</b>				

**FONTE:** Adaptado de Foletto e Costa (2021).

O potencial geoturístico dos LIH 's foi baseado em estudos desenvolvidos por Manosso (2012), buscando apresentar aspectos relacionados às potencialidades e limitações, além de seus principais valores singulares do ponto de vista científico, educativo, cultural, artístico e turístico (Quadro 2).

**QUADRO 2 -** Avaliação das potencialidades e limitações para o uso turístico

ASPECTOS DA GEODIVERSIDADE	OBSERVAÇÕES
Conteúdo	Geológico; Geomorfológico; Paleontológico; Hidrológico; Pedológico.
Valores	Turístico; Educativo; Científico; Cultural; Cênico.
Uso Atual	Tipo de uso econômico que o local apresenta no momento.
Uso Potencial	Tipo de eventual uso que suas características podem propiciar ou potencializar.
Limitações	Fatores limitantes para o seu uso turístico devido às características do geossítio.
Estado de Conservação	Condições estéticas, físicas e se o estado atual de conservação ainda permite a visualização do seu tipo de conteúdo.
Possíveis impactos negativos com a visitação	Alterações negativas que possam ocorrer com o uso turístico do local e que danifiquem o seu valor, qualidade estética, ambiental ou o conteúdo.
Propostas	Medidas mínimas necessárias para efetivar algum tipo de uso no local conforme seus diferentes valores.

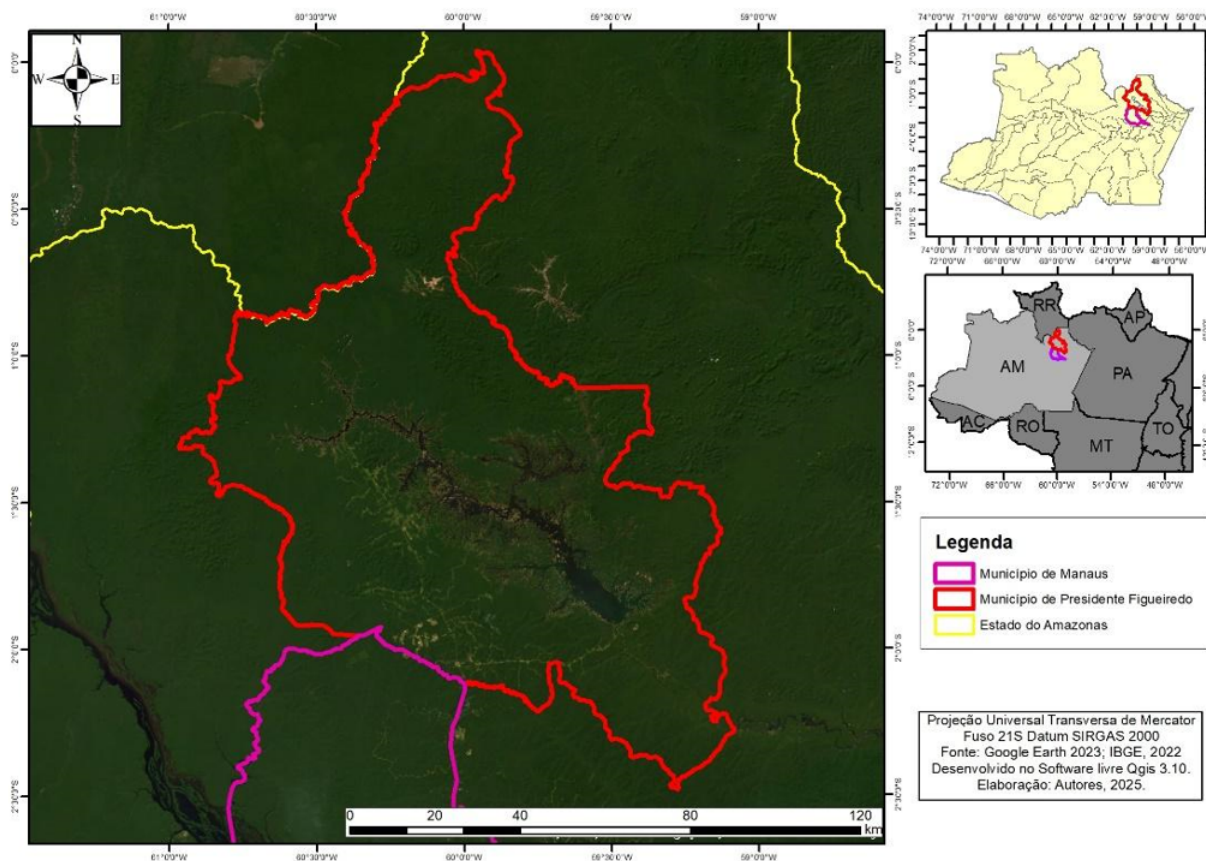
**FONTE:** Adaptado de Manosso (2012).



## ÁREA DE ESTUDO

Presidente Figueiredo é um município amazonense com área de 25.422,235 Km<sup>2</sup>, faz parte da Região Metropolitana de Manaus, está estrategicamente interligado ao sul com Manaus e ao norte com o estado de Roraima, situa-se no Km 107 da BR 174 (Figura 1). O acesso ocorre pela estrada que une Manaus e Boa Vista, capital de Roraima.

**FIGURA 1-** Mapa de localização da área de estudo – município de Presidente Figueiredo.



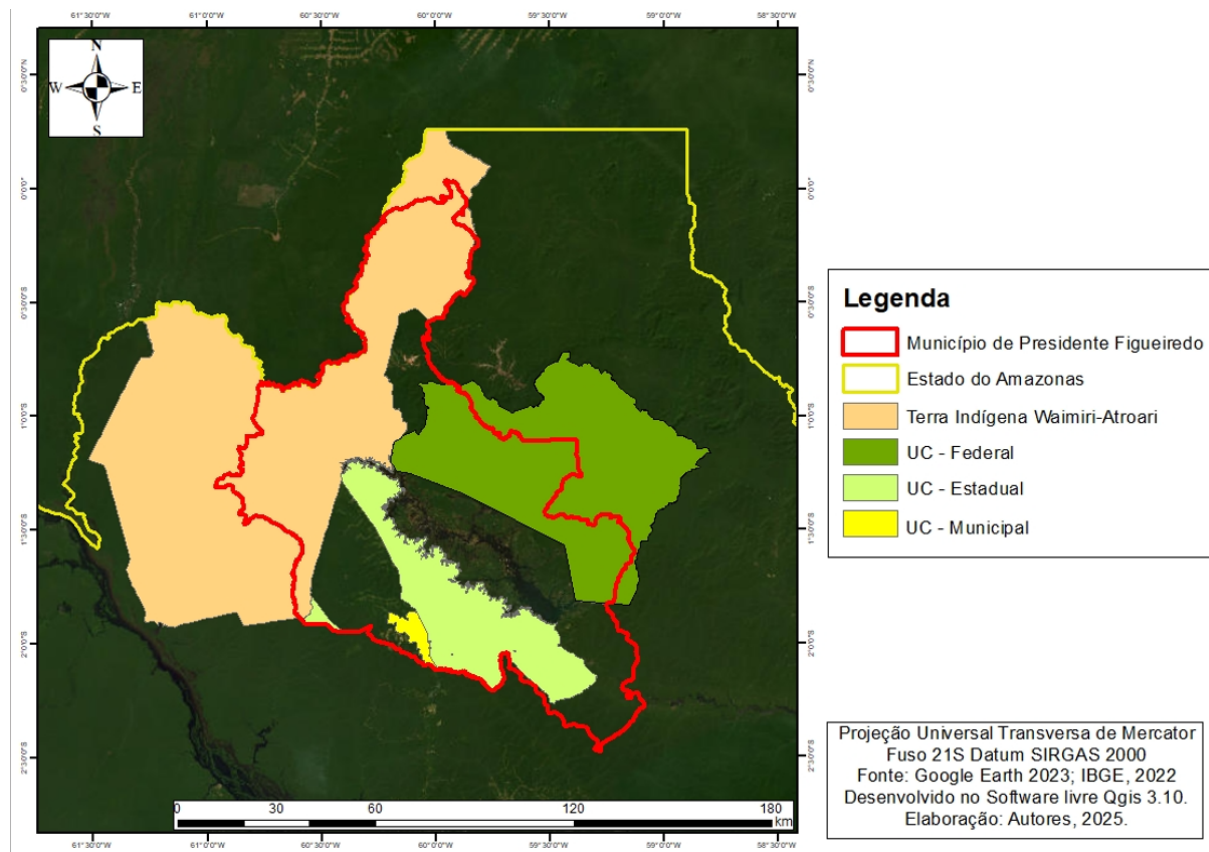
**FONTE:** Os autores, 2025.

O município de Presidente Figueiredo abriga diversas áreas de proteção ambiental que reforçam seu valor ecológico e turístico (Figura 2). Entre elas, destaca-se a Área de Proteção Ambiental (APA) Urubuí, criada pela Lei n.º 328/97, com 36.600 hectares, além da Reserva Biológica do Uatumã, sob gestão do IBAMA, que possui 562.696 hectares. Soma-se a essas a Área Indígena Waimiri-Atroari, coordenada pela FUNAI, com aproximadamente 805.767 hectares, e a APA da Caverna do Maroaga, vinculada ao IPAAM. O município também conta com áreas turísticas localizadas em propriedades privadas, incluindo Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), como a Cachoeira da Onça, a Fazenda Betel, a Reserva Quatro Elementos



e o Santuário Ecológico. Esse conjunto de unidades e áreas protegidas consolida o município como um dos principais polos de turismo ecológico e de aventura do estado do Amazonas.

**FIGURA 2-** Mapa de Unidades de Conservação (UC's) no município de Presidente Figueiredo



**FONTE:** Os autores, 2025.

O município de Presidente Figueiredo pode ser dividido em dois domínios geológicos distintos. O primeiro, composto por rochas Proterozóicas, predominantemente ígneas e metamórficas que integram a porção sul do Escudo das Guianas, correspondendo à porção setentrional do Cráton Amazônico, situado a norte da Bacia do Amazonas. O segundo, por rochas Fanerozóicas depositadas na própria bacia sedimentar intracratônica do Amazonas (Santos, et al., 2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao considerar os elementos que compõem a geodiversidade, as feições hidrológicas e o patrimônio hidrológico, no contexto do geopatrimônio, incluem-se a diversidade e a abundância natural presentes na superfície terrestre. Esses elementos abrangem aspectos como estruturas geológicas, formas de relevo, solos e recursos hídricos superficiais, além de sistemas formados tanto por processos naturais quanto por intervenções humanas que resultam da interação entre essas estruturas.



Rodrigues (2019) chama atenção para o fato de que, apesar da existência de numerosos elementos hidrológicos de caráter abiótico que enriquecem a geodiversidade do planeta, ainda são escassos os estudos que tratam especificamente do patrimônio hidrológico. Diante disso, a partir da inclusão dos principais componentes que integram o patrimônio hidrológico ao modelo conceitual da geodiversidade e do geopatrimônio (Figura 3), propõe-se a adaptação do esquema apresentado na Figura 4.

**FIGURA 3** - Esquema conceitual da geodiversidade e do geopatrimônio, e integração do patrimônio hidrológico



**FONTE:** Organizado a partir de Rodrigues e Freire (2010), e adaptado de Rodrigues (2019)

Ao considerar a proposta de Foletto e Costa (2021), a classificação de um LIH como hidrossítio depende da soma de seus valores atribuídos, considerando os parâmetros a seguir:

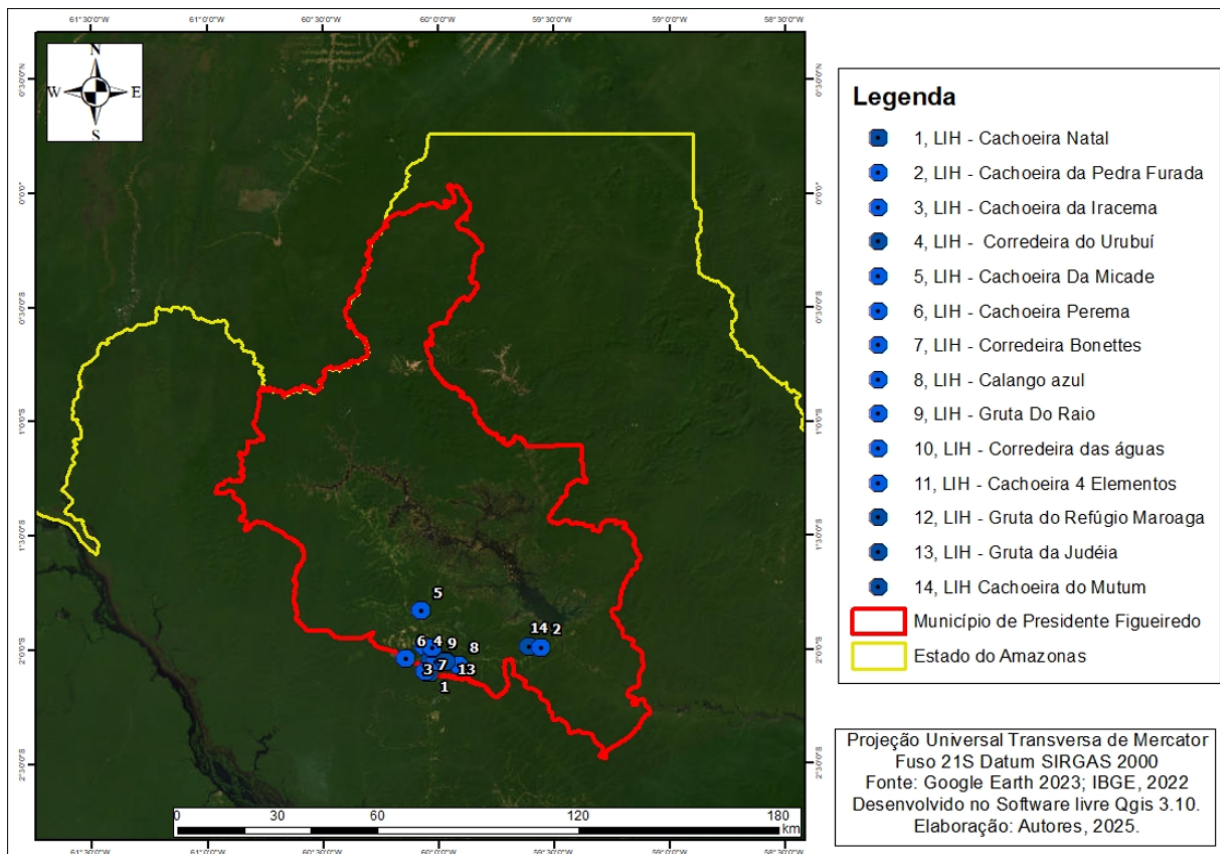
- 0-49,99% do valor total, ele não deve ser designado como hidrossítio;
- 50-74,99% do valor total, ele tem potencial para hidrossítio e, para isso, devem-se encaminhar aos órgãos de gestão os indicadores a serem melhorados para a obtenção futura do *status* patrimonial;
- acima de 75% do valor total, receberá o *status* de hidrossítio.

Assim, com base no inventário, apenas cinco LIH's obtiveram o status de hidrossítio:

- Caverna do Maroaga e a Gruta da Judeia, ambas com 84,375%;
- Gruta do Raio, com 81,25%;
- Corredeira do Mutum, com 79,375%; e,
- Cachoeira Natal, com 78,75% (Figura 4 e Tabela 1).



FIGURA 4 - Mapa de localização dos LIH's de Presidente Figueiredo.



**FONTE:** Os autores, 2025.

É importante salientar que a escolha dos LIH's é fortemente condicionada pelo processo de intervenção humana. Das mais de 150 cachoeiras já cadastradas em diferentes estudos sobre a área, apenas cerca de 80 possuem acesso por pistas, rodovias ou estradas vicinais. Essa limitação de acessibilidade tende a enviesar de forma significativa grande parte das pesquisas realizadas no território. Assim, os LIH's mais analisados acabam por se concentrar justamente nas margens das vias de acesso e ficam visualmente aglomerados no mapa.



**TABELA 1** - Dados da avaliação dos LIH's de Presidente Figueiredo, Amazonas.

	LIH's	TOTAL DO CRITÉRIO ECOLÓGICO	TOTAL DO CRITÉRIO ESTÉTICO	TOTAL DO CRITÉRIO SOCIOCULTURAL	TOTAL DO CRITÉRIO COMPLEMENTAR	TOTAL
1	Cachoeira Natal	53,75	10,00	9,37	5,62	78,75
2	Cachoeira da Pedra Furada	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
3	Cachoeira de Iracema	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
4	Corredeira do Urubuí	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
5	Cachoeira da Micade	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
6	Cachoeira Perema	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
7	Corredeira Bonettes	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
8	Corredeira Calango azul	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
9	Gruta do Raio	57,50	8,75	9,37	5,62	81,25
10	Corredeira das Águas	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
11	Cachoeira 4 Elementos	53,75	8,75	7,50	4,37	74,37
12	Gruta da Judeia	51,25	10,00	15,00	8,12	84,37
13	Caverna do Maroaga	51,25	10,00	15,00	8,12	84,37
14	Corredeira do Mutum	53,75	10,00	7,50	8,12	79,37

**FONTE:** Os autores, 2025.

Os dois primeiros locais (Caverna do Maroaga e Gruta da Judeia) apresentaram maior destaque nos critérios socioculturais em função do contexto histórico associado à sua nomeação e localização. A Caverna do Maroaga remete ao chefe e guerreiro indígena Maroaga, do povo Waimiri-Atroari, que utilizou o espaço como refúgio durante a década de 1970, quando os militares planejavam abrir uma estrada na região. A Gruta da Judeia, por sua vez, integra o mesmo complexo espeleológico e está situada nas proximidades da Caverna do Maroaga, razão pela qual também recebeu elevada pontuação no critério sociocultural. (Munhoz, 2010).

O critério complementar referente às normas de conservação também apresentou relevância, uma vez que os quatro primeiros locais avaliados estão inseridos em Unidades de Conservação. A Caverna do Maroaga, a Gruta da Judeia e a Corredeira do Mutum



encontram-se na APA Caverna do Maroaga, enquanto a Gruta do Raio está localizada no Parque Municipal Galo da Serra. Essa condição garante respaldo legal que favorece a adoção de práticas voltadas à (geo)conservação.

A Cachoeira Natal, embora não esteja inserida em Unidade de Conservação, adota algumas práticas conservacionistas promovidas pelos administradores locais. Um exemplo é o registro de fósseis de trilobitas em suas margens (Figura 5). Além disso, Cavalcante (2025) relata a ocorrência de *Skolithos* e outros icnofósseis nesse hidrossítio.

**FIGURA 5** - A - Cachoeira Natal. B - Aspecto das camadas bioturbadas nos arenitos da Formação Nhamundá às margens da cachoeira.



**FONTE:** Os autores, 2025.

No critério estético, os LIH's Caverna do Maroaga, Gruta da Judeia, Corredeira do Mutum e Cachoeira Natal obtiveram nota máxima. Esse desempenho está relacionado às práticas de geoconservação, que protegem tanto os canais quanto a cobertura do solo, garantindo a integridade visual e ecológica, além do uso ordenado dessas paisagens. Os demais LIH's alcançaram 74,37%, classificando-se como áreas com potencial para futura designação como hidrossítios. Essa pontuação uniforme decorre de características semelhantes, tanto no contexto geológico-geomorfológico quanto no uso social, evidenciando que o município apresenta condições favoráveis à consolidação de novos hidrossítios. Entretanto, há necessidade de investimentos adicionais em pesquisas e na implementação de práticas conservacionistas nessas áreas.

Quanto ao potencial geoturístico, os locais avaliados reúnem atributos que podem ser amplamente trabalhados no ensino de geociências. Eles permitem abordar fenômenos geológico-geomorfológicos, processos hidrológicos, dinâmicas socioespaciais e biodiversidade, tanto para estudantes da Educação Básica e do Ensino Superior quanto para os visitantes em geral. Isso reforça a vocação do município de Presidente Figueiredo para o geoturismo e para ações de educação ambiental ancoradas na geodiversidade. Tais características fortalecem a vocação do município como um importante polo de geoturismo na Amazônia.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, reconhecer os LIH's como parte do patrimônio hidrológico é fundamental para a valorização das paisagens amazônicas e para a construção de estratégias de conservação que considerem as especificidades dos territórios. No município de Presidente Figueiredo, essa valorização se justifica tanto pela diversidade de feições naturais, como cachoeiras, grutas e rios subterrâneos, quanto pela força simbólica e cultural desses espaços. No entanto, para que essa riqueza se traduza em ações concretas de (geo)conservação, é preciso produzir conhecimento, difundi-lo e articulá-lo com práticas educativas, geoturísticas e políticas públicas comprometidas com o cuidado do patrimônio natural.

A aplicação do inventário de LIH's permitiu classificar cinco locais com status de hidrossítio, por atingirem mais de 75% da pontuação total: Caverna do Maroaga e Gruta da Judeia (ambas com 84,37%), Gruta do Raio (81,25%), Corredeira do Mutum (79,37%) e Cachoeira Natal (78,75%). Esses resultados não apenas indicam o valor técnico-científico dessas áreas, mas também revelam potencial de uso geoturístico e educativo, principalmente por estarem inseridas em contextos de Unidades de Conservação ou por apresentarem práticas locais de conservação, como é o caso da Cachoeira Natal, que abriga fósseis de trilobitas. Outros nove LIH'S analisados apresentaram pontuação de 74,37%, revelando características próximas ao critério de hidrossítio, o que sinaliza a necessidade de ações que reforcem sua proteção e gestão.

A geoconservação, nesse cenário, emerge como um campo que permite compreender e proteger as relações entre os elementos abióticos da natureza e os modos de vida locais. Isso significa reconhecer que geossítios, geomorfossítios, pedossítios e hidrossítios são mais do que estruturas físicas, são paisagens que condensam processos naturais, experiências humanas e formas diversas de uso e apropriação. Essa compreensão exige, portanto, uma abordagem que vá além da técnica, articulando ciência, educação e políticas de preservação ambiental.

Apesar da visibilidade turística do município de Presidente Figueiredo, muitos desses locais ainda permanecem fora dos instrumentos legais de proteção. Mesmo aqueles inseridos em Unidades de Conservação enfrentam desafios significativos relacionados à manutenção, fiscalização e ao uso consciente. Nesse contexto, o levantamento realizado neste estudo assume um papel estratégico, ao identificar áreas prioritárias para ações de conservação, educação geográfica e desenvolvimento sustentável, sobretudo no âmbito da proposta do Geoparque Cachoeiras do Amazonas.

Dessa forma, o estudo avança ao integrar o levantamento técnico dos LIH's com uma reflexão mais ampla sobre o papel da geodiversidade na Amazônia. Ao



reconhecer esses espaços como paisagens educativas, científicas e afetivas, reforça-se a importância de políticas públicas voltadas à valorização do geopatrimônio e à promoção do geoturismo em escalas local e regional. Sob essa perspectiva, os hidrossítios deixam de ser apenas objetos de contemplação e passam a ser compreendidos como espaços vivos, onde natureza, história e sociedade se entrelaçam.

### *Agradecimentos:*

**O** presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – Código de Financiamento 001, com bolsa de mestrado para a primeira autora, bolsa de pós-doutorado pelo Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) para o segundo autor, e ao Cnpq pela disponibilidade de apoio dos trabalhos de campo.



## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, I. S.; RODRIGUES, M. L. **Nascentes cársticas do Maciço Calcário Estremenho: inventariação, classificação e avaliação.** *Geonovas*, Lisboa, v. 28, p. 207–220, 2015.
- BENTO, L. C. M. et al. **Metodologias de avaliação do patrimônio geomorfológico com vistas ao seu aproveitamento geoturístico: um estudo aplicado às quedas d'água do município de Indianópolis (Minas Gerais – Brasil).** *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 657–670, jul./set. 2017. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1176>. Acesso em: 26 jul. 2025.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica.** Braga: Palimage, 2005. 190 p.
- BRILHA, J. **Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review.** *Geoheritage*, v. 8, n. 2, p. 119–134, 2016.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação.** *Anuário do Instituto de Geociências*, UFRJ, v. 35, n. 1, p. 69–78, 2012.
- CAVALCANTE, Vivian Larissa Gonçalves. **Mapa de índice da geodiversidade do município de Presidente Figueiredo.** 2025. 83 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2025
- EVANGELISTA, P. V. K.; TRAVASSOS, L. E. P. **Geografia, paisagem, literatura e geopatrimônio nas obras de Guimarães Rosa.** *Ateliê Geográfico*, v. 13, n. 3, p. 112–137, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ag.v13i3.58416>. Acesso em: 26 jul. 2025.
- FOLETO, E. M.; COSTA, F. S. **Metodologia para classificação de hidrossítios: rio Selho, no Concelho de Guimarães, distrito de Braga, Portugal.** *Geosp – Espaço e Tempo*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 1–24, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2021.172586>. Acesso em: 26 jul. 2025.
- FRAXE, T. J. P. **Homens anfíbios: etnografia de um campesinato das águas.** São Paulo: Annablume, 2000. 192 p.
- LOUREIRO, H. A. S.; GUERRA, A. J. T. **Grandes temas e conceitos da paisagem geomorfológica à luz do século XXI.** In: GUERRA, A. J. T.; LOUREIRO, H. A. S. (org.). *Paisagens da Geomorfologia: temas e conceitos do século XXI.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022. p. 11–51.
- MANOSSO, F. C. **Potencialidades da paisagem na região da Serra do Cadeado-PR: abordagem metodológica das relações entre a estrutura geocológica, a geodiversidade e o geoturismo.** 2012. 183 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.
- MUNHOZ, A. N. R. **Ecoturismo, políticas públicas e planejamento participativo e comunitário no município de Presidente Figueiredo, no estado do Amazonas.** 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.
- OLIVEIRA, C. K. R.; CASTRO, P. T. A.; RUCHKYS, U. A. **Avaliação integrada de sistemas fluviais: subsídio para identificação de valores patrimoniais.** In: CARVALHO JÚNIOR, O. A. et al. (org.). *Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira.* v. 1. 2022. p. 530–563.
- RODRIGUES, M. L. **Importância do patrimônio hidrológico para o geopatrimônio e o geoturismo.** In: RAMOS, A. P. et al. (org.). *Água e território: um tributo a Catarina Ramos.* Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, 2019.
- SANTOS, A. C. dos et al. **O turismo espeleológico na Amazônia como garantia do desenvolvimento sustentável: uma análise das cavernas areníticas do município de Presidente Figueiredo.** *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 41, n. 3, p. 260–269, 2018. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br>. Acesso em: 26 jul. 2025.
- SILVA, H. V. M.; AQUINO, C. M. S.; AQUINO, R. P. **Geoturismo como estratégia de geoconservação para a Cachoeira da Pedra Negra, Sigefredo Pacheco, Piauí, Brasil.** *Geografia: Ensino & Pesquisa*, v. 26, e10, 2022.
- STERNBERG, H. R. **A água e o homem na várzea do Careiro.** 2. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2000. 330 p. v. 2.



# CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA/ GEOMORFOLÓGICA DO TERRITÓRIO DO PROJETO GEOPARQUE RAÍZES DE PEDRA – RS, BRASIL

Aline Vicente Kunst<sup>1</sup>

Carlos Alberto da Fonseca Pires<sup>2</sup>

Francis Schirrmann Silvera<sup>3</sup>

Janete Teresinha Reis<sup>4</sup>

Carmen Regina Dorneles Nogueira<sup>5</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoconservação; Geossítios; Projeto Geoparque Raízes de Pedra; Paisagem.

## RESUMO

O território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra abrange oito municípios: Jaguari, Mata, Nova Esperança do Sul, Santiago, São Francisco de Assis, São Pedro do Sul, São Vicente do Sul e Toropi. Sua geomorfologia é influenciada pela sucessão de eventos geológicos que moldaram o relevo ao longo do tempo. Localizado na porção centro-oeste do Rio Grande do Sul, constitui-se como uma região de transição entre a Depressão Central, o rebordo do Planalto Meridional e a *Cuesta* do Haedo, junto à escarpa do Planalto Meridional. O território está na transição entre dois importantes biomas brasileiros: Mata Atlântica e Pampa, com grande biodiversidade, envolvendo vegetação florestal e de campos e suas interfaces. Trata-se de uma paisagem singular, composta de escarpas basálticas, vales e morros testemunhos. Além de grande beleza cênica criada pelas formações geomorfológicas, elementos de fauna e flora endêmicas, ainda se destacam os aspectos da geologia, geomorfologia, hidrogeologia e paleontologia nas suas unidades lito-estratigráficas. Com a realização de revisões bibliográficas e trabalhos de campo, observaram-se feições variadas como: areais, afloramentos fossilíferos, mirantes, morros testemunhos, planícies fluviais, balneários, cascatas, grutas e escarpas alagadas, sendo agrupadas em cinco categorias de geossítios: i) paisagísticos, ii) geomorfológicos, iii) hidrogeomorfológicos, iv) paleontológicos, v) litoestratigráficos. O relevo da área é predominantemente ondulado, com a presença de morros testemunhos e escarpas associadas às unidades sedimentares da Bacia do Paraná. Também são observados vales encaixados e áreas de topo suavemente convexos, decorrentes da ação erosiva dos processos fluviais e intempéricos que dissecaram o terreno. Além das feições erosivas, a região também se destaca pela ocorrência de formas geomorfológicas peculiares, como as paleodunas

**1**

**2** Geólogo do Projeto Geoparque Raízes de Pedra, Doutor em Engenharia de Minas Materiais e Metalurgia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, [geologocarlospires@gmail.com](mailto:geologocarlospires@gmail.com)

**3** Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, [fran.schirrmann@gmail.com](mailto:fran.schirrmann@gmail.com)

**4** Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, [reisjanete@gmail.com](mailto:reisjanete@gmail.com)

**5** Docente da Universidade Federal do Pampa – Unipampa, [carmennogueira@unipampa.edu.br](mailto:carmennogueira@unipampa.edu.br)



e os registros de troncos fossilizados na região entre São Pedro do Sul e Mata. Esses elementos indicam variações paleoambientais significativas, sugerindo que em períodos passados o clima e as condições deposicionais eram diferentes das atuais. Tais registros são de grande importância científica, pois permitem reconstruções paleoambientais detalhadas e contribuem para a compreensão da evolução da paisagem sul-brasileira ao longo do tempo geológico. A geologia da região é marcada pela presença de formações sedimentares do Triássico, associadas à Bacia do Paraná, com destaque para os afloramentos de sequências sedimentares, que fornecem subsídios para o entendimento da evolução paleogeográfica da região sudoeste do Gondwana. A rede de drenagem é influenciada por estruturas geológicas, como o Sistema de Falhas Jaguari-Mata, que atua como limite entre compartimentos hidroestratigráficos, afetando a distribuição e o fluxo das águas subterrâneas na região. A região é notável por seu patrimônio geopaleontológico. O território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra, destaca-se pela presença de fósseis vegetais e animais, incluindo madeiras petrificadas. Os sítios paleobotânicos de Mata e São Pedro do Sul contêm alguns dos mais importantes registros de lenhos fósseis (coníferas e ginkos) silicificados do planeta. Ocorrem inclusos na Formação Arenito Mata, relacionada a um sistema fluvial entrelaçado, ou encontram-se rolados sobre sedimentos de diferentes idades, na forma de fragmentos de pequeno a grande porte. A caracterização geológica/geomorfológica do Projeto Geoparque Raízes de Pedra traz importantes contribuições para o conhecimento, a geoconservação e o geoturismo.

## INTRODUÇÃO

Os Geoparques Globais da UNESCO são áreas únicas e unificadas, com paisagens e sítios de relevância geológica internacional, geridos dentro de uma visão holística, tendo como pilares a geoconservação, a educação e o desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2024). O fortalecimento das comunidades locais, por meio do turismo sustentável e da educação ambiental que promovem o desenvolvimento socioeconômico equilibrado e sustentável, é uma das prerrogativas da construção e da consolidação dos geoparques. Dentro da perspectiva do trabalho com os geoparques, alguns conceitos são fundamentais, entre eles: geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo.

A geodiversidade é entendida como “a diversidade geológica (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (relevo, processos) e características do solo. Inclui seu conjunto, relações, propriedades, interpretações e sistemas” (Gray, 2004). Importante salientar que os processos que formam e transformam o relevo também fazem parte da geodiversidade, sendo necessário compreendê-la em diferentes escalas espaciais: local, regional e global. Cabe também observar que nem todos os elementos da geodiversidade se constituem em geopatrimônio. Este é definido por Borba (2011, p. 7) “como o conjunto de sítios de um território, ou seja, daqueles locais que melhor representam a Geodiversidade de uma região, contendo valores excepcionais e patrimoniais”. Ou seja,



é inviável proteger e/ou conservar todo o geopatrimônio terrestre, é necessário elencar os elementos que sejam mais representativos para compreender a história e a evolução abiótica da Terra.

A geoconservação constitui-se de diferentes estratégias para a conservação dos elementos abióticos da natureza, bem como dos processos e dinâmicas geológicas, geomorfológicas e paleontológicas. Tais estratégias envolvem o levantamento (qualiquantitativo), o resgate, os registros, a interpretação, a conservação e a divulgação do geopatrimônio. Dentro da busca pela proteção e gestão integrada dos elementos de maior valor da geodiversidade, o geoturismo se apresenta como uma estratégia de geoconservação, pois agrega valor de uso ao geopatrimônio.

O geoturismo tem grande importância, pois é fonte de emprego e renda para as comunidades locais, por ser de base local, promove o protagonismo feminino, seja por meio do receptivo, da gastronomia, do artesanato ou das demais atividades que atendem aos geoturistas. Segundo a Declaração de Arouca o geoturismo é o turismo que sustenta e valoriza a identidade de um território, considerando a sua geologia, ambiente, cultura, estética, patrimônio e bem-estar de seus residentes (European Geoparks Network, 2011).

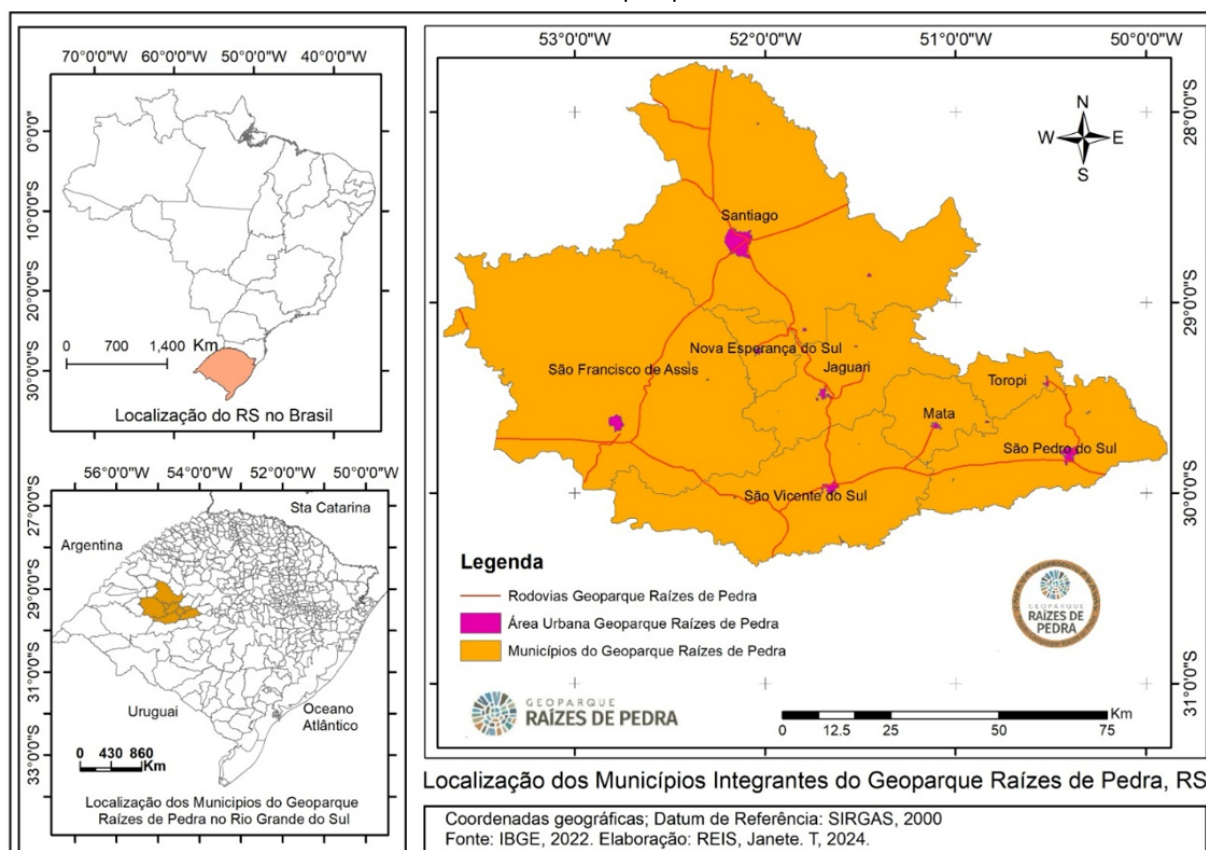
No ano de 2021 teve início uma série de reuniões, diálogos e sensibilizações realizadas pela Pró-Reitoria de Extensão (PROEX), do Instituto Federal Farroupilha (IFFar), junto ao território educativo do qual faz parte. Houve interação direta dos municípios de Jaguari, Mata, Nova Esperança do Sul, São Francisco de Assis, São Pedro do Sul e São Vicente do Sul. Esses municípios manifestaram interesse em construir um geoparque mundial da UNESCO em seu território. A partir dessa articulação, foram implementadas ações para qualificar os processos educativos e sociais e suas estruturas, estabelecendo maiores relações e interlocuções, entre os municípios, construindo unidade no território, com parcerias em prol de um objetivo coletivo: desenvolvimento humano e econômico sustentável. O Projeto Geoparque Raízes de Pedra nasceu com seis municípios: Jaguari, Mata, Nova Esperança do Sul, São Pedro do Sul, São Vicente do Sul e São Francisco de Assis. Em 2023, os municípios de Santiago e Toropi passaram a fazer parte do projeto. Então, a partir desse ano, o território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra passou a ser composto por oito municípios (Figura 1). O Projeto Geoparque Raízes de Pedra é apresentado por Nogueira et al (2023) como:

“[...] proposta de um conjunto de ações, fundamentadas nos princípios da geoconservação, geoeducação e do geoturismo, para um território que possui características singulares, as quais se apresentam sob aspectos importantes a serem reconhecidos internacionalmente, uma vez que representam um patrimônio natural e cultural da sociedade. Tal projeto será submetido à candidatura de Geoparque aspirante e sua implementação deverá percorrer um caminho para que o território receba o Selo de Geoparque Mundial da Unesco.”



O território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra situa-se na região centro-oeste do Rio Grande do Sul. Em virtude de sua localização, em zona de transição entre a Depressão Central, o rebordo do Planalto Meridional e a *Cuesta* do Haedo, junto à escarpa do Planalto Meridional, apresenta grande diversidade paisagística. No que se refere aos aspectos bióticos, está na transição entre dois grandes biomas brasileiros: a Mata Atlântica e o Pampa, com uma enorme biodiversidade que envolve os ecossistemas de floresta e de campos e suas interfaces.

**FIGURA 1-** Território Geoparque Raízes de Pedra.



**FONTE:** Nogueira et al. (2023).

O objetivo principal deste trabalho é realizar a caracterização geológica e geomorfológica do território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra. Apresenta-se, neste estudo, uma discussão preliminar das características geológicas e geomorfológicas do território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra, na busca de potenciais geossítios no território, de acordo com os critérios utilizados pela UNESCO para patrimônio natural abiótico e biótico, patrimônio cultural material e imaterial.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do inventário, foram analisados diversos geoparques já reconhecidos pela UNESCO, além de artigos e documentos científicos produzidos nesse



sentido, bem como as diretrizes da própria UNESCO para que um território se candidate a geoparque. A partir dessas análises, foram organizadas planilhas de campo para auxiliar na sistematização das informações obtidas e para padronizar que todas as variáveis fossem estudadas para cada um dos possíveis geossítios. Ainda antes dos trabalhos de campo, foram realizadas pesquisas nos sítios eletrônicos oficiais das prefeituras municipais do território, com o objetivo de verificar quais são as áreas que cada município apresenta como de interesse turístico em função de seus atrativos naturais. A construção da lista dos pontos para a análise dos potenciais geossítios contou também com as indicações de representantes das Secretarias de Turismo, de Educação e de Meio Ambiente dos municípios, em alguns casos, com a indicação de servidores municipais que atuam junto aos diversos museus presentes no território.

Durante a organização da metodologia do inventário e da listagem das variáveis que deveriam fazer parte do inventário, foram realizados trabalhos de campo para o reconhecimento de características mais gerais dos municípios envolvidos. O inventário permitiu agrupar os possíveis geossítios em cinco categorias de geossítios: i) paisagísticos, ii) geomorfológicos, iii) hidrogeomorfológicos, iv) paleontológicos, v) litoestratigráficos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra apresenta paisagens singulares, compostas por escarpas basálticas, vales e morros testemunhos. Além da grande beleza das formações geomorfológicas e, elementos de fauna e flora endêmicas, ainda se destacam os aspectos da geologia, hidrogeologia e paleontologia nas suas unidades lito-estratigráficas. Para compreender melhor os possíveis geossítios dentro de suas tipologias, foi realizada uma caracterização geológica e geomorfológica preliminar do território como um todo.

Neste território são encontradas rochas de diferentes formações, deste modo a estratigrafia da área (Figura 2) apresenta rochas sedimentares do Grupo Rosário do Sul (Andreis *et al.*, 1980), além de rochas das formações Sanga do Cabral, Santa Maria e Caturrita; conhecidas coletivamente como Supersequências Sanga do Cabral e Santa Maria (Zerfass *et al.*, 2003).



**FIGURA 2-** Coluna estratigráfica com as formações presentes no território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra/RS.

Geocronologia		Litoestratigrafia		Sistema Depositional	
Cretáceo		Formação Botucatu		Dunas eólicas	
Jurássico		Formação Guará		Flúvio-eólica	
Triássico	Rético	Grupo Rosário do Sul	Arenito Mata	Canais entrelaçados	
	Noriano		Formação Caturrita	Canais anastomosados a entrelaçados	
	Carniano		Formação Santa Maria	Membro Alemoa	Canais de ruptura
	Ladiniano			Membro Passo das Tropas	Depósitos de planície de inundação com canais anastomosados
	Anisiano				
	Sitiano				
				Formação Sanga do Cabral	Canais entrelaçados

**FONTE:** Traduzida de Rodrigues et al., 2024 (modificada de Faccini, 1989; Scherer et al., 2000).

A Formação Serra Geral, do Cretáceo da Bacia do Paraná, na região centro-oeste do Rio Grande do Sul, é uma unidade geológica de grande relevância para o entendimento da história evolutiva da Terra. Datada principalmente do Jurássico-Cretáceo, esta formação é composta por derrames vulcânicos basálticos que representam um dos maiores episódios de vulcanismo continental do planeta. A formação está associada ao evento de ruptura do supercontinente Gondwana e ao início da separação entre a América do Sul e a África, um marco na evolução tectônica global (Scherer et al., 2020).

As rochas da Formação Serra Geral são predominantemente basaltos toleíticos, formados por fluxos de lava que se acumularam em sucessivas camadas. Essas rochas possuem coloração escura, textura afanítica e, em alguns casos, exibem estruturas como colunas prismáticas, resultado do resfriamento controlado da lava. A presença de olivina, piroxênio e plagioclásio são características comuns nesses basaltos, indicando seu caráter máfico e de origem vulcânica.

O ambiente de deposição da Formação Serra Geral está relacionado à intensa atividade tectônica e vulcânica associada à abertura do Oceano Atlântico. Durante o Triássico e o início do Jurássico, a Bacia do Paraná era dominada por sedimentação continental, mas o grande episódio vulcânico registrado pela Serra Geral alterou significativamente a paisagem e o regime deposicional. A vasta cobertura de lava criou um



cenário desértico e árido, impactando diretamente os ecossistemas locais e levando à extinção de muitas espécies que habitavam a região antes do evento vulcânico (Scherer et al., 2023).

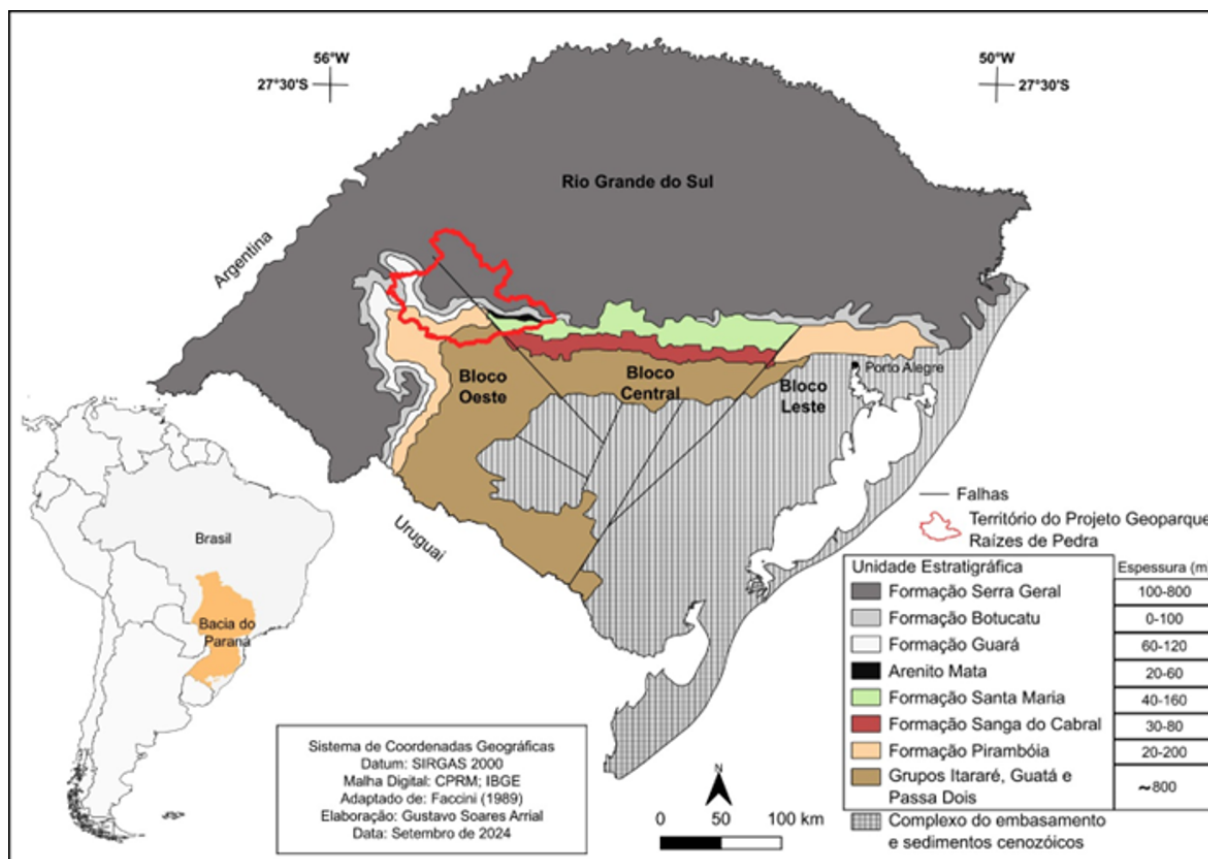
A Formação Serra Geral desempenha um papel essencial no entendimento das mudanças geológicas e climáticas globais associadas à fragmentação de Gondwana. A análise de seus derrames vulcânicos e da sua interação com as formações sedimentares adjacentes oferece informações valiosas sobre a dinâmica interna da Terra e a evolução dos ecossistemas continentais no Mesozóico, bem como os fatores que influenciaram a extinção e evolução das espécies na Terra. Em relação aos fósseis, a Formação Serra Geral, por ser essencialmente vulcânica, não preserva muitos fósseis diretamente nas camadas de lava.

No entanto, a importância paleontológica da formação está ligada aos fósseis encontrados nas formações sedimentares subjacentes, como a Formação Botucatu e a Formação Sanga do Cabral, que apresentam evidências de vida antes do vulcanismo. Fósseis de dinossauros, répteis primitivos e flora antiga foram encontrados em camadas sedimentares abaixo da lava, fornecendo pistas sobre os organismos que habitavam a região antes do grande evento vulcânico (Lavina, 1982; Zerfass, 2003).

Na figura 3 tem-se o mapa geológico do território, nele é possível observar que essas formações gaúchas são, hoje, um dos poucos registros desse tipo de ambiente no mundo, oferecendo *insights* preciosos sobre a biodiversidade e a dinâmica ecológica da época. Milani *et al.* (2007) discutem a evolução das bacias sedimentares em contextos intracratônicos, destacando a complexidade tectônica que define essas regiões. Reis (2016) analisou as sequências deposicionais e os ambientes de sedimentação em várias bacias Gondwânicas, incluindo a Bacia de Waterberg, na Namíbia. A Bacia do Paraná, que abrange Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina, é uma das maiores bacias intracratônicas da América do Sul. Essa bacia é bem estudada por vários autores, que discutem sua evolução tectono-sedimentar no contexto da ruptura do Supercontinente Pangea e do Gondwana. Zerfass (2003) destaca como a dinâmica de extensão e subsidência resultou na formação de bacias intracratônicas, as quais foram caracterizadas por espessas sequências sedimentares.



FIGURA 3 - Mapa geológico do território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra/RS.



**FONTE:** Rodrigues et al., 2024 (modificada de Faccini, 1989; Scherer et al., 2000).

O Período Jurássico, registra a formação de grandes mares rasos e oceanos, como o Atlântico primitivo. A água do mar passou a circular entre os continentes, melhorando a circulação da umidade. Isso alterou significativamente os padrões climáticos e as correntes oceânicas. O Jurássico é notável por ser a “Era dos Dinossauros”, um período em que esses répteis dominaram a Terra. Do ponto de vista da biologia, a separação dos continentes criou barreiras e, em consequência começaram a surgir fauna e flora endêmica (sem cosmopolitismo). Ainda dentro do Jurássico observou-se o aumento das atividades tectônicas e vulcânicas.

Segundo Rios (2023), há uma nova compreensão das relações temporais e espaciais entre os sistemas flúvio-eólicos (Formação Guará), eólicos (Formação Botucatu) e vulcânicos (Formação Serra Geral) que se instalaram nesse intervalo temporal. Os sistemas sedimentares Guará e Botucatu teriam permanecido ativos durante o início do Serra Geral. Consequentemente, não teria havido hiato entre essas unidades, existindo uma contemporaneidade dos sistemas sedimentares com o vulcanismo em pelo menos uma de suas fases de desenvolvimento. A Formação Botucatu contribui para a compreensão de como os ecossistemas terrestres se adaptaram e evoluíram durante



um período de mudanças ambientais globais significativas. Ela oferece um vislumbre de um mundo desértico e em transformação, que foi essencial para moldar a diversidade biológica que surgiria nos períodos subsequentes (Scherer et al., 2023).

O final do período Cretáceo, que também marca o término da Era Mesozoica, foi caracterizado por uma extinção em massa. Além de ter sido uma das maiores da história da Terra, esse evento tornou-se amplamente conhecido por estar associado à extinção dos dinossauros, dos grandes répteis marinhos, dos pterossauros e, entre as plantas, pelo declínio do domínio das gimnospermas.

Duas hipóteses, não necessariamente excludentes, são apontadas como possíveis causas dessa extinção: (1) um extenso episódio de vulcanismo ocorrido na região atualmente correspondente ao planalto do Decão, na Índia — conhecido como *Deccan Traps* —, e (2) a colisão de um asteroide com aproximadamente 10 km de diâmetro na península de Yucatán, no atual Golfo do México. Esta última teria liberado uma energia equivalente a cerca de 300 milhões de bombas atômicas, gerando uma cratera de aproximadamente 180 km de diâmetro, hoje submersa e conhecida como cratera de Chicxulub.

Em ambas as hipóteses, seja por impacto ou por atividade vulcânica intensa, a ejeção de partículas para a atmosfera teria bloqueado a incidência da luz solar por vários meses, ou mesmo anos, interrompendo a fotossíntese, provocando uma queda drástica nas temperaturas globais e gerando chuvas ácidas. Como consequência, teria ocorrido um colapso nas cadeias alimentares, levando à extinção em massa de espécies herbívoras e, subsequentemente, de seus predadores carnívoros. Esse cenário afetou especialmente os organismos de maior porte, mais vulneráveis à escassez de alimento e às mudanças ambientais abruptas.

Após a estabilização das condições atmosféricas e o restabelecimento gradual do clima, a maioria das espécies que dominavam o Cretáceo já havia sido extinta. Entre os sobreviventes, destacam-se os pequenos mamíferos e as aves, assim como as angiospermas e os insetos polinizadores. Esses grupos se diversificaram rapidamente, ocupando os nichos ecológicos deixados vagos pelas espécies extintas, o que impulsionou importantes transformações nos ecossistemas do início do Cenozoico.

Tendo em vista esse panorama geral da área de estudo, juntamente com os levantamentos bibliográficos e de trabalhos de campo, é possível chegar aos possíveis geossítios do território. Eles estão no processo de inventariação e constituem feições variadas, podendo ser divididos em cinco grandes categorias: i) paisagísticos, ii) geomorfológicos, iii) hidrogeomorfológicos, iv) paleontológicos, v) litoestratigráficos.

Os geossítios paisagísticos, com sua beleza cênica, atraem visitantes que buscam contemplação e lazer, compostos de áreas de mirantes de onde é possível ter uma visão



panorâmica para observar a diversidade geomorfológica da região. Ainda dentro dessa categoria enquadram-se: pontes e vias férreas, estações ferroviárias e o Túnel Lava Pés, nos municípios de Santiago, Jaguari e Mata. Nesses estão inclusas, também, as construções que integram essas paisagens, muitas com valor cultural agregado.

Os geossítios geomorfológicos estão diretamente relacionados a localização da área de estudo, uma região de transição entre a Depressão Central, o rebordo do Planalto Meridional e a *Cuesta* do Haedo, junto a escarpa do Planalto Meridional. Constituem uma paisagem singular, composta de escarpas basálticas, vales e morros testemunhos. Além de grande beleza cênica criada pelas formações geomorfológicas há presença de elementos de fauna e flora endêmicas. Destaca-se a presença dos cerros – resultantes de processos exógenos e endógenos que atuam ao longo de extensos períodos geológicos. Representam formas residuais de relevo, devido à diferenciação litológica, alguns terrenos apresentam rochas mais resistentes à erosão que permaneceram em destaque após a dissecação de superfícies originalmente contínuas. Os principais cerros são: Seio de Moça, Loreto e São Miguel, em São Vicente do Sul; Itaquiatiá, Ermida e Carpintaria, em São Pedro do Sul; Cerro da Esquina e Batovi em São Francisco de Assis; Obelisco e Chapadão, em Jaguari (Menezes et al., 2011; Borba, 2011; Carneiro et al., 2016; Pontes et al., 2016; Figueiró e Sell, 2020).

Ainda, dentro dos possíveis geossítios que se destacam pelos elementos geomorfológicos, observa-se a presença dos Areais de São Francisco de Assis. Definidos por Suertegaray e Verdum (2008) como:

“O retrabalhamento desses depósitos, no caso de formações superficiais, provavelmente quaternárias, resultou de uma dinâmica morfogenética onde os processos hídricos superficiais, particularmente o escoamento concentrado do tipo ravina ou voçoroca, associados às chuvas torrenciais, expõe, transporta e deposita areia, dando origem à formação de areais que, em contato com o vento, tendem a uma constante remoção.” (Suertegaray, Verdum, 2008).

A formação dos areais é uma dinâmica natural, que pode ser agravada pelo manejo inadequado do solo, geralmente associada a grandes feições resultantes de erosão, como as ravinas e voçorocas. Dentre os areais que podem ser identificados na região, o do Cerro da Esquina possui condições de exploração turística, pois permite que parte da “memória da Terra” seja compreendida a partir da sua observação. É apresentado com destaque especial neste projeto de geoparque.

Os geossítios hidrogeológicos são compostos por balneários de água doce, resultantes da rica rede hidrográfica da região, com destaque para: Balneário Fernando Schilling, às margens do Rio Jaguari; Balneário Passo do Julião em São Pedro do Sul; Balneário Passo do Umbu em São Vicente do Sul; Balneário Jacaquá em São Francisco de Assis e Balneário Vila Clara em Mata. Eles são em áreas públicas ou arrendadas



pelas prefeituras e oferecem infraestrutura de camping para atender aos visitantes. Nessa tipologia de geossítio também foram colocadas cascatas inventariadas, essas diferentemente das cachoeiras que apresentam uma queda d'água com grande volume e única descarga vertical, escoando sobre formações rochosas resistentes, as cascatas caracterizam-se por uma sequência de pequenas quedas sucessivas, com menor volume de água, escorrendo por superfícies inclinadas ou degraus rochosos, o que resulta em um aspecto mais fragmentado do fluxo. O principal destaque está no complexo da Gruta de Nossa Senhora Gruta Nossa Senhora de Fátima, no município de Nova Esperança do Sul. O local é considerado uma das maiores grutas subterrâneas da América Latina. Formada por rochas areníticas, possui duas aberturas em seu teto, por onde entra claridade, tem aproximadamente 15 metros de profundidade e 3.200 m<sup>2</sup> de área. Duas cascatas fazem parte do complexo: a Cascata Véu de Noiva, com uma queda d'água de 35 metros de altura, e a Cascata dos Corvos, com 20 metros, considerando suas duas quedas.

Outras cascatas também foram inventariadas no território, entre elas: Cascata do Moinho Grande e Cascata do Macaco Branco em São Francisco de Assis, cascatas Boa Esperança, da Laje, do Sertão e da Linha Canoa em Mata. Algumas outras cascatas ainda estão em processo de análise.

Nos geossítios paleontológicos foram encontrados diversos fósseis de plantas e animais que ajudaram no entendimento dos processos de evolução da área de estudo. A Formação Sanga do Cabral destaca-se com registros do *Procolophon trigoniceps* (Da Rosa *et al.* 2009; Pohlmann *et al.*, 2024). É fóssil-guia e permite a calibração bioestratigráfica mais exata para os depósitos dessa unidade lito-estratigráfica. É um significativo marcador bioestratigráfico permite uma correlação lateral entre a Formação Sanga do Cabral com unidade lito-estratigráfica da Bacia de Karoo da África do Sul (Botha & Smith, 2020; Silva-Neves *et al.*, 2020).

Formação Santa Maria recebeu o *Certificado do Guinness World Records* destacando que essa formação geológica, que abrange a cidade e outros 21 municípios gaúchos (inclusive os municípios do território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra, como berço dos dinossauros mais antigos do mundo. Destaque para o *Prestosuchus chimiquensis* (maiores sauissúquios) e *Stahleckeria potens* (maior herbívoro) do Triássico.

Os fósseis da Formação Caturrita são fundamentais para o estudo da origem e evolução dos grandes grupos de vertebrados que dominaram o Mesozoico. A Formação Caturrita é uma das mais importantes para o estudo da transição ecológica e climática no final do Triássico, destacando-se o Jardim Paleobotânico e o Afloramento Piscina. O Jardim Paleobotânico em Mata, foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Cultural do Rio Grande do Sul (IPHAE) em abril de 2018 (IPHAE 013/2018) como



importante sítio cultural. É o único jardim paleobotânico delimitado no Brasil, reforçando seu valor científico, cultural, educativo e geoturístico. O Afloramento Piscina: tombado como monumento natural pela Comissão Brasileira de Sítios Paleontológicos e Geológicos (SIGEP) em associação com o Grupo de Trabalho sobre Sítios Geológicos e Paleobiológicos (Geotopos) – projeto cooperativo da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura/UNESCO, União Internacional de Ciências Geológicas/IUGS, Programa Internacional de Correlação Geológica/IGCP e União Internacional para a Conservação da Natureza/IUCN). As rochas cretáceas presentes na área pertencem a Formação Guará (rochas sedimentares), Formação Botucatu (rochas sedimentares) e Formação Serra Geral (rochas vulcânicas).

Em termos de fósseis, a Formação Botucatu é menos conhecida por vertebrados em comparação com outras formações, mas contém evidências indiretas da fauna que habitava a região. Os icnofósseis (pegadas e pistas fósseis) são os principais vestígios encontrados, indicando a presença de pequenos vertebrados, provavelmente terópodes primitivos e outros répteis, que se deslocavam entre os campos de dunas. Essas pistas fornecem informações valiosas sobre o comportamento e as adaptações desses organismos a ambientes desérticos, sugerindo que a fauna local era composta por animais capazes de sobreviver em condições áridas (Zerfass, 2003).

Esses vestígios fósseis indicam a existência de répteis ancestrais aos dinossauros, como pequenos arcossauros e outros tetrápodes, que eventualmente dariam origem aos grandes predadores e herbívoros do Jurássico e Cretáceo. A presença de icnofósseis também sugere a coexistência de faunas em nichos ecológicos distintos, adaptadas às condições extremas de escassez de água e vegetação, contribuindo para a diversificação dos grupos de vertebrados do Mesozoico.

No que se refere aos geossítios Litoestratigráficos o grande destaque é a presença de kimberlitos, sendo essa a rocha precursora na formação de diamantes. Na área dos municípios de São Vicente do Sul e Jaguari foram identificadas brechas com afinidade kimberlítica em trabalhos realizados entre os anos de 1989 e 1991 por pesquisadores da UNISINOS. No ano de 1991 foi publicado no I Congresso geoquímico dos Países de Língua Portuguesa o trabalho intitulado “Caracterização geoquímica de piroxênios e granadas da brecha kimberlítica de São Vicente do Sul, RS” por Tedesco e Robaina que caracterizam os piroxênios e granadas, encontrados, como de afinidade kimberlítica.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O território do Projeto Geoparque Raízes de Pedra, situado na porção centro-oeste do estado do Rio Grande do Sul, revela-se como uma paisagem geomorfologicamente singular e de expressiva complexidade geológica e paleoambiental. A configuração do relevo — caracterizada por escarpas basálticas, vales encaixados, morros testemunhos e paleodunas — resulta de uma longa e dinâmica história geológica, fortemente influenciada por processos de sedimentação continental, atividade tectono-vulcânica e erosão fluvial.

As unidades litoestratigráficas que compõem essa região — desde a Formação Sanga do Cabral até os derrames da Formação Serra Geral — constituem um registro geológico excepcional da Bacia do Paraná. Esse arcabouço estratigráfico permite não apenas a reconstituição dos paleoambientes mesozoicos, mas também a correlação com outras bacias gondwânicas, contribuindo para a compreensão de padrões globais de sedimentação, paleoclima e biogeografia do Hemisfério Sul. Destacam-se, nesse contexto, os fósseis de *Procolophon trigoniceps* como marcadores bioestratigráficos, além dos sítios paleobotânicos de Mata e São Pedro do Sul, com registros fossilíferos de relevância internacional.

Do ponto de vista geomorfológico, a diversidade de formas — cerros, cascatas, grutas, escarpas alagadas, afloramentos fossilíferos e areais — confere ao território uma paisagem com notável beleza cênica e alto valor científico. A interação entre litologia, estruturas tectônicas e processos exógenos moldou um espaço com características transicionais entre importantes compartimentos fisiográficos do estado, como a Depressão Central, o rebordo do Planalto Meridional e a *Cuesta* do Haedo.

Adicionalmente, o território apresenta elevada biodiversidade por estar situado na interface entre os biomas Pampa e Mata Atlântica, o que acentua sua relevância ecológica. A presença de elementos endêmicos de fauna e flora, aliada à riqueza geológica e paleontológica, sustenta o reconhecimento deste espaço como área estratégica para conservação, pesquisa científica e desenvolvimento do geoturismo.

Portanto, a proteção e o ordenamento territorial dessa região se mostram fundamentais para garantir a preservação de seu patrimônio geocientífico e ambiental. A implementação de políticas integradas de geoconservação, aliadas à ampliação da infraestrutura para visitação e educação ambiental, pode consolidar este território como referência nacional e internacional em geodiversidade, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e para a valorização dos saberes científicos e culturais vinculados ao seu substrato natural.



## REFERÊNCIAS

- ANDREIS, R. R.; BOSSI, G. E.; MONTARDO, D. K. **O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31., 1980, Balneário de Camboriú. Anais... v. 2, p. 659673.
- AZEVEDO, S. A. K.; SCHULTZ, C. L. **Scaphonyx sulcognathus sp. nov., um novo rincossaurídeo neotriássico do Rio Grande do Sul, Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 10., 1987, Rio de Janeiro. Anais, v. 1, p. 99113.
- BARBERENA, M. C. **Bioestratigrafia preliminar da Formação Santa Maria**. Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 7, p. 111129, 1977.
- BORBA, A. W. de; et al. **Inventário e avaliação quantitativa de geossítios: exemplo de aplicação ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil)**. Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 40, n. 3, p. 275294, 2013.
- BOTHA, M.; SMITH, R. **The paleobiology and paleoecology of South African Lystrosaurus**. PeerJ, v. 8, article 10408, 2020. DOI: 10.7717/peerj.10408.
- CARNEIRO, A. M.; FARIASSINGER, R.; RAMOS, A. D. **Cactos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2016. 224 p. (Projeto RS Biodiversidade). ISBN 9788560378111.
- CAZZULOKLEPZIG, M.; MENDONÇA FILHO, J.; GUERRASOMMER, M.; MENEZES, T.; SIMAS, M.; MENDONÇA, J. O.; DEGANISCHMIDT, I. **Effect of volcanic ashfall on a Permian peatforming environment, on the basis of palynology, palynofacies and paleobotany (Faxinal Coalfield, Brazil)**. Revista Brasileira de Paleontologia, v. 12, 2000. DOI: 10.4072/rbp.2009.3.02.
- COLBERT, E. H. **A saurisquian dinosaur from the Triassic of Brazil**. American Museum Novitates, n. 2405, p. 139, 1970.
- DALY, R. A. **A distribuição de oligoelementos durante o forte fracionamento do magma básico — um estudo da intrusão de Skaergaard, Groenlândia Oriental**. [Publicação sem dados completos], 1949.
- DA ROSA, A. A. S.; PINHEIRO, G.; DIASDASILVA, S.; CISNEROS, J. C.; FELTRIN, F. F.; NETO, L. W. **Bica São Tomé, um novo sítio fossilífero para o Triássico Inferior do sul do Brasil**. Revista Brasileira de Paleontologia, v. 12, n. 67, p. 76?, 2009.
- DA ROSA, Á. A. S.; LEAL, L. A. **Novos elementos de um arcossauro blindado do Triássico Médio a Superior, Formação Santa Maria, sul do Brasil**. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p. 149154, 2002.
- FACCINI, U. F. **O PermoTriássico do Rio Grande do Sul: uma análise sob o ponto de vista das Sequências Depositionais**. 1989. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FAIRBRIDGE, R. W. **Phase of diagenesis and authigenesis – Diagenesis in Sediments**. In: Development in Sedimentology, v. 8, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, p. 1990, 1967.
- FIGUEIRÓ, A. S.; SELL, J. C. Paisagem e Geoconservação nos Territórios do Pampa BrasilUruguai – reflexões para uma política transfronteiriça. Ciência e Natura, v. 42, e47, 2020. DOI: 10.5902/2179460X55109.
- GRAY, MURRAY. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.
- GUERRASOMMER, M.; CAZZULOKLEPZIG, M.; IANNUZZI, I. R. **The Triassic taphoflora of the Parana Basin, southern Brazil: a biostratigraphical approach**. Journal of African Earth Sciences, v. 29, p. 243255, 1999.
- HOLZ, M.; SCHERER, C. **Sedimentological and paleontological evidence of paleoclimatic change during the South Brazilian Triassic: the record of a global trend towards a humid paleoclimate**. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil 2: Paläontologie, v. 1 (78), p. 15891609, 2000.
- LAVINA, E. L. **Paleontologia, Estratigrafia e Bioestratigrafia da Formação Sanga do Cabral (Triássico Inferior do Grupo Rosário do Sul) na Folha de Catuçaba, RS**. 1982. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- LAVINA, E. L. **Geologia sedimentar e paleogeografia do Neopermiano e Eotriássico (intervalo KazanianoScythiano) da Bacia do Paraná**. 1991. 333 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.



- MENEZES, S. J. M. D. C.; SEDIYAMA, G. C.; SOARES, V. P.; GLERIANI, J. M.; ANDRADE, R. G. **Estimativa dos componentes do balanço de energia e da evapotranspiração em plantios de eucalipto utilizando o algoritmo SEBAL e imagem Landsat 5TM.** Revista *Árvore*, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 649657, 2011.
- MILANI, E. J. **Evolução tectonoestratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sulocidental.** 1998. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MILANI, E. J.; RANGEL, H. D.; BUENO, G. V.; STICA, J. M.; WINTER, W. R.; CAIXETA, J. M.; NETO, O. C. P. **Bacias sedimentares brasileiras – cartas estratigráficas.** Boletim de Geociências Petrobras, v. 15, n. 2, p. 183205, 2007.
- NOGUEIRA, C. R. D.; PIRES, KUNST, A.V.; SOARES, C. G. A.; MARINHO, M.; ZAN, F. R.; ARAÚJO, K. P. R. **O Projeto geoparque Raízes de Pedra sob a ótica da inovação.** In: 12th Symposium on Technological Innovation, v. 12, n. 1, Aracaju, 2023.
- PENA DOS REIS, R.; HENRIQUES, M. H. **Approaching an integrated qualification and evaluation system for geoheritage.** In: Anais... Salvador, BA, v. 4, p. 13781389, 2009.
- TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. **O Cenozóico do Rio Grande do Sul.** Geoheritage, v. 1, p. 110, 2000.
- POHLMANN, J. C.; DA ROSA, A. S.; PINHEIRO, F. L. **Temporal fenestration in a Procolophon trigoniceps specimen (Procolophonoidea) from the Lower Triassic of Brazil.** The Anatomical Record, v. 307, n. 4, p. 744751, 2024. DOI: 10.1002/ar.25354.
- PONTES, R. C.; VIEIRA, V.; WITECK NETO, L. **Cerro do Itaqui: um morrote com importância fitogeográfica e geomorfológica no município de São Pedro do Sul, RS.** In: XI SINAGEO, Maringá, 2016.
- REIS, A. D. A. **Análise arquitetural de depósitos fluviais da Formação Guarú (Jurássico Superior–Cretáceo Inferior) na borda sudoeste da Bacia do Paraná, RS.** 2016. Tese (Programa de PósGraduação em Geociências) – Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre.
- RUBERT, R. R.; SCHULTZ, C. L. **Um novo horizonte de correlação para o Triássico Superior do Rio Grande do Sul.** Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 31, p. 7188, 2004.
- SCHERER, C. M. S.; FACCINI, U. F.; LAVINA, E. L. **Arcabouço estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná.** In: HOLZ, Michael; DE ROS, Luis F. (org.), Geologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000. p. 335354.
- SCHERER, C. M. S.; REIS, A. D. A.; HORN, B.; BERTOLINI, L. D.; LAVINA, G. E. L. C.; KIFUMBI, C.; AGUILAR, C. G. **The stratigraphic puzzle of the permomesozoic southwestern Gondwana: the Parana Basin record in geotectonic and palaeoclimatic context.** Earth-Science Reviews, v. 240, article 104397, 2023.
- SCHULTZ, C. L. **Vertebrados fósseis de Santa Maria.** Ciência e Ambiente, n. 38, p. 163182, jan./jun. 2009.
- SCHULTZ, C. L.; SCHERER, C. M. S.; BARBERENA, M. C. **Biostratigraphy of the southern Brazilian Middle–Upper Triassic.** Revista Brasileira de Geociências, v. 30, n. 3, p. 491494, 2000.
- SILVANEVES, E.; MODESTO, S. P.; DIASDASILVA, S. **A new, nearly complete skull of Procolophon trigoniceps Owen, 1876 from the Sanga do Cabral Supersequence, Lower Triassic of Southern Brazil, with phylogenetic remarks.** Historical Biology, v. 32, n. 4, p. 574582, 2020.
- TEDESCO, M. A.; ROBAINA, L. E. S. **Caracterização geoquímica de piroxênios e granadas da brecha kimberlítica de São Vicente, RS.** In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 3.; Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, 1., São Paulo, 1991. Anais, v. 1, p. 707710.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; VERDUM, R. **Desertification in the tropics.** In: UNESCO (Org.), Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Paris: UNESCO Publishing, 2008.
- ZERFASS, H.; LAVINA, E. L.; SCHULTZ, C. L.; GARCIA, A. J. V.; FACCINI, U. E.; CHEMALE JR., E. **Sequence stratigraphy of continental strata of southernmost Brazil: a contribution to southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate.** Sedimentary Geology, v. 161, p. 85105, 2003.



# OCORRÊNCIA DE BACIAS DE DISSOLUÇÃO NOS INSELBERGS E LAJEDOS DE QUIXADÁ - TERRITÓRIO DO PROJETO GEOPARQUE SERTÃO MONUMENTAL

Caroline Vitor Loureiro <sup>1</sup>  
Lucas Vitoriano Azevedo <sup>2</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gnammas*, Rochas graníticas, Ceará.

## RESUMO

Os lajedos e *inselbergs* configuram-se como afloramentos graníticos, no entanto, diferenciados enquanto sua forma. Os lajedos apresentam formas horizontalizadas e os *inselbergs* despontam na paisagem semiárida como relevos residuais. Em ambas macroformas é possível a formação de microformas resultantes de dissolução e fraturamento, porém daremos destaque às feições *gnammas*/bacias de dissolução. Esta microforma caracteriza-se como uma cavidade em rochas graníticas, podendo variar de forma e tamanho, e que, devido sua forma, acumula água e propicia a continuidade dos processos de dissolução. Destacamos que há uma tese difundida de que essas bacias, também conhecidas como tanques naturais, podem ter sido utilizados como bebedouros para a megafauna Pleistocênica, sendo um ambiente propício para a descoberta de fósseis do referido período. As bacias de dissolução são uma microforma comumente encontrada nos *inselbergs* e lajedos que compõem o território do Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM), composto pelos municípios de Quixadá e Quixeramobim, Sertão Central Cearense. No entanto, não há ainda um registro detalhado de suas ocorrências, localização e discussões científicas que tratem da probabilidade de abrigarem fósseis da megafauna. Por meio de pesquisa bibliográfica, levantamentos de imagens de satélite, imagens e vídeos capturados por drone e de levantamentos orientados em campo, identificamos a ocorrência de bacias de dissolução nos *inselbergs* e lajedos do município de Quixadá entre o período de setembro (2024) e fevereiro (2025). As prospecções revelaram cinco exemplares de *gnammas* distintos entre si. A primeira visita ocorreu na Pedra do Lemos, em sua face leste, onde ocorre acentuado aplainamento, e foi identificada uma bacia de dissolução de dez metros de comprimento com um barramento em alvenaria. Em seu interior foi possível observar acúmulo de sedimento que possibilitou o crescimento de plantas. No Geossítio Caverna dos Ventos, foram encontradas duas bacias adjacentes, a primeira de maior extensão com cerca de seis metros e a segunda com dois metros. No Geossítio Mirante Pedra dos Ventos foi identificado um lajedado contendo mais de quatro exemplares de *gnammas* com solo bem desenvolvido, capaz de abrigar árvores e plantas

<sup>1</sup> Professora Doutora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, campus Quixadá, [caroline.loureiro@ifce.edu.br](mailto:caroline.loureiro@ifce.edu.br)

<sup>2</sup> Licenciado em Geografia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, campus Quixadá, [lucasvitorianoazevedo@gmail.com](mailto:lucasvitorianoazevedo@gmail.com)



arbustivas comuns à caatinga. No início da trilha que leva ao Geossítio Gruta do Magé foi identificado um lajedo contendo diversos exemplares de bacias de dissolução de diferentes tamanhos, profundidades e abrigando diferentes espécies de plantas. Por fim, o último campo realizado no Sítio Casarão, revelou um lajedo com significativos tamanhos de *gnammas*. Um desses exemplares chama atenção por possuir cerca de seis metros de comprimento, além de possuir um pequeno barramento em alvenaria. Ressaltamos que pretendemos ampliar o levantamento para os geossítios do território do município de Quixeramobim e, assim, fornecer conhecimentos científicos detalhados sobre o território do PGSM.

## INTRODUÇÃO

O território do Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM), realizado em 2019 pelo Serviço Geológico Brasileiro, tem como eixo central, segundo Freitas *et al.* (2019), a necessidade de preservação das paisagens onde o relevo é o elemento central, no contexto da preservação da geodiversidade e, associado a elas, todo o complexo físico-territorial do entorno, entendendo-se como tal o substrato físico-natural e os aspectos sociais, históricos e culturais locais.

O PGSM contempla o território dos municípios de Quixadá e Quixeramobim, localizados no Sertão Central Cearense. A área se destaca pela ocorrência de um extenso campo de *inselbergs* marcando a paisagem da Depressão sertaneja.

Esse campo abriga uma diversidade de microformas como as que Maia *et al.* (2018) levantaram: *split rock* e poligonal *cracking* (microformas de fraturamento), e tafoni, alvéolos, caneluras e *gnammas* (microformas de meteorização).

Destacamos que as *gnammas* podem ocorrer em todos os tipos de rocha, pois trata-se de superfícies irregulares que resultam de processos de intemperismo (Huggett, 2007 *apud* Maia *et al.*, 2018). Em português, são denominadas como bacias de dissolução e caracterizam-se, conforme Maia *et al.* (2018), por cavidades expostas das rochas graníticas. Tratam-se, portanto, de “Pequenas depressões fechadas que morfologicamente variam em forma e tamanho, podendo ser circulares, elípticas ou ovais, cujo diâmetro é normalmente da ordem de um metro e a profundidade, talvez, 0,5m” (Twidale; Vidal Romani, 2005 *apud* Maia *et al.* 2018, p. 81).

As bacias de dissolução podem abrigar tanques fossilíferos, como os já identificados nos municípios de Itapipoca (Ximenes, 2009) e Irauçuba (Cardoso *et al.*, 2018). Vale salientar que os fósseis identificados nos referidos municípios são restos de exemplares da megafauna em depósitos de idade Pleistocênica.

As depressões características de uma bacia de dissolução podem, segundo Ximenes (2009) ser preenchidas por sedimentos de idade quaternária e que, frequentemente, há a ocorrência de camadas fossilíferas preservadas, contendo restos de vertebrados, sobretudo



dos grandes mamíferos extintos da chamada megafauna pleistocênica, podendo ser encontrados, também, restos de pequenos mamíferos, répteis, aves, conchas de gastrópodes e vegetais.

Retomando às pesquisas já realizadas no município de Quixadá (Maia *et al.*, 2018; Olímpio *et al.*, 2021), as bacias de dissolução sempre aparecem como uma microforma comumente encontrada. No entanto, não há ainda um registro detalhado de suas ocorrências, localização e discussões científicas com ênfase na probabilidade de abrigarem fósseis da megafauna.

Reconhecendo a necessidade da ampliação de pesquisas científicas no território da PGSM, esta pesquisa objetivou, por meio de levantamentos orientados, identificar e mapear a ocorrência de bacias de dissolução nos *inselbergs* e lajedos do município de Quixadá inseridos na referida proposta, promovendo sua geoconservação, colaborando com a disseminação de conhecimentos sobre o território e subsidiando estudos sobre a ocorrência de tanques fossilíferos da megafauna no município.

## **UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE OS CONCEITOS DE GEODIVERSIDADE, GEOCONSERVAÇÃO E GEOPARQUES**

Nas geociências muito se discute sobre a importância da biodiversidade para o desenvolvimento e manutenção da vida, no entanto, essa biodiversidade só é possível pela existência de fatores abióticos (rochas, solos, águas e relevo) que o sustentam e que funcionam como uma espécie de base. Nas geociências conceituamos essa “base” como geodiversidade.

A geodiversidade pode ser definida como a variedade natural de feições geológicas, geomorfológicas, pedológicas e das águas, ou seja, uma variedade de elementos geológicos que servem de suporte à vida e de substrato ao desenvolvimento humano (Mansur, 2018).

Além da relevância citada, esses elementos, de acordo com Brilha (2005), combinados ou isoladamente, são registros dos processos evolutivos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, o que torna sua preservação inquestionável.

Preservar esses registros é fundamental para as pesquisas sobre os processos pretéritos e de evolução geológica e geomorfológica do planeta.

Por tal relevância, locais com afloramentos únicos, formações geológicas, estilo de deformação e outros elementos geológicos de indubitável valor científico e ocorrência restrita, são classificados como patrimônio geológico (Mansur, 2018), ou como mais recentemente utilizado, geopatrimônio (Rodrigues e Fonseca, 2008).



Logo, faz-se necessário que ações de geoconservação sejam perpetuadas em territórios com a referida relevância. Assim apresentamos o conceito de geoconservação, o qual se refere ao conjunto de atividades, desde ações de levantamento até práticas de gestão, voltadas à proteção do geopatrimônio (Nascimento *et al.*, 2015) e que objetiva a utilização e a gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todo o tipo de recursos geológicos (Brilha, 2005). A estratégia considerada mais bem sucedida de geoconservação é o estabelecimento de geoparques (Borba, 2011).

Para a UNESCO (2024), um geoparque é, portanto, relevante estratégia de geoconservação, pois, são áreas geográficas unificadas, onde sítios e paisagens de relevância geológica internacional são administrados com base em um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável.

A criação de um geoparque representa um meio relevante para a concretização de desenvolvimento sustentável, devido configurar-se como uma área em que se conjuga a geoconservação, bem como o desenvolvimento econômico sustentável das populações situadas no território (Brilha, 2005). Ou seja, a criação de um geoparque não prevê a desapropriação de moradores do território, pelo contrário, a partir da valorização dos aspectos físicos, sobretudo geológicos e geomorfológicos, dos aspectos culturais e paisagísticos, objetiva uma exploração com vias à geoconservação e envolvimento da população, e que esta venha a ter um retorno econômico.

Além do geoparque constatar sua relevância geológica internacional, o mesmo deve ter o intuito de explorar, desenvolver e celebrar, as relações entre o patrimônio geológico e os fatores naturais, culturais e imateriais presentes na área (UNESCO, 2024).

Atualmente, segundo dados da UNESCO, o Brasil possui seis Geoparques Mundiais com sua chancela, sendo eles: Geoparque Araripe, o primeiro do Brasil e das Américas, chancelado no ano de 2006; o Geoparque Seridó; Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul; Geoparque Caçapava; Geoparque Quarta Colônia; e o mais recentemente chancelado, no ano de 2024, o Geoparque Uberaba.

Os estudos para a criação da PGSM realizaram um amplo levantamento identificando vinte geossítios e sítios da geodiversidade (Freitas *et al.*, 2019). No entanto, os *inselbergs* que o compõem ainda carecem de estudos de levantamento a fim de subsidiar a geoconservação do referido patrimônio.

## **AS MACROFORMAS GRANÍTICAS INSELBERGS E LAJEDOS, E A MICROFORMA GNAMMA (BACIAS DE DISSOLUÇÃO)**

A paisagem da Depressão sertaneja caracteriza a geomorfologia do Nordeste brasileiro, porém, são marcadas por relevos residuais como os maciços, as cristas e *inselbergs*.



Comumente conceituado como “ilha de pedra”, os *inselbergs* são, de acordo com Twidale (1998), feições formadas por rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão do que as rochas da sua superfície rebaixada.

Dessa forma, os *inselbergs* constituem um remanescente de erosão que pode fornecer informações importantes sobre a evolução geomorfológica dos terrenos em que ocorrem (Matmon *et al.*, 2013).

Segundo Maia *et al.* (2015) na região Nordeste, os principais campos de *inselbergs* estão nos terrenos graníticos do setor norte da Província Borborema, sendo os *inselbergs* das regiões de Patos (Paraíba), Seridó (Rio Grande do Norte), Irauçuba e Quixadá (Ceará).

Nos municípios de Quixadá e Quixeramobim os *inselbergs* se distribuem de forma isolada ou em agrupamentos e estão separados por superfícies erosivas (Olimpio *et al.*, 2021) e, segundo Freitas *et al.* (2019), o referido campo de *inselbergs* é o mais representativo do Brasil.

Esses corpos graníticos expostos por milhares de anos a ciclos erosivos permitiu o desenvolvimento de diversas microformas como os tafonis, alvéolos, caneluras/*Karren*, *boulders*, *tors*, *gnammas*/bacias de dissolução, entre outros (Maia *et al.*, 2018).

Os lajedos referem-se também a afloramentos de granitos, como os *inselbergs*, no entanto, de forma horizontalizada (Maia *et al.*, 2018).

Tanto na macroforma *inselberg* como lajedado é possível a formação das microformas resultantes de dissolução e fraturamento, porém daremos destaque à feição *gnammas*/bacias de dissolução.

Destacamos que as *gnammas* podem ocorrer em todos os tipos de rocha, pois trata-se de superfícies irregulares que resultam de processos de intemperismo (Huggett, 2007 *apud* Maia *et al.* 2018), porém em português, são denominadas como bacias de dissolução e caracterizam-se por cavidades expostas das rochas graníticas (Maia *et al.*, 2018).

Tratam-se, portanto, de depressões fechadas que morfologicamente variam em forma e tamanho e com tamanho reduzido (Twidale; Vidal Romaní, 2005 *apud* Maia *et al.* 2018, p. 81). Hall e Phillips (2006) descreveram que a origem das *gnammas* se dá em depressões incipientes fechadas, onde a água se acumula após as precipitações pluviométricas. Consideramos que este fator proporciona a continuidade dos processos de dissolução mineral.

Tratando especificamente dos *inselbergs* do território da PGSM, o desenvolvimento das feições de bacias de dissolução, sobretudo em seus estágios iniciais, está associado a ocorrência de enclaves máficos (minerais mais solúveis), (Monteiro *et al.* (2023), dada a característica porfirítica do granito local com minerais de granulometria distintas.



Vale ressaltar que no contexto do semiárido nordestino essas bacias foram comumente utilizadas como forma de armazenamento de água para o abastecimento humano.

### Tanques fossilíferos

Os tanques fossilíferos são depressões naturais que se formam na superfície de rochas cristalinas de idade pré-cambriana, sendo de ocorrência muito comum na Região Nordeste do Brasil, tendo sua gênese ligada a processos intempéricos (Ximenes, 2009). Bigarella *et al.* (1994) destacam que alguns termos encontrados na literatura, como depressões de intemperismo, painéis de intemperismo, marmitas (caldeirões), cacimbas e *gnammas*, têm sido utilizados para se referirem a essas feições.

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

No município de Quixadá é possível visualizar bacias de dissolução com preenchimento de água durante a quadra chuvosa (fevereiro-maio), propiciando o desenvolvimento de um microambiente e macrófitas aquáticas, e outras com preenchimento de sedimentos, sendo possível o desenvolvimento de árvores como a Carnaúba (*Copernicia prunifera*) e o Pau-branco (*Auxemma oncocalyx*), o que evidencia que há profundidade suficiente para o desenvolvimento das raízes.

Uma tese difundida é a de que os tanques naturais podem ter sido utilizados como bebedouros naturais para os grandes animais, e que estes podem ter caído na tentativa de obter água ou depois de mortos terem sido arrastados por chuvas torrenciais, e, na sequência, recobertos e preservados por sedimentar proveniente do intemperismo das rochas cristalinas regionais (Paula Couto, 1980).

Cartelle (1999) acredita que no final do Pleistoceno e início do Holoceno, na região intertropical do Brasil não amazônico, a área que hoje é ocupada pela caatinga tenha sido de cerrado.

Essas teses embasam as explicações sobre a ocorrência de animais da megafauna evidenciada pela descoberta de fósseis no semiárido cearense, conforme evidenciam Ximenes (2009), Valli (2016) e Cardoso *et al.* (2018), que apresentam, respectivamente, os levantamentos realizados nos municípios de Itapipoca, Mauriti e Irauçuba.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa adotou uma abordagem quali-quantitativa, pois além de levantar dados a partir da identificação de microformas do tipo *gnammas*, produziu dados numéricos sobre sua ocorrência e localização.



As etapas metodológicas do trabalho ocorreram da seguinte forma:

Partiu-se de um levantamento bibliográfico sobre a gênese e evolução dos relevos graníticos do Ceará, com ênfase no batólito Quixadá. A posteriori, foi realizada a caracterização climática da área de estudo.

Foram realizadas incursões de campo objetivando a identificação e análise das microformas graníticas do tipo *gnammas*/bacias de dissolução. Por fim, foram produzidos dados georreferenciados com o uso de Sistema de Posicionamento Global (GPS) de *gnammas* nos *inselbergs* de Quixadá.

Para a classificação do tipo de tanque (Quadro 01), assim como o tipo de fundo (Quadro 2) foram usadas as metodologias de Santos (2021) *apud* Waldherr *et al.* (2017).

**QUADRO 01** - Classificação quanto ao tipo de Tanque

TIPO DE TANQUE/ CALDEIRÕES	CARACTERÍSTICAS	GENESIS
Tanque natural, forma não fluvial do tipo raso	São depressões naturais produzidas em superfícies horizontais e/ou sub- horizontais do substrato rochoso cristalino. São pouco profundos, com carácter esférico ou elipsoidal raramente cônico	Está relacionado às condições sub-edáficas e ao processo de migração e concentração de cargas.
Tanque natural, forma não fluvial do tipo escarpado	São depressões naturais produzidas sub superfícies inclinadas, verticais ou subverticais, no substrato rochoso cristalino. Apresentam formas ocas estreitas, balizadas por paredes íngremes. Geralmente são fundos e alongados	Está relacionado às condições sub-edáficas, associadas à sistemas de fratura-diáclases. São encontrados no entorno de inselbergs.
Caldeirões ou marmitas fluviais	Morfologia cônica ou cilíndrica e apresentam maior profundidade que as formas não fluviais.	Originam-se apenas em condições subaéreas e são associados quase sempre ao trabalho de erosão em leitos de rios.

**FONTE:** Santos (2021) adaptado de Waldherr *et al.* (2017, p. 475).



**QUADRO 2** - Classificação quanto ao tipo de fundo

TIPO DE FUNDO	CARACTERÍSTICAS
Tanque de fundo côncavo	São esféricos e se desenvolvem em superfície suavemente inclinada.
Tanque de fundo plano	É pouco profundo e apresenta fundo plano.
Tanque em poltrona	São os tanques que possuem uma secção transversal assimétrica à linha de máxima pendente. Na parte superior, as paredes do tanque têm a maior altura que na na inferior, onde se localiza o exutório.

**FONTE:** Adaptado de Santos (2021) *apud* Waldherr et al. (2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os meses de setembro de 2024 e fevereiro de 2025, levantamentos realizados no Município de Quixadá revelaram exemplares de *gnammas* ímpares no território, conforme apresentado a seguir:

### *Tanque do Lemos*

Latitude: - 04° 95' 84,14''

Longitude: - 39° 01' 87,59''

O tanque do Lemos (Figura 1) está localizado nas imediações de um *inselberg* de dissolução (tipo 1) conhecido como Pedra do Herval, situando-se a cerca de 1,4 km a noroeste da sede municipal de Quixadá. Recebe esse nome devido a trilha que dá acesso ao tanque ser conhecida como Trilha do Lemos.



**FIGURA 1** - Tanque do Lemos

**FONTE:** Autores (2025).



A bacia de dissolução apresenta cerca de dez metros de comprimento, não foi possível medir sua profundidade devido ao difícil acesso ao fundo do tanque. Além disso, apresenta também um barramento em alvenaria, apontando que em algum momento esta cavidade foi utilizada como ferramenta de convivência com o semiárido, servindo como armazenamento de água. A presença de sedimentos e de acúmulo de água durante a quadra chuvosa em seu interior foi capaz ainda de favorecer o crescimento da fauna.

Essas características como o difícil acesso e presença de vegetação assemelha-se a tese de Paula Couto (1980). Segundo a autora, esses animais da megafauna podem ter caído na tentativa de obter água e devido às condições morfológicas da marmitta. Quanto a sua classificação, trata-se de um tanque natural, forma não fluvial do tipo escarpado, que ocorre de forma natural em lajedado e apresenta fundo côncavo.

### ***Tanques da Caverna dos Ventos***

Latitude: - 04° 59' 20.9''

Longitude: - 39° 04' 05.3''

Os tanques da Caverna dos Ventos (Figura 2) encontram-se no sopé de um *inselberg* de dissolução (tipo 1) nas imediações do Açude Cedro, a 5,5 km a oeste da cidade de Quixadá. Consistem em duas bacias de dissolução adjacentes, a maior com cerca de seis metros e a menor com dois metros. Não foi possível medir a profundidade dos tanques devido a quantidade de material orgânico presente no fundo da cavidade.

**FIGURA 2** - Tanques da Caverna dos Ventos



**FONTE:** Autores (2025).



Dada a morfologia das duas cavidades, teoriza-se que em algum momento no futuro, devido aos processos de intemperismo ao qual estão submetidas, ambas as cavidades se transformarão em uma unidade.

Sobre as características dos exemplares encontrados, trata-se de tanques naturais, forma não fluvial do tipo escarpado, que ocorre de forma natural em lajedo. Não foi possível definir o tipo de fundo, pois ambos estavam preenchidos por água.

### ***Tanques do Mirante Pedra dos Ventos***

Latitude: - 05° 04 '41.2''

Longitude: - 39° 02' 34.0''

Os tanques do Mirante Pedra dos Ventos (Figura 3) encontram-se no topo da Serra dos Ventos, forma de relevo do Domínio Serrano, no distrito de Juatama, a 19 km ao sul de Quixadá. Possui esse nome devido à proximidade com um geossítio de nome homônimo do Projeto Geoparque Sertão Monumental.

**FIGURA 3** - Tanques do Mirante Pedra dos Ventos



**FONTE:** Autores (2025)

O lajedo onde se encontram, apresenta quatro exemplares de cavidades que variam de quatro a sete metros de comprimento. Devido a inclinação da área, existe um transporte de sedimentos que se acumulam nas cavidades, dessa forma não foi possível



medir a profundidade devido a presença de solo. Esse acúmulo de sedimentos favoreceu o crescimento de plantas arbustivas bem desenvolvidas, assim como de uma vegetação rupícola da caatinga.

São assim tanques naturais, não fluviais do tipo raso, que ocorrem de forma natural em lajedo. Não foi possível definir o tipo de fundo, pois ambos estavam preenchidos por sedimentos.

### ***Tanques Gruta do Magé***

Latitude: - 04° 94' 55,97''

Longitude: - 39° 02' 32,98''

Os tanques da Gruta do Magé (Figura 4) estão localizados em um lajedo nas imediações do Geossítio Gruta do Magé, situado a cerca de 2 km a norte da cidade de Quixadá. Em um lajedo de cerca de 2 mil metros quadrados, é possível observar uma série de bacias de dissolução de diferentes tamanhos e profundidades que ocorrem de forma desorganizada por toda a extensão do local. Foi observada presença de água e de vegetação em todas as cavidades encontradas, assim como a presença de diferentes quantidades de sedimentos.

Tratam-se de tanques naturais, de forma não fluvial do tipo raso, que ocorre de forma natural em lajedo e apresenta fundo côncavo.

**FIGURA 4** - Tanques Gruta do Magé



**FONTE:** Autores (2025)



### *Tanque do Sítio Casarão*

Latitude: - 4° 99' 23,48''

Longitude: - 39° 05' 10,64''

O tanque do Sítio Casarão (Figura 5) está localizado em um lajedo próximo a um antigo casarão abandonado na comunidade de São João dos Pompéu, situado a cerca de 5,4 km a sudoeste da cidade de Quixadá.

**FIGURA 5** - Tanque do Sítio Casarão



**FONTE:** Autores (2025)

Em um lajedo é possível observar uma bacia de dissolução de seis metros de comprimento e setenta centímetros de profundidade. Foi observada presença de água e de vegetação na cavidade, assim como a presença de um barramento em alvenaria. Mostrando que o barramento de bacias de dissolução é uma ferramenta de convivência com o semiárido.

Trata-se de um tanque natural, forma não fluvial do tipo escarpado, que ocorre de forma natural em lajedo, não foi possível observar o fundo devido a presença de água. Em todos os tanques levantados foi possível identificar a presença de sedimentos ao



fundo. A existência de processos de sedimentação proveniente do intemperismo das rochas cristalinas regionais, de acordo com Paula Couto (1980), é um fator que favorece a fossilização, pois recobre e preserva os animais ali contidos. A autora reforça a tese levantada nesta pesquisa de que fósseis da megafauna podem ser encontrados na região.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em áreas semiáridas com a ocorrência de uma geomorfologia predominantemente granítica, como a encontrada no território do Projeto Geoparque Sertão Monumental (PGSM), as bacias de dissolução podem representar áreas de relevante interesse científico.

Isso se deve ao fato de serem as áreas mais propícias à ocorrência de fósseis da megafauna Pleistocênica, pois possuem feições que permitem o acúmulo de águas, podendo ter atraído a passagem de animais durante o referido período.

Todas as ocorrências de fósseis já registradas na região ocorreram em bacias de dissolução, porém considerando o tamanho do território do PGSM, 5.345 km<sup>2</sup>, consideramos que este estudo, embora preliminar, pode orientar novos levantamentos e descobertas sobre a megafauna que habitava o atual semiárido.

## *Agradecimentos:*

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Funcap. Gostaríamos de agradecer também ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *campus* Quixadá, e ao Núcleo de Estudos Integrados em Geografia Ambiental, Geodiversidade e Geoinformação – NIGEO, aos quais os autores desta pesquisa estão vinculados.

## REFERÊNCIAS

- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** In: Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas, relevo cárstico e dômico. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994.
- 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.
- BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica.** Braga: Palimage Editores, 2005.



- BRILHA, J.B.R. **Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review.** *Geoheritage*, v. 8, n. 22, p. 119-134, 2016.
- CARDOSO, G.; VIANA, M. S. S.; OLIVEIRA, J. P.; ABREU, D.; CHAVES, A. P. P.; ARAÚJO, C. H. S. **Novos achados de mamíferos pleistocênicos em Irauçuba, Ceará, Nordeste, Brasil.** *Estudos Geológicos*, v. 28, n. 2, p. 53-67, 2018.
- FREITAS, L. C. B.; MONTEIRO, F. A. D.; FERREIRA, R. V.; MAIA, R. P. (Org.). **Geoparque Sertão Monumental - CE: proposta.** Fortaleza: CPRM, 2019.
- GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature.** Londres: John Wiley & Sons Ltda, 2004.
- HALL, A. M.; PHILLIPS, W. M. **Weathering pits as indicators of the relative age of granite surfaces in the Cairngorm mountains, Scotland.** *Geografiska Annaler*, v. 88, n. 2, p. 135-150, 2006.
- MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L.; BEZERRA, F. H. R.; CASTRO, H. C.; MEIRELES, A. J.; ROTHIS, L. M. **Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, n. 2, p. 239 - 253, 2015.
- MAIA, R. P.; BASTOS, F. de H. NASCIMENTO, M. A. L. **Paisagens graníticas do Nordeste brasileiro.** Fortaleza: Edições UFC, 2018.
- MANSUR, K. L. **Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica.** In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). *Geoturismo, geodiversidade e geoconservação: abordagens geográficas e geológicas.* São Paulo: Oficina de Textos, 2018.
- MATMON, A.; MUSHKIN, Y.; ENZEL, T.; GRODEK, ASTER, T. **Erosion of a granite inselberg, Gross Spitzkoppe, Namib Desert.** *Geomorphology*, v. 201, p. 52-59, 2013.
- MONTEIRO, F. A. D.; MAIA, R. P.; SOUZA, A. S. V.; GOMES, E. L. M.; MANSUR, K. L. **Geoparque Sertão Monumental – Território Dos Inselbergs.** *Caderno de Geografia*, v. 33, n.75, 2023.
- NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. **Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo.** *Revista Equador*, v. 4, nº 03, p. 01-22, 2015.
- OLÍMPIO, J. L. S.; MONTEIRO, F. A. D.; FREITAS, L. C. B.; ALMEIDA, L. T. de; ALCÂNTARA, A. P. de; LOUREIRO, C. V.; NASCIMENTO, M. L; MAIA, R. P. **O que sabemos sobre os inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil?.** William Morris Davis - *Revista de Geomorfologia*, v. 2, n. 1, p. 19- 42, 2021.
- PAULA COUTO, C. **Fossil Pleistocene to Sub-Recent Mammals From Northeastern Brasil: I – Edentata, Megalonychidae.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 52, n.1, p. 144-151, 1980.
- RODRIGUES, M. L., FONSECA, A. **A valorização do geopatrimônio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais.** In: *Anais do Colóquio Ibérico de Estudos Rurais: Cultura, Inovação e Território*, 7, p. 1-14, Coimbra, 2008.
- SANTOS, J. **Os tanques e lagoas pleistocênicas como importantes ambientes lacustres e deposição aquática formadores de fósseis da megafauna dos sertões da Paraíba.** *Arqueologia e Paleontologia*. Queimadas, PB. Gráfica Cópias e Papéis, 2021.
- TWIDALE, C. R. **The two-stage concept of landform and landscape development involving etching: origin, development and implications of an idea.** *Earth-Science Reviews*, v. 57, p.37-74, 2002.
- UNESCO - **Geociências e Geoparques Mundiais da UNESCO no Brasil.** 28 de Março de 2024. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/node/104598> Acesso em: 24 de maio de 2024.
- VALLI, A. M. F. **Descoberta de Restos Fósseis de Preguiça Gigante no Município de Mauriti, CE, Brasil.** *Fundamentos*, v. 13, p. 31-59, 2016.
- WALDHERR, F. R.; ARAÚJO-JÚNIOR, Hermínio I.; RODRIGUES, Sérgio WO. **Origem e morfologia dos tanques naturais do Nordeste do Brasil.** *Pesquisas em Geociências*, v. 44, n. 3, p. 467-488, 2017.
- XIMENES, C.L. **Tanques Fossilíferos de Itapipoca, CE - Bebedouros e cemitérios de megafauna pré-histórica.** In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.* Brasília: CPRM, 2009.



# O SUPORTE DA GEODIVERSIDADE PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICO BIÓTICOS EM ÁREAS DE MANGUEZAIS NO MUNICÍPIO DE RAPOSA-MA, BRASIL

Thiara Oliveira Rabelo <sup>1</sup>  
Nayara Marques Santos <sup>2</sup>  
Diógenes Félix da Silva Costa <sup>3</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Serviços ecossistêmicos. Geodiversidade; Manguezais; Raposa - MA.

## RESUMO

Os ecossistemas são compreendidos como um complexo de elementos bióticos e abióticos que interagem constantemente apresentando funções ecológicas que sustentam seu funcionamento e prestando serviços ecossistêmicos que beneficiam diretamente a sociedade. Neste complexo, destacamos os manguezais e sua importância para a manutenção da vida marinha, para a proteção da zona costeira e para a sobrevivência de comunidades ribeirinhas e oferta de outros serviços econômicos. No município de Raposa-Ma, os manguezais compreendem uma grande extensão territorial e prestam diversos serviços para a sociedade local, como a pesca, a mariscagem, o turismo de natureza conforme identificado por Santos (2022). Porém é notório o suporte da geodiversidade para a prestação destes serviços ecossistêmicos através da ação das correntes de marés, ondas, ventos etc. Este trabalho tem como foco discutir como parâmetros como salinidade, temperatura, umidade e granulometria podem dar suporte para a prestação dos serviços ecossistêmicos bióticos nos manguezais de Raposa-MA. Estas análises foram feitas tendo como base metodológica CICES (2013), GRAY (2013), levantamentos bibliográficos, análises laboratoriais e atividades de campo. Para o município de Raposa foram identificados serviços na categoria de provisão, regulação, culturais e de conhecimento. Em relação ao suporte da geodiversidade observou-se que a temperatura manteve-se constante (29° a 32° C) e a umidade (9 a 90%) mais alta está associada as áreas de bosque de mangue, que apresentam uma grande oferta de serviços de provisão e culturais. A salinidade da área variou de 30 a 35 ppm e nas áreas com maior salinidade observou-se a vegetação de mangue com menor porte. Esta característica do porte vegetacional do mangue também se associa a granulometria, em áreas onde os sedimentos são mais finos e argilosos os bosques de mangues são mais robustos, aumentando assim a oferta de

- 1** Doutora em Geografia e professora colaboradora do GEOCERES/UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [thiarageo2@gmail.com](mailto:thiarageo2@gmail.com)
- 2** Doutora em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [nayaramarques3@hotmail.com](mailto:nayaramarques3@hotmail.com)
- 3** Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - URN, [diogenesgeo@gmail.com](mailto:diogenesgeo@gmail.com)



serviços nestas áreas. A interação geodiversidade-biodiversidade é interdependente e complexa no manguezal de Raposa-MA e reflete a importância de cada vez mais análises integrativas que visem conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

## INTRODUÇÃO

A importância da geodiversidade vem sendo foco de discussão em diferentes aspectos no âmbito das ciências ambientais, como a sua importância para o homem, o seu valor científico e patrimonial para a história da Terra, os riscos a que o geopatrimônio está expostos frente as mudanças climáticas, assim como a sua relação de “simbiótica” com a biodiversidade.

Esta relação geodiversidade-biodiversidade é abordada desde os primórdios na ciência geográfica por geógrafos como Paul Vidal de La Blache, Alexander Von Humbolt e tantos outros que correlacionaram através de uma perspectiva sistemática elementos da físicos e bióticos que compõe a natureza para a compressão dos sistemas ambientais.

Atualmente, pesquisadores como Rabelo (2018), Guedes, Santos e Costa (2019), Ren, Lü, Hu, e Yin (2021), Santos (2022), Tukiainen., Maija, e Tuija (2023), Ribeiro et al (2024), Sá e Carvalho (2024), debruçaram-se para analisar as relações da geodiversidade com a biodiversidade e suas relações de suporte para a manutenção de ecossistemas. Aqui destacamos o ecossistema manguezal, ambientes de alta importância ecológica devido a serem reconhecidos como berçários para a vida marinha, fonte de alimentação para populações ribeirinhas, atenuadores de ações erosivas e de elevação do nível das marés em áreas costeiras, armazenamento de carbono etc.

Para Guedes, Santos e Costa (2019) a importância da geodiversidade nos serviços ecossistêmicos está em englobar a variabilidade dos processos naturais ativos que modelam as paisagens incluindo os elementos estruturais abióticos e bióticos. A diversidade dos tamanhos de partículas, a inclinação dos terrenos, os fatores oceanográficos e climáticos têm relação direta com a prestação dos serviços prestados pela biodiversidade dos manguezais. Compreender estas relações não demonstram apenas a importância da conservação da geodiversidade no âmbito do geopatrimônio, mas também de sua conservação em áreas que devem ser legalmente protegidas devido a sua capacidade de suporte para estes ecossistemas, como é o caso dos manguezais, considerados pela legislação brasileira áreas de proteção permanente (APP).

Conforme destacam Ribeiro et al (2024), o Brasil, notadamente os Estados do Maranhão, Pará e Amapá, possui a maior área contínua de manguezais do mundo, abrangendo aproximadamente 8.900 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de metade está localizada no Maranhão. Nesta pesquisa, destacamos o município de Raposa, localizado na porção



norte da Ilha do Maranhão. Este município é formado por uma porção considerável dos manguezais da Ilha e tem a maior parte de suas características culturais e socioeconômicas associadas ao manguezal.

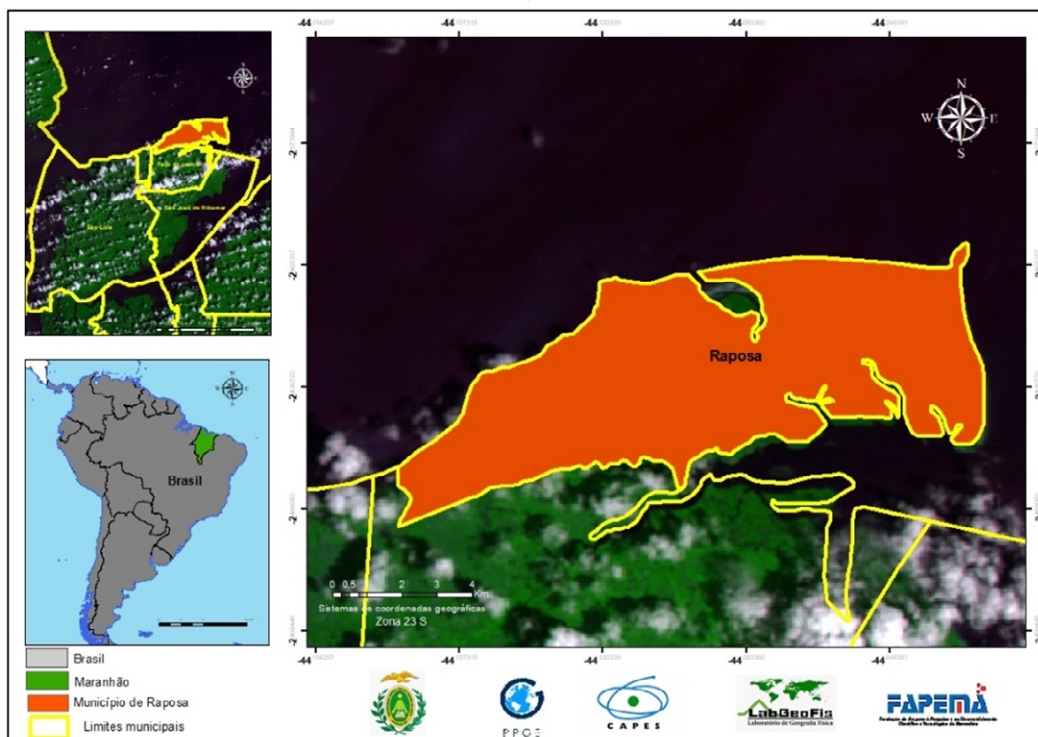
Este trabalho, vem discutir como parâmetros como salinidade, temperatura, umidade e granulometria podem dar suporte para a prestação dos serviços ecossistêmicos bióticos nos manguezais de Raposa-MA, a partir de pesquisas realizadas na área por Santos (2022). As correlações apresentadas nesta pesquisa são importantes não apenas para validar a importância de suporte da geodiversidade na prestação dos serviços bióticos do manguezal, mas também para pensarmos no uso, no manejo e na conservação destes ecossistêmicas de uma forma mais sustentável devido a sua importância para as sociedades, principalmente em tempos de mudanças climáticas.

## METODOLOGIA

### ÁREA DE ESTUDO

O município de Raposa está localizado no setor nordeste da Ilha do Maranhão (Figura 1), juntamente com os municípios de São Luís, Paço do Lumiar e São José de Ribamar. O município compreende área aproximada de 64 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010), situado entre o limite das coordenadas: S 2º21' a S 2º32' e W 44º00' a W 44º12'. As principais atividades socioeconômicas da Raposa, estão relacionadas a pesca, artesanato e turismo (Santos, 2022).

**FIGURA 1** – Localização da área de estudo



**FONTE:** Rabelo, Lima e Nascimento (2024).



As principais características da geodiversidade das áreas ocupadas pelos manguezais do município de Raposa, estão descritas no quadro 1 e contribuem para compreendermos melhor o ecossistema manguezal da área de estudo.

**QUADRO 1-** Principais características da geodiversidade associadas ao manguezal da área

<b>CLIMA</b>	Tropical Úmido (Aw)	Precipitação anual de 2.200 mm a 2.500mm, principalmente entre os meses de janeiro a maio . Predomínio dos ventos alísios. A temperatura anual da água, a média é de 28,20°C, e a mais baixa é registrada em 27,40° C (Alvares et al, 2013; Pinheiro, 2017; Feitosa, 1996; Climate Data-Org, 2020).
<b>GEOLOGIA</b>	Depósitos de Pântanos e Mangues	São constituídos, predominantemente, por sedimentos lamosos (argila e silte), de coloração cinza, não adensados, maciços e bioturbados (Rodrigues et al, 1994).
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	Planícies flúvio-marinhas	Caracterizadas pela superfície plana, com variações de microrelevo; zona de contato entre os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituída de depósitos argiloarenosos e argilosos, baixa drenagem, temporariamente inundáveis pelo efeito da maré, com padrão de canais bastante meandantes e divagantes (CPRM, 2018; Bandeira, 2013).
<b>SOLOS</b>	1. Organossolos Tiomórficos 2. Gleissolos Háplicos	1.Possuem altos teores de composto de enxofre; 2.Solos de baixa drenagem, fortemente ácidos, pouco profundos e de textura argilosa
<b>HIDROGRAFIA</b>	Associada a rios e praias	Drenada pela bacia hidrográfica do rio Paciência a sudeste; no setor leste, a drenagem está relacionada às praias e pequenos a corpos hídricos (Araújo, Tele e Lago, 2009).
<b>OCEANOGRAFIA</b>	Costa do tipo Macromaré	Marcada por variações médias de 4m e máxima superior a 7m, com média de 6m, as correntes de marés máximas são superiores a 4 m/s. O litoral da área está sob influência das correntes marinhas na direção E-W (Feitosa,1996; Mochel,1997; Texeira; Souza filho, 2009).

**FONTE:** Elaborado pelos autores.

Em relação a biodiversidade, é importante destacarmos que a vegetação presente no manguezal do município de Raposa, se destaca pela presença das espécies *Rhizophora mangle* Linnaeus (1753) (mangue vermelho), *Avicennia germinans* L. (mangue preto, siriúba ou canoé), *Laguncularia racemosa* C.F. Gaert (1807) (mangue branco, tinteiro ou manso), *Conocarpus erectus* L. (mangue de botão).



No que se refere a fauna, Santos (2022) destaca principalmente, as seguintes espécies:

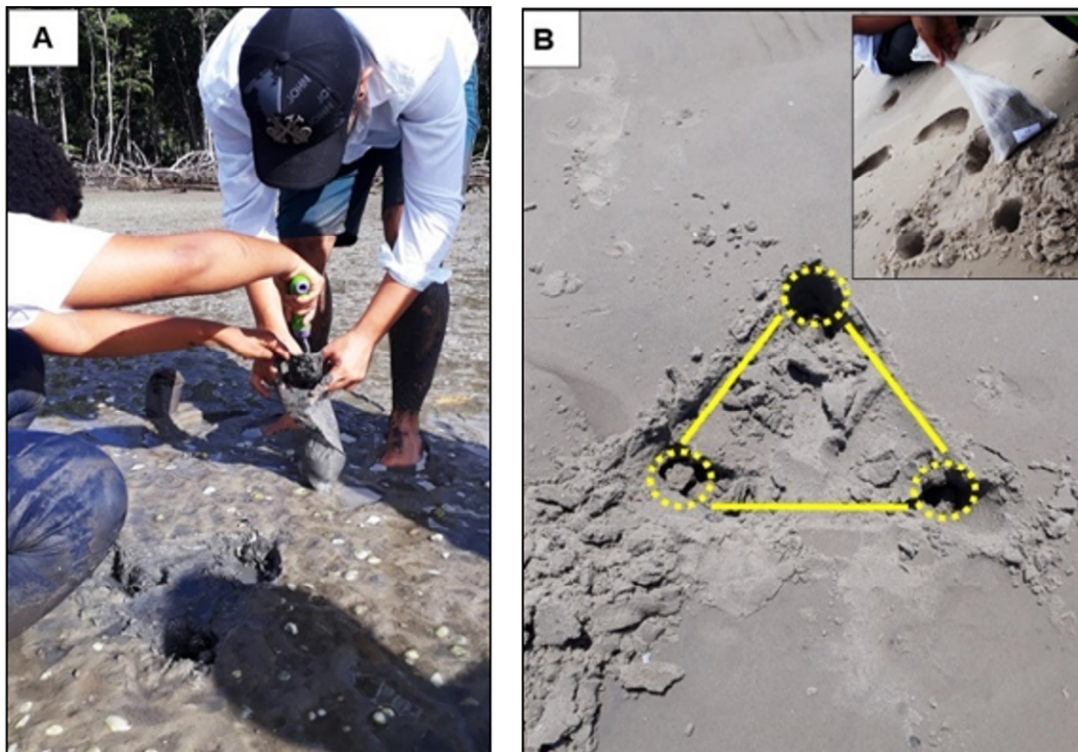
- a. Mariscos: sarnambi (*Anomalocardia brasiliensis* Gmelin, 1791), tarioba (*Iphigenia brasiliensis* Lamarck, 1818), sururú (*Mytella falcata* Orbigny, 1846) e ostra (*Crassostrea rhiphorozae* Guilding, 1828)
- b. Crustáceos: camarão (*Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936), siri (*Callinectes spp.* Stimpson, 1800), caranguejo (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763), aratu vermelho e preto (*Goniopsis cruentata* Stimpson, 1860) e turú (*Neoteredo sp.* Bartsch, 1920).

Para melhor compreensão sobre a distribuição da biodiversidade nos manguezais da área, foram escolhidos alguns critérios geológicos, climáticos e oceanográficos para uma análise mais detalhada sobre a relação da geodiversidade e dos serviços ecossistêmicos bióticos ofertados pelo manguezal, descritos no tópico seguinte.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho tem como foco discutir como parâmetros como salinidade, temperatura, umidade e granulometria podem dar suporte para a prestação dos serviços ecossistêmicos bióticos nos manguezais de Raposa-MA. Estas análises foram feitas tendo como base metodológica CICES (2018), GRAY (2013), levantamentos bibliográficos, análises laboratoriais e atividades de campo (Figura 3).

**FIGURA 3** – Atividades de campo para coleta de dados



**FONTE:** Acervo de Santos (2022)



Quanto à identificação dos SEs do manguezal, foi elaborado um *checklist* preliminar a partir da bibliografia sobre os serviços prestados na área e a aplicação de entrevistas semiestruturadas. A categorização dos serviços foi realizada com base na proposta internacional de classificação dos SEs, denominada *Common International Classification Ecosystem Services V. 5 – CICES* (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018).

A definição dos parâmetros da geodiversidade foi realizada a partir da análise de procedimentos metodológicos em pesquisas relacionadas à avaliação da influência dos aspectos abióticos sobre elementos bióticos em manguezais e estuários.

Para avaliar a relação entre áreas de oferta de serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal da Raposa e os elementos da geodiversidade analisados, foram realizados testes para análises descritivas e multivariadas. Todas as análises estatísticas desta pesquisa foram realizadas com auxílio dos pacotes livres do software R v.3.1.0 (*R Core Team*, 2015),

Para modelagem da relação entre esses dados, utilizou-se a ferramenta *RAW Graphics* (MAURI et al., 2017), aplicativo da web de código aberto para a criação de visualizações de dados estatísticos. O modelo de gráfico escolhido para representação das informações é o “*Alluvial Diagram*”, pois mostra as correlações entre as dimensões categóricas, representando-as como fluxos, de modo a vincular visualmente as categorias dos itens analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bens produzidos pelo manguezal para sociedade são resultantes da combinação de processos envolvendo elementos bióticos e abióticos, tem-se um cenário em que fica evidente a relação de dependência da geodiversidade para a prestação dos serviços deste ecossistema, destacando-se principalmente a contribuição da geologia, geomorfologia, clima e de fatores oceanográficos (Rabelo et al, 2018).

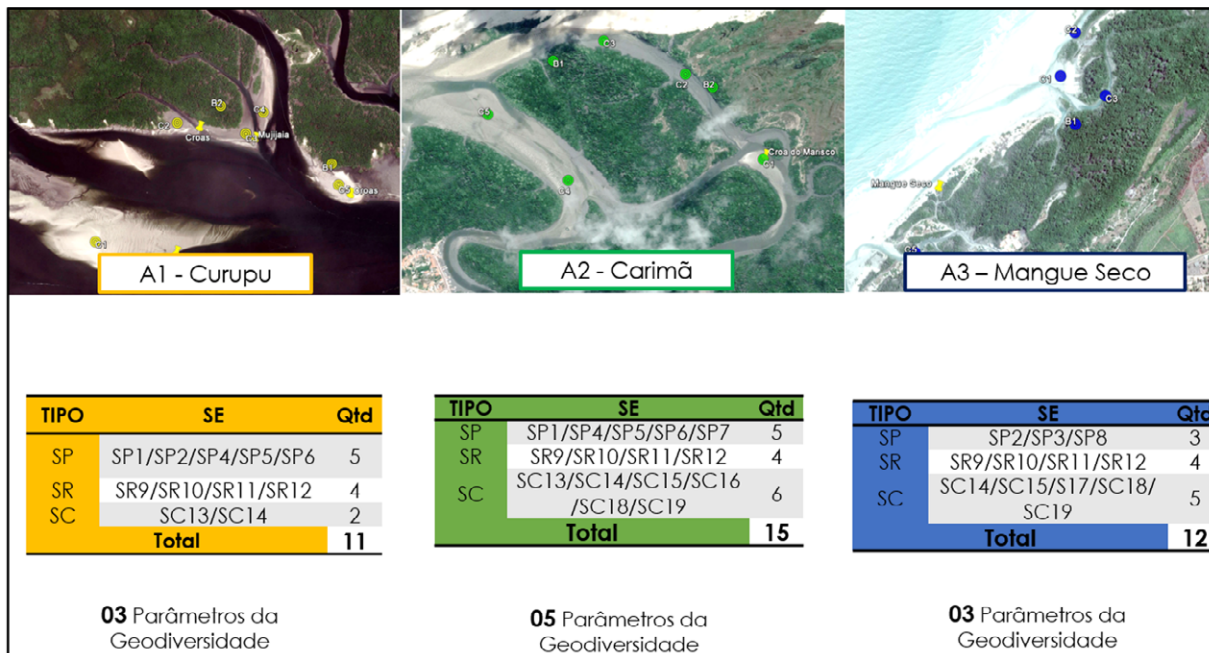
Esta relação se dá de uma forma direta e que em muitos aspectos não está visível em seus detalhes a olho nu e que necessita de mensurações específicas, como as realizadas por Santos (2022). A análise da geodiversidade local, no contexto da oferta de serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal da Raposa, baseou-se na proposição de Cañadas e Flaños (2007). Os autores afirmam que, a depender da escala de análise e aplicação dos estudos, a hierarquia dos elementos da geodiversidade se apresentam de formas distintas.

Neste estudo, considerou-se a geodiversidade de partículas (elementos individuais e aqueles sem dimensão espacial: minerais, partículas sedimentares, energia do processo.



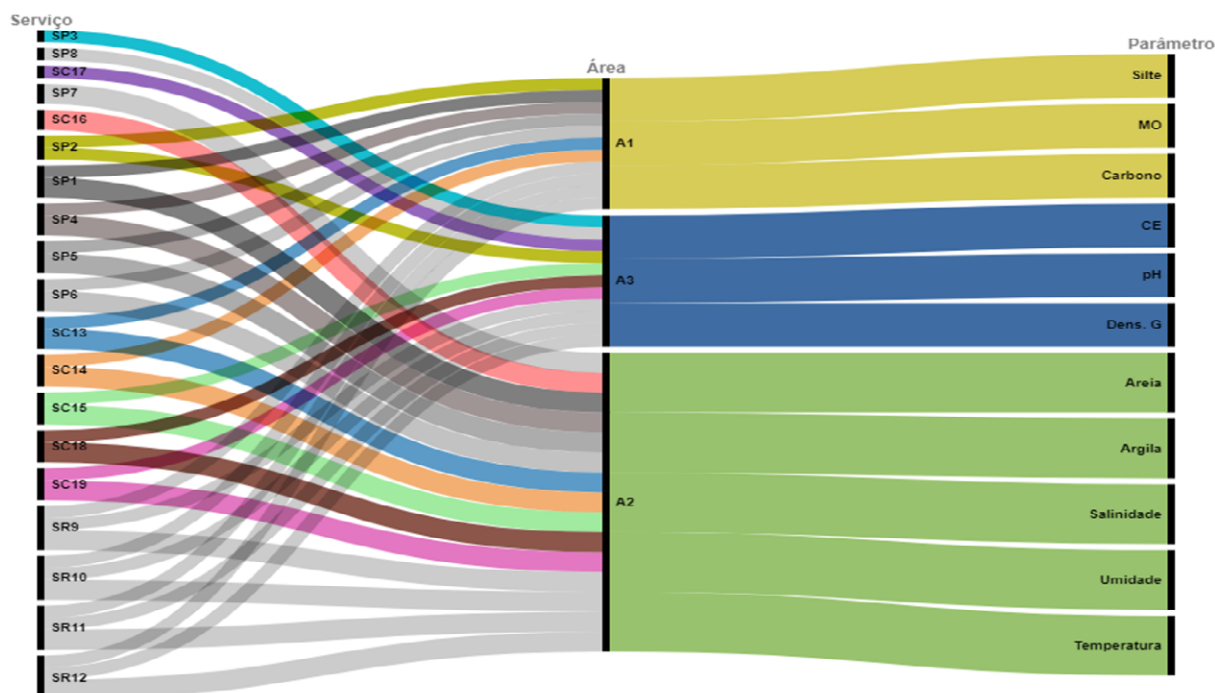
A partir da identificação dos serviços ecossistêmicos prestados e da análise dos dados da geodiversidade no manguezal da Raposa, através das análises estatísticas foi possível relacionar a geodiversidade de partículas com a distribuição da oferta de SEs (Figura 2) nas três áreas - A1|Curupu, A2|Carimã e A3|Mangue Seco (Figura 3).

**FIGURA 2** – Representação da quantidade de SEs identificados por setor x quantitativo de parâmetros da geodiversidade associados.



FONTE: Adaptados de Santos, 2022.

**FIGURA 3** – Modelagem da relação entre os serviços (código do SEs) e área de ocorrência (A1/A2/A3), considerando o parâmetro que mais se relacionou com a área



FONTE: Santos, 2022.

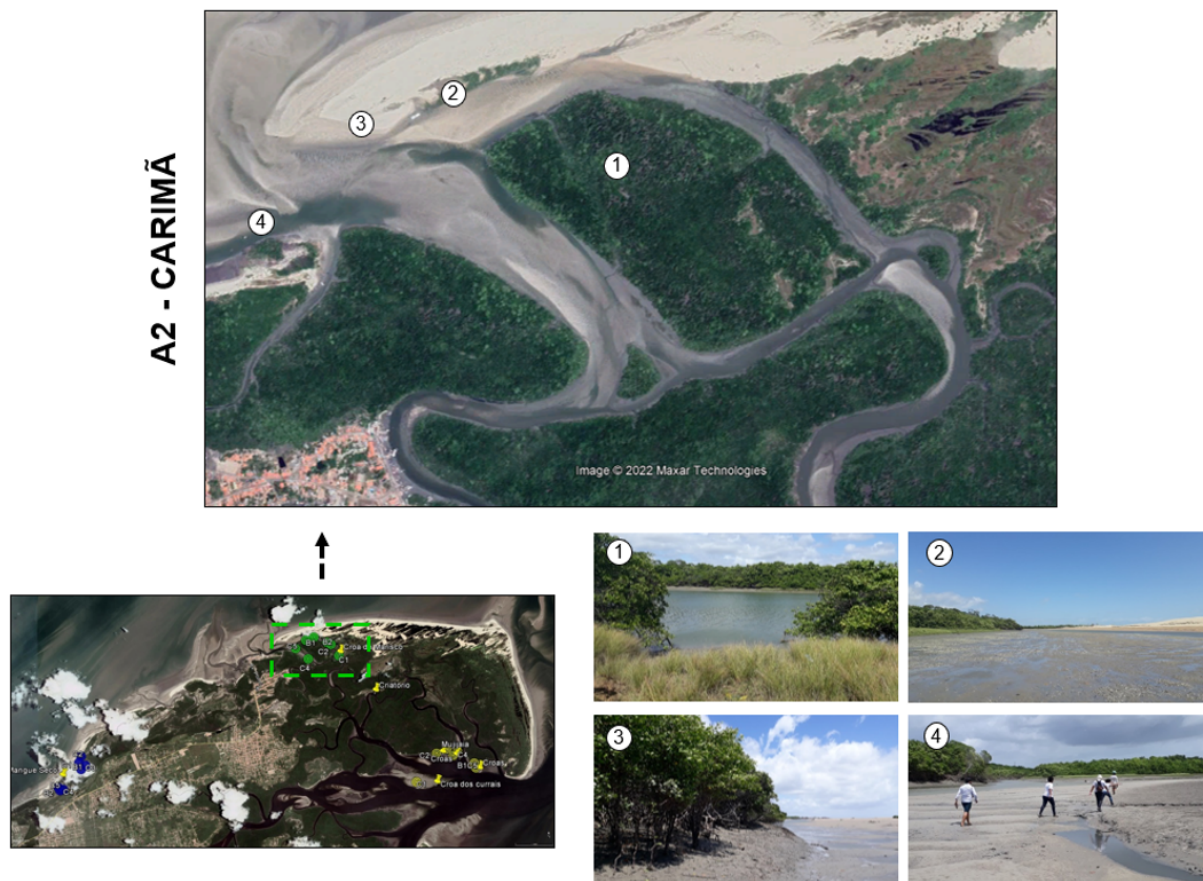


A partir do gráfico, é possível identificar que A2 apresentou maior combinação de partículas da geodiversidade (areia, argila, salinidade, umidade, temperatura) na oferta de SEs. Já A1 e A3 apresentaram diversidade semelhante, no que se refere aos parâmetros abióticos; contudo, ofertas distintas para os serviços. É importante ressaltar que a ocorrência de um parâmetro não exclui a ocorrência dos outros, uma vez que a análise apenas indica quais apresentaram maior relação com cada área.

Durante a análise, cinco dos 11 parâmetros verificados foram preponderantes na Área 2 - Carimã: areia, argila, salinidade, umidade e temperatura. Fato associado à influência marcante da dinâmica da praia e do campo de dunas com o manguezal, e aos canais de maré, no retrabalhamento das partículas nestas unidades.

De acordo com Guzmánalvis *et al.* (2006), ambientes mais dinâmicos e expostos a fortes correntes apresentam baixo teor de matéria orgânica e granulometria mais grossa, enquanto áreas abrigadas apresentam taxas elevadas de concentração de MO e sedimentos finos. Aspectos observados em Carimã (Figura 4), que apresentou predominância de areia e argila, e baixo teor de matéria orgânica, em comparação às três áreas.

**FIGURA 4** – Imagens de satélite e registros fotográficos da área de Carimã



**FONTE:** Adaptado de Santos (2022)



Foi possível identificar os mesmos serviços encontrados em A1 – Curupu (SP1, SP4, SP5, SP6), com expressividade menor na paisagem, principalmente nos bancos areno-argilosos, localizados próximo ao canal das dunas de Carimã. A vegetação de mangue apresenta um porte mais baixo, quando comparado a Curupu e ocorrência expressivas de *L. racemosa* e *A. germinas*, indicando mudança na granulometria dos sedimentos e na salinidade.

As flutuações de salinidade exercem influência sobre os padrões de distribuição temporal, o que representa um dos fatores ecológicos mais importantes na influência da biologia de estágios planctônicos de organismos estuarinos, como as ostras e sururus. Quando esses organismos estão expostos à salinidade próxima ao limiar de tolerância, ocorre o aumento do custo metabólico para a sobrevivência, fato que resulta na sua mortalidade e/ou diminuição do crescimento (FRANÇA *et al.*, 2013; GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Na área, foram identificados: os crustáceos do gênero *Callinectes* sp, que têm maior capacidade de locomoção, quando comparados aos caranguejos, sendo a salinidade um fator importante na distribuição dessas espécies no ambiente; e os do gênero *Anomalocardia brasiliiana*, que vivem enterrados a uma profundidade de 5cm do substrato, principalmente em áreas com predominância de sedimentos arenosos ou areno-argilosos (NUNES, 2013).

A temperatura desempenha importante papel sobre os organismos aquáticos, afetando principalmente seu crescimento, taxa de alimentação, metabolismo, sobrevivência e reprodução; na área, se manteve constante, não apresentou variações significativas. Em contrapartida, a umidade acompanhou as variáveis de salinidade e temperatura na região, possivelmente coincidindo com as maiores taxas evapotranspiração. Os níveis de umidade do solo afetam o teor de oxigênio, a salinidade e a presença de substâncias tóxicas.

Os pontos mensurados com umidade mais alta, estão relacionados a áreas de bosque de mangue ou entornos, visto que a estrutura das árvores e as condições granulométricas do substrato, associada à dinâmica das marés, auxiliam na retenção de água no solo.

A análise integrada da geodiversidade de partículas e dos serviços ecossistêmicos (SEs) no manguezal da Raposa, com base nos parâmetros abióticos (areia, argila, salinidade, umidade e temperatura) e na distribuição espacial das áreas (A1, A2, A3), demonstrou que a Área 2 (Carimã) se destacou pela maior diversidade de partículas e oferta de SEs, impulsionada pela dinâmica costeira (dunas, canais de maré) e condições sedimentares.

Estas constatações na área de estudo e o aprofundamento teórico com base em pesquisas citadas anteriormente, nos proporcionam a atualização de alguns fatores na relação geodiversidade-biodiversidade nos manguezais, proposto por Rabelo *et al* (2018), destacados a seguir no quadro 2 nas colunas “fatores” e “influência no manguezal”.



**QUADRO 2-** Elementos da geodiversidade e sua influência nos serviços bióticos prestados pelo manguezal.

ELEMENTOS DA GEODIVERSIDADE	FATORES	INFLUÊNCIA NO MANGUEZAL	SERVIÇOS BIÓTICOS INFLUENCIADOS
CLIMA	Temperatura	- Influencia no crescimento, taxa de alimentação, metabolismo, sobrevivência e reprodução de espécies.	- Pesca, coleta de caranguejo e mariscos, extração de madeira; regulação climática.
	Umidade	- Afeta o teor de oxigênio, a salinidade e a presença de substâncias tóxicas.	
	Pluviosidade	- Condicionam a diversidade e ocorrência da flora e fauna.	
	Evapotranspiração		
GEOLOGIA	Sedimentos (granulometria)	- Devido a sua estrutura, favorecem: os processos biológicos e geoquímicos; a sedimentação para formação do substrato; incorporação da matéria orgânica; diversidade de espécies de caranguejo. - Interferência na maior ou menor expressividade da vegetação de mangue.	- Acúmulo de carbono; manter populações e habitats de berçário; coleta de caranguejo.
RELEVO	Topografia	- O relevo plano favorece a diminuição da força das águas, permitindo a dissolução da água salgada; e a deposição de sedimentos finos (areia, silte e argila) para formação das planícies maré.	- Estabilização e controle de taxas de erosão; proteção da linha de costa.
HIDROLOGIA	Aporte Fluvial	- Dissolução da água salgada; aporte de sedimento e nutriente.	- Diversidade de fauna e flora do manguezal.
OCEANOGRAFIA	Ondas	- A baixa energia de ondas favorece o desenvolvimento deste ecossistema.	- Recuperação das áreas de manguezal degradado através da utilização de propágulos.
	Marés	- Entrada de água salgada no estuário; renovação da água e do oxigênio; aporte de nutrientes; manutenção dos níveis de sal.	- Pesca, diluição de substâncias provenientes do despejo de esgotos; criação de mariscos.
	Salinidade	- Limita a ocorrência das glicófitas; necessário para processos fisiológicos das halófitas; quando se apresenta em altos níveis no solo, limita o desenvolvimento estrutural do manguezal. - <b>Influência na distribuição e sobrevivência de espécies faunísticas do manguezal.</b>	- Utilização das plantas do mangue para alimentar gado; os serviços de provisão de pesca são limitados pela menor diversidade da fauna (ambientes hipersalinos).

**FONTE:** Adaptado de Rabelo et al 2018 pelos autores.



Conforme destacam Rabelo et al ( 2018) relacionar os aspectos abióticos em um ecossistema onde a biodiversidade se destaca de forma mais intensa, é essencial para pensarmos a gestão de áreas de manguezais de forma mais completa, posto que a geodiversidade mesmo não sendo o fator que visualmente mais se destaca nestes ambientes, desempenha papel importante para estes ecossistemas. O que nos leva a necessidade de amadurecer nossas reflexões sobre uma gestão ambiental mais integrada no que de refere a conservação destas áreas no nosso país.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geodiversidade influencia a prestação de serviços ecossistêmicos em múltiplas escalas, mas a extração dos serviços depende de fatores socioambientais e de acessibilidade. Em Mangue Seco, por exemplo, embora os parâmetros abióticos (como granulometria e salinidade) e a presença de espécies indicadoras (crustáceos e moluscos) sugerissem potencial para serviços de provisão, a ausência de exploração desses recursos pela comunidade local, indica uma desconexão entre capacidade ecossistêmica e a extração do serviço.

A predominância de sedimentos arenosos e flutuações de salinidade em Carimã refletiram-se na biota adaptada (ex.: *Callinectes* sp., *Anomalocardia brasiliana*), reforçando o papel da geodiversidade na regulação de habitats e serviços culturais.

Enquanto A1 (Curupu) e A3 (Mangue Seco) apresentaram padrões similares de geodiversidade, mas com ofertas distintas de serviços, evidenciando que a interação entre processos geomorfológicos e ecológicos define a capacidade ecossistêmica local, assim como da dinâmica de extração dos serviços pela comunidade de entorno.

A aplicação de métodos e técnicas específicas de análise para estudar a relação de suporte da geodiversidade para a prestação de serviços ecossistêmicos da biodiversidade nos manguezais vem apontando avanços na compreensão destas interações e podem subsidiar novas pesquisas e uma gestão mais eficaz destes ambientes tão importantes para a manutenção dos ecossistemas costeiros e da qualidade de vida humana.



## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22. n. 6. 18p. 2013
- ARAÚJO, E. P. de; TELES, M. G. L.; LAGO, W. J. S. **Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão**. Anais do XIV Simpósio de Sensoriamento Remoto, Natal/RN. Abril/2009. p 4631-4638
- BANDEIRA, I.C.N. **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. CPRM. Teresina: 2013.299p
- CAÑADAS, E. S.; FLAÑO, P.R. Geodiverdidad: concepto, evaluación e aplicación territorial el caso de Tiermes Caracena (Soria). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, n. 45, p. 79-98, 2007
- CICES. HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure**. 2018. 53p
- CLIMATE-DATA.ORG. **Clima**: Raposa, 2020. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/raposa-44011/>. Acesso em: 23.01.2020
- CPRM. **Mapa de geodiversidade da Ilha de São Luís**. 1:60.000. 2018
- FEITOSA, A. C. **Dinâmica dos processos geomorfológicos na área costeira a nordeste da Ilha do Maranhão**. 1996. 266 fl. Tese (Doutorado em Geografia) Programa Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro/ SP. 1996
- FRANÇA, V. L. de; MONTELES, J. S.; FUNO, I. C. S. A.; CASTRO, A. C. L. de. Seleção de áreas potenciais para o cultivo de ostra nativa, *Crassostrea* spp. e *Sururu*, *Mytella falcata*, em Raposa, Maranhão. **Arquivos de Ciência do Mar**, Fortaleza, v. 46, n.1, p. p. 62-75, 2013
- GUZMÁN-ALVIS, A. I.; LATTIG, P. & RUIZ, J. A. Spatial and temporal characterization of soft bottom polychaetes in a shallow tropical bay (Colombian Caribbean). **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras**, v.35, p.19–36. 2006.
- GUIMARÃES, I.M.; ANTONIO, I.G.; PEIXOTO, S.; OLIVERA, A. Influência da salinidade sobre a sobrevivência da ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae*. **Arquivos de Ciências do Mar**. v. 41, n.1, p. 118-122. 2008.
- GUEDES, D. R. C.; SANTOS, N. M.; COSTA, D. F. D. S. Geodiversidade e serviços ecossistêmicos: interações na planície flúvio-marinha do litoral setentrional do Rio Grande do Norte (NE/BRASIL). *Revista GeoUECE*, v. 8, n. 14, p. 134-151, 2019. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/6822>. Acesso em: 19 de abril de 2024.
- Oliveira de Sá, A. C., & Silva Carvalho, M. E. (2024). Reflexões sobre a geodiversidade e a biodiversidade nas unidades de conservação em Sergipe. **Geographia Meridionalis**, 7, e0240006. <https://doi.org/10.15210/gm.v7i.27393>
- MOCHEL, F. R. Mangrove Ecosystems in São Luís Island, Maranhão, Brazil. In: KJERFVE, B.; LACERDA, L. D. de L.; DIOP, E. H. S. **Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa**. Paris, UNESCO. 1997
- NUNES, J. L. S.; PIORSKI, N. M.; CAMPOS, D. S.; ALMEIDA, Z. da S. de. Peixes. In: NUNES, J. L. S.; MENDONÇA, M. A. (Org.). **Biodiversidade da Ilha do Maranhão**. EDUFMA: São Luís. 2013. 208p
- RABELO, T. O.; SANTOS, M. N.; COSTA, D. F. da S.; NASCIMENTO, M. A. L. do; LIMA, Z. M. C. A Contribuição da Geodiversidade na prestação dos Serviços ecossistêmicos do manguezal. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 4, p. 281-297. 2018
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna, 2011. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 31 jul. 2018.
- REN, Y., LÜ, Y., HU, J., e YIN, L. (2021). Geodiversity underpins biodiversity but the relations can be complex: Implications from two biodiversity proxies. **Global Ecology and Conservation**, 31, e01830.
- TEIXEIRA, S. G.; SOUZA FILHO, P. W. M. Mapeamento de ambiente costeiros tropicais (Golfão Maranhense, Brasil) utilizando imagens de sensores remotos orbitais. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 27, p. 69-89. 2009
- TUKIAINEN, H., MAIJA T., e TUIJA, M. "Geodiversity and biodiversity." **Sociedade Geológica de Londres** (2023). Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/gsl/books/edited-volume/2471/chapter/138433973/Geodiversity-and-Biodiversity>.
- SANTOS, N.M. Serviços ecossistêmicos e geodiversidade em áreas de manguezal: um olhar a partir de modelos estatísticos no município de Raposa, Ilha do Maranhão/MA - Brasil. **Tese (Doutorado em Geografia)** - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.



# A GEODIVERSIDADE NA TOPONÍMIA DOS MUNICÍPIOS MARANHENSES

Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes<sup>1</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Onomástica, Elementos abióticos, Taxionomia, Maranhão.

## RESUMO

O objetivo deste artigo foi investigar a toponímia dos nomes dos municípios maranhenses, que tem a origem ligada a elementos da geodiversidade. Como uma área da Onomástica e inserida nos estudos linguísticos da Lexicologia, a Toponímia dedica-se à análise da origem e motivação dos nomes dos lugares, que funcionam como indicadores geográficos e temporais, fornecendo informações sobre as características geográficas, antropológicas, históricas e sociais dos lugares. A metodologia desta pesquisa baseou-se no levantamento de pesquisas, em plataformas de buscas acadêmicas e a partir dos resultados, foi feita a descrição e mapeamento dos municípios que tem seu nome relacionado a elementos da geodiversidade. A pesquisa de identificação da toponímia baseou-se, além da busca bibliográfica, nas narrativas orais de moradores mais antigos. A classificação taxonômica partiu dos trabalhos de Castro (2017), sendo proposto, nesta pesquisa, a categoria Geotoponímia, agregando todos os elementos da geodiversidade. A partir dos resultados, foi feita a descrição e mapeamento com uso do *software Qgis 3.34*. Ao todo, foram identificadas a geotoponímia de 43 municípios, com predominância das categorias hidrológica e geomorfológica. Outros municípios foram identificados com relação indireta a elementos da geodiversidade: Balsas, Penalva, Bela Vista do Maranhão, Passagem Franca e Sucupira do Riachão. Este estudo reforça a relevância da toponímia como ferramenta interdisciplinar para desvendar as relações entre a linguagem, a cultura e o meio ambiente. Ao evidenciar a forte influência da geodiversidade na nomeação dos municípios maranhenses, a pesquisa contribui para o reconhecimento e a valorização do patrimônio abiótico do estado.

---

<sup>1</sup> Doutora em Geografia (UFPE). Docente DE do Instituto Federal do Maranhão (Campus Bacabal), [laryssa.lobes@ifma.edu.br](mailto:laryssa.lobes@ifma.edu.br)



## INTRODUÇÃO

Como uma área da Onomástica e inserida nos estudos linguísticos da Lexicologia, a Toponímia dedica-se à análise da origem e motivação dos nomes dos lugares, que funcionam como indicadores geográficos e temporais, fornecendo informações sobre as características geográficas, antropológicas, históricas e sociais dos lugares. É um estudo interdisciplinar pois faz uma interface entre a Geografia, História, Botânica, Cartografia, Sociologia, dentre outras ciências.

A toponímia dos municípios maranhenses sofreu interferência dos povos portugueses, africanos e indígenas (Pereira; Curvelo, 2023). Castro (2017) identificou e descreveu e classificou a toponímia do Maranhão em: hidrotopônimos, fitopônimos, corotopônimos, axiotopônimos, hagiopônimos, geomorfotopônimos, litopônimos e dimensiotopônimo.

Esta pesquisa agrupou todas estas categorias em uma só, a de Geotopônimo, caracterizando, portanto, a toponímia dos municípios que tem a origem do seu nome relacionado aos elementos da geodiversidade. Dos 217 municípios maranhenses, foram identificadas a geotoponímia de 43 municípios, com a maioria tendo a origem do seu nome ligado aos corpos hídricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa é de cunho qualitativo e teve como procedimento metodológico inicial o levantamento bibliográfico e cartográfico. A pesquisa de identificação da toponímia baseou-se também nas narrativas orais de moradores mais antigos. A classificação taxonômica partiu dos trabalhos de Castro (2017), sendo proposto, nesta pesquisa, a categoria “Geotoponímia”, agregando todos os elementos da geodiversidade. A partir dos resultados, foi feita a descrição e mapeamento com uso do *software* Qgis 3.34.

## ASPECTOS DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO MARANHÃO

Situado na região Nordeste, o estado do Maranhão possui 217 municípios dispostos em um território de 331.937km<sup>2</sup> e com uma população de quase 7 milhões de habitantes, de acordo com o Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2025). Limita-se ao norte com o oceano Atlântico, ao sul e sudeste com o estado do Tocantins e a oeste com o estado do Pará e a leste com o estado do Piauí (Pereira, 2022).

O Maranhão possuía, no século XVIII, uma população indígena formada por cerca de 30 povos, correspondendo, aproximadamente, a 250.000 indivíduos, pertencentes a



dois troncos linguísticos o Macro-Jê e Tupi-Guarani. Segundo o IBGE (2022) a população indígena atual é de 57.214, sendo o terceiro estado do Nordeste com a maior população indígena. No Brasil, os topônimos mais conhecidos são os indígenas (Tupi) e africanos e refletem sua cultura e costumes no processo de nomeação.

No que diz respeito aos aspectos geográficos físicos, o Maranhão apresenta um potencial paleontológico, geomorfológico e hidrográfico diversificado com um grande acervo de fósseis (bivalves, icnofósseis, gastrópodes, palinóforos, insetos, peixes, anfíbios, répteis etc.) corredores de cachoeiras e formações rochosas com estratificação cruzada. A diversidade de sul ao norte do estado varia desde geoformas pré-cambrianas, como as citadas, até os campos de dunas e lagoas formadas no Quaternário.

O território está assentado, quase que integralmente, em rochas da bacia sedimentar de cobertura fanerozóica, englobando domínios tectônicos das bacias sedimentares do Parnaíba, SanFranciscana (no extremo sul do estado), São Luís e as Coberturas Superficiais Cenozóicas. A bacia predominante é a do Parnaíba. Parte da sedimentação desta bacia ocorreu na era Paleozóica, durante a formação do supercontinente Pangeia, e a outra parte, após a sua fragmentação, na era Mesozóica, processo que levou à formação do oceano Atlântico e formando e as bacias costeiras brasileiras (Bandeira, 2013).

A geomorfologia do Maranhão é marcada pela combinação de formas de relevo, incluindo extensos campos de dunas, costões rochosos, planícies fluviais, relevo de planaltos e a depressão de Balsas. O soerguimento continental durante o Cenozóico originou um conjunto de extensas chapadas, de forma descontínua, na porção centro-sul do estado, com cotas altimétricas variando entre 200 m a 800 m de altitude.

Em relação à climodiversidade, o Maranhão reflete sua posição como área de transição entre os climas semiárido, ao leste e nordeste, e o amazônico, ao norte e noroeste. A Amazônia Maranhense abrange mais de 81 mil km<sup>2</sup>, incluindo 62 municípios, correspondendo a cerca de 24% do território maranhense. Esta região inclui as microrregiões de Imperatriz, Pindaré, Gurupi, Litoral Ocidental, Baixada Maranhense, Rosário, Itapecuru Mirim e a aglomeração urbana de São Luís (Martins e Oliveira, 2011).

É um dos estados brasileiros mais ricos em bacias hidrográficas de grandes dimensões, com rios perenes e de expressivo volume de água. O estado insere-se em três das 12 regiões hidrográficas brasileiras: Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba e Tocantins/Araguaia. No estado foram delimitadas 10 bacias hidrográficas (oito estaduais e três federais) além de dois sistemas hidrográficos. De domínio estadual: os sistemas hidrográficos Litoral Ocidental e Ilhas Maranhenses e; as bacias hidrográficas Mearim (a maior do estado), Itapecuru, Munim, Turiaçu, Maracaçumé, Preguiças e Peria. De domínio federal, as bacias hidrográficas: Parnaíba, Tocantins e Gurupi.



O semiárido maranhense tem características singulares, por não ser um semiárido típico. Em 2021, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) atualizou os critérios de delimitação do semiárido, incluindo, além de Araozes e Timon, mais 14 municípios. Os municípios que integram o semiárido, estão localizados a leste do estado e o fator de inclusão foi apenas o déficit hídrico, sem correspondência com o índice de aridez e a precipitação (Rufino et al., 2024).

A geodiversidade do Maranhão mostra-se mais diversificada pelo fato de esse estado, juntamente com o Piauí, estar inserido em uma das mais esplêndidas faixas de transição fitoclimática do território brasileiro. Essa região geográfica, tradicionalmente denominada Meio-Norte ou Zona das Matas de Cocais, está posicionada entre o Domínio Morfoclimático das Terras Baixas Equatoriais da Amazônia, a oeste; o Domínio das Depressões Semiáridas Tropicais da Caatinga, a leste; e Domínio dos Chapadões Semiúmidos Tropicais do Cerrado, a sul (Bandeira, 2013, p.34).

As temperaturas médias anuais do Maranhão são superiores a 26°C e os índices pluviométricos variam entre 1.450 mm e 2.150 mm, aumentando no sentido leste a oeste, refletindo o caráter de transição climática. No norte do estado o período chuvoso ocorre de janeiro a junho, enquanto na região sul, se dá entre os meses de outubro a março. Esta variação é resultado dos diferentes sistemas meteorológicos que influenciam na precipitação na região.

No geral, os solos são originados de formações sedimentares, apresentando alto grau de intemperismo e acidez, com textura variando entre arenosa e argilosa. Predominam solos do tipo Latossolos, caracterizados por serem profundos, bem drenados, ácidos e de baixa fertilidade. São solos típicos de regiões equatoriais e tropicais, normalmente encontrados em áreas de relevo plano e suave ondulado (Gastão, 2010).

## A NOMEAÇÃO DOS LUGARES

O ato de nomear os espaços acompanhou a história humana e está diretamente conectado com a observação e interpretação que é feita dos lugares, e ao nomeá-los, não o faz de forma aleatória, carrega aspectos históricos, culturais, políticos e geográficos. Ao nomear os espaços físico-geográficos o homem garante sua fixação local e identidade comunitária. É por meio das unidades lexicais que o homem se individualiza, impõe seu domínio e perpetua sua cultura (Pereira, 2017).

Os estudos da Toponímia, parte da Onomástica, investiga os nomes dos lugares, levando em conta seus aspectos geo-históricos, socioeconômicos e antro-po-linguísticos, não se limitando apenas ao estudo linguístico, pois faz uma interface com a Geografia, a História, a Biologia, a Sociologia, a Etnolinguística, dentre outros. A saber, a Onomástica



é um ramo da Glotologia (estudo científico de uma língua), que se ocupa do estudo dos nomes próprios (Curvelo, 2009). A Onomástica divide-se em Antroponímia (diz respeito ao estudo dos nomes próprios) e Toponímia (diz respeito aos nomes dos lugares).

O estudo linguístico dos nomes próprios denomina-se Onomástica. Neste campo, insere-se o estudo que investiga e descreve os nomes dos lugares, a Toponímia, cujo objetivo consiste em discutir e explicar os processos de nomeação dos lugares, a motivação as escolhas, os aspectos de natureza cultural e linguística destes nomes (Castro, 2017, p.115).

A análise dos topônimos, objetos de estudo da Toponímia, tem se mostrado de grande relevância para a compreensão dos aspectos históricos e culturais de uma sociedade ou região. Os topônimos permitem identificar elementos linguísticos, ideológicos e crenças manifestadas no ato de nomeação, bem como verificar a permanência ou transformações destes valores ao longo do tempo (Curvelo, 2009). Estuda os nomes de sítios, povoações, nações, rios, montes, vales, isto é, os nomes geográficos.

A Toponímia é importante não apenas para estudar a história dos nomes dos lugares, mas para refletir também sobre a vivência do homem como o lugar. Esta vivência está relacionada aos jogos de poder, políticos, sentimentais, históricos, culturais e econômicos e podem ser estudadas tanto pela Toponímia quanto pela Geografia.

Na Geografia é comum o uso do termo Geonímia, que também se dedica ao estudo dos nomes dos lugares, e diferencia sutilmente do termo Toponímia, porque este não se atém, necessariamente, a um elemento geográfico. Já o termo toponimização do espaço geográfico aparece como o processo de atribuir nomes próprios aos lugares, transformando elementos da paisagem em topônimos. É um processo dinâmico e pode se modificar ao longo do tempo, refletindo as transformações da sociedade e da paisagem. A Geografia fornece o contexto espacial e histórico necessário para a análise da toponímia (Dick, 1992).

Dick (1992) indica que os estudos toponímicos se dividem em macrotoponímia, que investiga os nomes dos acidentes físicos ou de aglomerados urbanos de maior extensão, enquanto a microtoponímia investiga os nomes dos lugares menores como ruas, povoados, vilas, fazendas. O autor também aborda a relação entre o termo genérico, relativo ao acidente geográfico (rio, cachoeira, chapada, etc) e o termo específico, que exprime a particularidade do local, como exemplo Chapada das Mesas, onde chapada é o termo genérico e Mesas é o toponímico propriamente dito.

De acordo com Castro (2017) o Atlas Toponímico do Estado do Maranhão (ATEMA), traz as taxonomias de natureza física (81 topônimos) e antropocultural (136 topônimos). As taxionomias de natureza física são: cardonotopônimos (posições geográficas no geral); dimensiotopônimos (dimensões dos acidentes geográficos); geomorfotopônimos (formas topográficas); hidrotopônimos (acidentes hidrográficos em geral); litotopônimos



(minerais); zootopônimos (animais) e fitotopônimos (vegetais), sendo este último, o mais recorrente, com 29 topônimos. Dick (1992) classifica também, como de natureza física, os morfotopônimos (o sentido de formas geométricas), meteorotopônimos (os fenômenos atmosféricos), cromotopônimos (escala cromática) e os astrotopônimos (os corpos celestes em geral).

As duas maiores ocorrências, entre os de natureza física, no ATEMA, são os fitotopônimos e hidrotopônimos, respectivamente. Sobre o segundo, Pereira (2017) elaborou uma dissertação de mestrado intitulada “Pelos caminhos das águas: um estudo da hidronímia da mesorregião norte maranhense”, pela Universidade Federal do Maranhão. São exemplos de municípios maranhenses hidrotopônimos: Lago Verde, Olho D’água das Cunhãs, Lago do Junco e Igarapé Grande. Poucas são as pesquisas que dão foco aos aspectos topônimos de natureza física, estando os trabalhos concentrados nos estudos de ordem histórico-político-cultural.

O foco de estudo desta pesquisa, foram os lugares nomeados de acordo com as características da geodiversidade. Gray (2004) definiu geodiversidade como a variedade ou diversidade natural de feições ou elementos geológicos (rochas, minerais e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo ou processos ativos) e de solo, incluindo suas associações, relações, propriedades, interpretações e sistemas. Lopes (2017) acrescenta os elementos climatológicos e salienta também que a geodiversidade compreende as formas e processos, ativos e inativos.

Panizza e Piacente (2005) interpretam a geodiversidade como a (geo) singularidade apresentada por certa região. Ele introduz os conceitos de intrínseco como referência à diversidade de feições internas a uma determinada área e extrínseco como referência à comparação daquela área com outras regiões no sentido de verificar a real singularidade daquela feição.

Sem o conhecimento dos componentes abióticos, seria impossível compreender a dimensão espacial e as mudanças geológicas, geomorfológicas, climáticas e de processos humanos no sistema natural. Embora seja um termo científico, o conceito também desempenha um papel prático na conservação da natureza, é um requisito fundamental no ordenamento do território, na gestão de áreas protegidas e para a educação ambiental.

Brilha (2005) salienta ainda que a existência humana, ao longo de sua evolução, sempre necessitou dos elementos da geodiversidade, desde os locais usados como abrigos aos materiais líticos usados no dia a dia. Até mesmo a sociedade contemporânea é dependente dos elementos da geodiversidade, como as rochas e minerais essenciais à produção dos mais diversificados produtos, que vão desde o creme dental aos computadores.



## A GEOTOPONÍMIA DOS MUNICÍPIOS MARANHESES

A toponímia, ciência que estuda a origem e o significado dos nomes de lugares, revela-se uma ferramenta valiosa para compreender a interação entre a cultura humana e o ambiente natural ao longo do tempo. No contexto maranhense, a geotoponímia dos seus municípios reflete a rica diversidade histórica, cultural e ambiental do estado, incorporando, sobretudo, elementos de línguas indígenas, influências coloniais portuguesas e referências a características da geodiversidade marcantes.

A origem do próprio nome do estado do Maranhão é controversa, assinalando denominações por motivos físicos e culturais. O primeiro registro relaciona ao rio Marañon, afluente do rio Amazonas. Associado à cultura indígena, o termo significa “rio que corre à toa”.

Pode-se considerar a denominação relacionada ao rio Marañon como a mais apropriada, transferida para a terra maranhense em face da confusão que reinava entre os primeiros colonizadores que, frequentemente, confundiam a entrada do Golfo do Maranhão com a do Amazonas. Muitos naufragaram nas proximidades da atual baía de São Marcos e os naufrágios eram divulgados como ocorridos na desembocadura do rio Amazonas (Feitosa, 2006, p. 12).

O Quadro 1 a seguir apresenta a relação dos municípios maranhenses e a interpretação de suas respectivas geotoponímias, oferecendo um panorama os aspectos da geodiversidade que moldaram a identidade toponímica local.



**QUADRO 1-** Geotoponímia dos municípios maranhenses

MUNICÍPIO		ELEMENTOS DA GEODIVERSIDADE	TOPONÍMIA
1	Água Doce do Maranhão	hidrológico	Faz referência à existência de rios, córregos e nascentes de água potável.
2	Alto Alegre do Maranhão	geomorfológico	O nome do município faz referência à sua posição geográfica em uma área mais elevada que o seu entorno (Alto) enquanto “Alegre” é uma referência à hospitalidade de seus cidadãos.
3	Alto Alegre do Pindaré	geomorfológico e hidrológico	O termo “Alto” é uma referência às serras encontradas no município; “Alegre” por ser um local aonde os indígenas faziam festas e “Pindaré” é uma referência ao principal curso d’água do município, o rio Pindaré.
4	Alto Parnaíba	hidrológico	O nome tem relação com a localização do município na região do alto curso do rio Parnaíba.
5	Barra do Corda	hidrológico	O termo “barra” refere-se à confluência, ou seja, o ponto de encontro entre dois rios, no caso, os rios Corda e Mearim. O município se desenvolveu nessa “barra” dos rios.
6	Barreirinhas	geomorfológico	O nome tem origem pela presença de bancos de areia e barreiras ao longo do rio Preguiças, que corta o município.
7	Belágua	hidrológico	Faz referência à beleza e abundância dos elementos hidrográficos na região, como rios, lagos e nascentes.
8	Boa Vista do Gurupi	hidrológico	O nome faz referência à paisagem de estética agradável diretamente relacionada ao rio que banha o município, o Gurupi.
9	Brejo	pedológico	Está ligada à natureza alagadiça do terreno onde o município se desenvolveu, habitada pelos indígenas Anapurus.
10	Brejo de Areia	pedológico	Faz referência à existência de brejos, áreas de terrenos alagadiços, com presença marcante de solos arenosos.
11	Cachoeira Grande	hidrológico	Faz referência à uma grande cachoeira e corredeiras, com suas águas influenciadas pela variação da maré. O município possui inúmeras nascentes e lagoas.
12	Chapadinha	geomorfológico	O nome está relacionado à presença de planaltos, de baixa altitude, na paisagem do povoado que inicialmente se chamava Aldeia.
13	Colinas	geomorfológico	Anteriormente denominado de “Picos”, o município tem esse nome por ser um grande vale cercado por colinas e serras.
14	Estreito	hidrológico	É uma referência a um trecho de largura estreita do rio Tocantins, que passa pela cidade, tornando-se um ponto de travessia, importante para o comércio da região.
15	Formosa da Serra Negra	geomorfológico	O nome do município é uma referência à Serra Negra, uma serra, com vegetação densa e tonalidade escura que se destaca na paisagem.
16	Icatu	hidrológico	Icatu é um termo de origem indígena que significa “água boa”, “rio bom”, relacionado à boa qualidade dos corpos hídricos da região.
17	Igarapé do Meio	hidrológico	De origem indígena, o termo Igarapé significa “braço de rio”, um pequeno curso d’água estreito e raso e o “Meio” indica a posição geográfica desse igarapé.
18	Igarapé Grande	hidrológico	De origem indígena, o termo Igarapé significa “braço de rio”, um pequeno curso d’água estreito e raso e o termo “Grande” faz referência ao tamanho deste igarapé.
19	Itapecuru Mirim	hidrológico	De origem indígena, o termo faz referência ao principal rio que corta o município, o rio Itapecuru, que significa “caminho de pedras”, em referência às cachoeiras e corredeiras encontradas ao longo do seu curso. O termo “Mirim” serve para diferenciar a localidade de outras que também estão na margem do rio.
20	Itinga do Maranhão	hidrológico	O nome do município tem sua origem ligada ao rio Itinga, que passa pela região. Itinga, de origem tupi, significa “água branca” ou “águas claras”.
21	Lago da Pedra	hidrológico	A cidade desenvolveu-se às margens de um lago, que apresentava no seu leito uma grande formação rochosa, que serviu como ponto de referência para habitantes e viajantes na região.



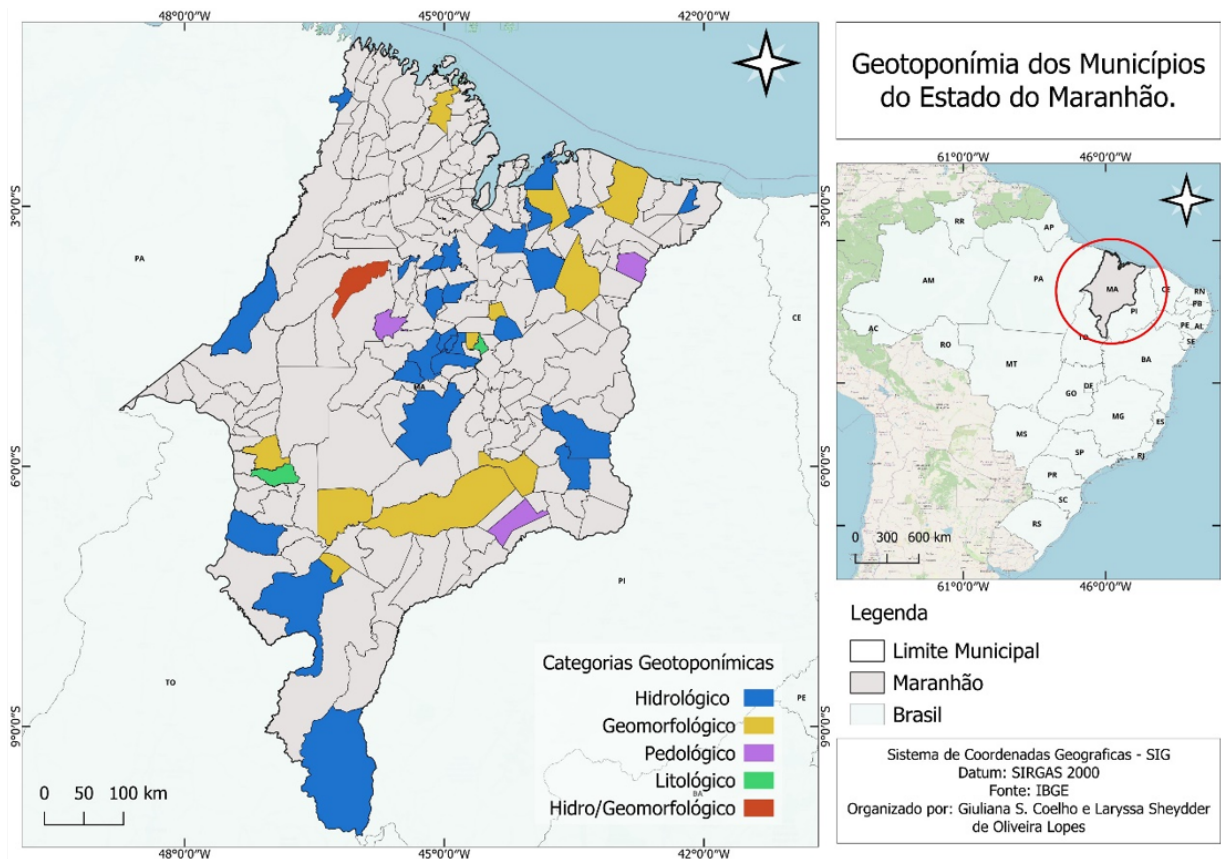
22	Lago do Junco	hidrológico	O nome faz referência à um lago existente na localidade, onde encontrava-se uma grande quantidade de “junco”, uma espécie de capim, comum em áreas úmidas.
23	Lagoa do Mato	hidrológico	O nome faz referência a um lago existente na localidade, cercado de “mato”.
24	Lago dos Rodrigues	hidrológico	O nome faz referência à existência de um lago, localizado em um terreno pertencente à família Rodrigues, uma das primeiras a se fixarem na região.
25	Lago Verde	hidrológico	O nome é uma referência a um lago existente no município, com águas esverdeadas, devido à vegetação e às características naturais do solo.
26	Lagoa Grande do Maranhão	hidrológico	É uma referência à existência de uma grande lagoa de água doce, muito utilizada para o abastecimento dos primeiros habitantes.
27	Lajeado Novo	litológico	Faz referência à terrenos cobertos de lajes (rochas planas e extensas), em leito dos rios ou encostas do município.
28	Mirador	geomorfológico	O nome do município faz referência à um ponto alto / um mirante da região, muito utilizado como finalidade de defesa, navegação e contemplação.
29	Montes Altos	geomorfológico	O nome do município faz referência à existência de colinas e serras, que se destacam na paisagem.
30	Morros	geomorfológico	A região do município é caracterizada por elevações naturais, pequenas serras e colinas, bem diferente da paisagem litorânea, de relevo plano, onde o município está localizado, levando os habitantes a chamá-lo de Morros.
31	Nova Colinas	geomorfológico	Tem a mesma relação do nome do município Colinas, uma vez que se trata de uma localidade mais recente, possuindo características semelhantes.
32	Olho d’água das Cunhãs	hidrológico	Tem origem em uma nascente de água (regionalmente conhecido como olho d’água), que servia de encontro para as “cunhãs”, que em Tupi, significa “moças” ou “mulheres”.
33	Parnarama	hidrológico	De origem tupi, o nome Parnarama significa “beleza do grande rio”, em referência ao rio em que a cidade está às margens, o rio Parnaíba.
34	Pastos Bons	pedológico	Um dos povoados mais antigos, é uma região com terras férteis que garantia pastos de boa qualidade, sendo muito propício para a principal atividade econômica, a pecuária.
35	Pedreiras	litológico	O nome está relacionado à existência de um grande bloco de pedras, conhecido como “Pedra Grande” próximo ao povoado que deu origem à cidade. Essa formação era um ponto de referência na paisagem.
36	Peritoró	hidrológico	É uma referência ao rio, de mesmo nome, que corta o município e tem como característica a abundância de uma vegetação conhecida como “junco”, ou, em tupi, “peri”.
37	Pindaré Mirim	hidrológico	O nome do município é uma referência ao seu principal curso d’água, o rio Pindaré.
38	Poço de Pedras	hidrológico	O nome é uma referência à existência de um poço natural, descoberto pelos primeiros habitantes, que era cercado por uma grande quantidade de pedras.
39	Riachão	hidrológico	O nome é uma referência à presença abundante de cursos d’água, formando poços e quedas d’água de águas cristalinas.
40	Serrano do Maranhão	geomorfológico	É uma referência à paisagem de serras do município.
41	Trizidela do Vale	geomorfológica	O termo “trizidela” significa “terceira parte”, ou seja, reflete a divisão de um terreno, em três partes, em uma área de vale.
42	Vargem Grande	hidrológico	“Vargem” refere-se à uma área de várzea ou baixada, próximo a um rio e “Grande” refere-se à extensão desta área.
43	Vitória do Mearim	hidrológico	O nome do município é uma referência ao principal rio que corta o município, o rio Mearim e “Vitória” está relacionado à um local de triunfo ou esperança.

FONTE: Elaborado pela autora, 2025.



Dos 217 municípios do Maranhão, 43 tem a origem do seu nome ligado diretamente a elementos da geodiversidade. Entre as categorias, a de maior destaque é a hidrológica, com 26 municípios (60,47%); seguida da geomorfológica, com 11 municípios (25,58%); pedológica, com 3 municípios (6,98%); litológico, com 2 municípios (4,65%) e um município com duas categorias em conjunto, hidro-geomorfológica (2,33%) Muitos destes geotônimos tem origem indígena, majoritariamente, a Tupi (Figura 1).

**FIGURA 1-** Geotoponímia dos municípios do estado do Maranhão.



**FONTE:** Elaborado por Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes e Giuliana S. Coelho, 2025.

A água, essencial para a existência humana desde os primórdios da Terra, é fundamental para o desenvolvimento das civilizações, sendo fonte de mitos e histórias que permeiam a trajetória da humanidade. Grandes civilizações prosperaram ao longo de corpos d'água, demonstrando seu papel crucial no equilíbrio dos ecossistemas e na sobrevivência humana. Dada essa relevância, é compreensível a quantidade de municípios que tem a origem do seu nome relacionado aos corpos d'água. Vários estudos onomásticos se dedicam, inclusive, a estudar exclusivamente a Hidronímia, refletindo a preocupação humana em gravar esses elementos vitais na memória de um povo (Pereira, 2022).

Entre os rios que estão relacionados com a geotoponímia dos municípios estão: rio Pindaré, Itapecuru, Parnaíba (que faz divisa entre o estado do Piauí e do Maranhão), Itapecuru, Corda, Mearim, Preguiças, Gurupi, Itinga e Tocantins (Figura 2). Esses cursos



d'água não apenas sustentam ecossistemas diversos, incluindo florestas de galeria, várzeas e estuários, mas também desempenham um papel socioeconômico fundamental na pesca, agricultura, transporte e geração de energia, embora sua exploração deva ser planejada para garantir a sustentabilidade desses recursos.

**FIGURA 2** - Exemplos de elementos da geodiversidade relacionados aos nomes dos municípios maranhenses. (A) Encontro dos rios Corda e Mearim, em Barra do Corda; (B) Interação entre o rio Preguiças e campo de dunas, em Barreirinhas; (C) Conjunto de cachoeiras, em Riachão; (D) Rio Mearim cortando o município de Trizidela do Vale.



**FONTE:** Google Earth Pro, 2025.

Sobre o legado da língua indígena no Brasil, Pereira (2022), em sua tese “Contribuição indígena à hidronímia maranhense”, fez um resgate da importância dos povos indígenas, que, em contato com os colonizadores portugueses, fizeram surgir uma língua multidialetada e linguisticamente privilegiada do Brasil, evidenciando a língua Tupi. O autor também faz um alerta para a ameaça de desaparecimento das línguas indígenas e sobre a importância dos estudos toponímicos para a preservação do patrimônio histórico-linguístico brasileiro.

Observou-se que alguns municípios tem sua toponímia relacionada indiretamente à aspectos da geodiversidade:

- O município de Balsas, que tem a origem ligada à utilização intensa de balsas no rio Balsas, para transporte de pessoas, mercadorias e veículos.



- Com algumas teorias difundidas sobre a toponímia do município de Codó, há a sugestão de que “codó” poderia significar “atoleiro” ou “brejo”, por suas terras encharcadas pelas cheias do rio Itapecuru, que banha o município.
- De origem indígena, o nome do município litorâneo Tutóia, é uma expressão que significa admiração pela bela paisagem do município, marcada pela presença de corpos hídricos e dunas.
- O nome do município Penalva foi influenciado por uma cidade homônima em Portugal, Penalva do Castelo, no entanto, “penalva” tem origem do latim que significa “rocha branca”.
- O município Bela Vista do Maranhão, não tem o seu nome diretamente relacionado à um elemento da geodiversidade, mas tem à paisagem esteticamente agradável da região.
- O município Passagem Franca, apesar de não fazer referência diretamente à um elemento da geodiversidade, está relacionado à localização geográfica, uma vez que o local era um ponto de passagem livre de encargos, tornando-se um ponto estratégico para circulação de pessoas e mercadorias, tendo o rio Balsas como um destes pontos de travessia.
- E por fim, o município de Sucupira do Riachão, faz uma referência à presença abundante de uma árvore, a sucupira, em uma área que tem um grande riacho, aparecendo o elemento de geodiversidade, de forma indireta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação da toponímia dos municípios maranhenses revela uma profunda conexão entre os nomes dos lugares e as características da geodiversidade do estado. A predominância de termos hidrológicos (60,47%) e geomorfológicos (25,58%) nos topônimos, incluindo referências a serras, colinas, morros, nascentes, lagos, rios e dunas, reflete a riqueza e a vasta rede hidrográfica do Maranhão, bem como suas variadas formas de relevo.

A análise dos geotopônimos maranhenses, muitos dos quais de origem indígena (predominantemente Tupi), destaca como os elementos da paisagem foram e continuam sendo marcos identitários e referenciais para a nomeação dos lugares. Nomes como “Igarapé Grande”, “Lago Verde” e “Pedreiras” são testemunhos vivos da interação entre o homem e o ambiente natural, revelando a percepção e apropriação do espaço geográfico pelas comunidades ao longo do tempo. Além disso, a presença de extensos campos de dunas, cachoeiras e uma diversidade de rochas e solos sublinha a geodiversidade intrínseca do Maranhão, servindo como base para a compreensão das dinâmicas naturais e culturais da região.



A compreensão desses geotopônimos é crucial não apenas para a preservação da memória e identidade local, mas também para informar futuras ações de planejamento territorial, conservação ambiental e desenvolvimento sustentável, garantindo que a rica geodiversidade do Maranhão continue a ser um elemento central na identidade e no futuro de seus municípios.

## REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, I. C. N. (Org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013.
- BRILHA, J.B.R. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. São Paulo: Palimage, 2005.
- CASTRO, M. C. D. de. Atlas toponímico do estado do Maranhão: uma proposta de análise da macrotoponímia. **Caderno Seminal Digital**. ano 23, n. 28, v.1, 2017.
- CURVELO, H. R. **Topônimos maranhenses: testemunhos de um passado ainda presente**. 282 fl, 2009. Dissertação de Mestrado em Linguística. Universidade Federal do Ceará. 2009.
- DICK, M. V. do A. **Toponímia e Antroponímia do Brasil: coletânea de estudos**. 3 ed. São Paulo: FFL/USP, 1992.
- FEITOSA, A. C. **Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico e cultural**. Grafset: João Pessoa, 2006.
- GASTÃO, F. G. da C. **Caracterização dos lençóis maranhenses e dunas inativas (fósseis): implicações paleoambientais**. 2010. 112fl. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará. 2010.
- GRAY, J. M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley & Sons Ltd, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/bacabal/panorama> > . Acesso em: maio de 2025.
- MARTINS, M. B; OLIVEIRA, T. G. de. **Amazônia maranhense: diversidade e conservação**. Belém: MPEG, 2011.
- MENEZES, P. M. L. de; SANTOS, C. J. B. dos. Geonímia do Brasil: pesquisa, reflexões e aspectos relevantes. **Revista Brasileira de Cartografia**. N. 58, 2006.
- PANIZZA, M; PIACENTE, S. Geomorphosites: a bridge between scientific research, cultural integration and artistic suggestion. **Italian Journal of Quaternary Sciences**. Volume speciale, 18 (1), 2005.
- PEREIRA, E.L. **Contribuição indígena à hidronímia do Maranhão**. 2022, 223fl. Tese de doutorado em Estudos Linguísticos. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2022.
- PEREIRA, C. L. M.; CURVELO, H. R. Panorama das pesquisas toponímicas do Maranhão. **Revista Moara**. n.63, 2023.
- PEREIRA, E. L. **Pelos caminhos das águas: um estudo da hidronímia da mesorregião norte maranhense**. 2017, 109 fl. Dissertação de Mestrado em Letras. Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2017.
- RUFINO, D. C; BARBOZA, I. da R; RUBIM, P. R. dos S; FEITOSA, A. C. Reflexões sobre o clima semiárido no Maranhão. **International Journal Semiarid**. Ano 7, v.7, 2024.



# MONITORAMENTO DA MICROTOPOGRAFIA DO SOLO EM GEOTRILHAS NO LITORAL DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA BOCAINA, PARATY (RJ)

Luana de Almeida Rangel<sup>1</sup>  
Guilherme Marque de Lima<sup>2</sup>  
Antônio José Teixeira Guerra<sup>3</sup>

**PALAVRAS- CHAVE:** geoturismo; uso público; unidades de conservação, erosão hídrica.

## RESUMO

Em áreas tropicais úmidas, a erosão hídrica é a grande responsável pela perda de solo em virtude dos elevados índices pluviométricos, sendo a análise da microtopografia dos solos um método que permite inferir áreas que estão sofrendo com processos erosivos e pisoteio. O uso público de geotrilhas em Unidades de Conservação pode acarretar impactos quando não há planejamento e manejo adequados para sua implementação e utilização. Geotrilha é uma trilha no qual o usuário tem a oportunidade de (re)conhecer sítio(s) da geodiversidade e ou geossítio(s), sendo identificado seu potencial geoturístico. O distrito de Trindade, localizado no litoral do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB), no estado do Rio de Janeiro, apresenta diversos pontos de interesse geoturísticos. O objetivo dessa pesquisa foi comparar a evolução da microtopografia do solo nas geotrilhas que permitem acesso à Pedra que Engole e à piscina natural do Caixa D’Aço no litoral do PNSB, município de Paraty (RJ). Para isso, foi monitorado, através da ponte de erosão, a evolução da microtopografia do solo em dois pontos (um em cada geotrilhas), nos anos de 2021 a 2023. Além disso, foram avaliados impactos visuais do uso público e da erosão a partir de fotos comparativas entre os períodos. Os resultados da microtopografia foram correlacionados com os dados pluviométricos e com as características fisiográficas da área. A medição da microtopografia do solo foi obtida através da instalação de duas estacas em seções transversais escolhidas no leito da geotrilha, isto é, de uma borda a outra, visando analisar a erosão hídrica e efeito do pisoteio em trilhas. Constatou-se uma evolução no processo erosivo decorrente do efeito da ação hídrica, como também pela visitação intensa e desordenada, que favorece a remoção a compactação do solo e a remoção da serrapilheira. Com relação aos impactos na geotrilha, é necessário recuperar as áreas já degradadas, através da utilização de técnicas de bioengenharia, como instalação de geotêxteis, incorporação de matéria orgânica e instalação de estruturas de manejo como diques e barreiras de drenagem que reduzem a circulação de água no leito da trilha e o aprofundamento de processos erosivos. Os resultados indicaram a existência

**1** Professora Adjunta do Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – RJ (coorientadora), [luarangel24@gmail.com](mailto:luarangel24@gmail.com)

**2** Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ, [guilhermelhp.lima@gmail.com](mailto:guilhermelhp.lima@gmail.com)

**3** Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – RJ (orientador), [antoniogtguerra@gmail.com](mailto:antoniogtguerra@gmail.com)



de relação entre a área da seção transversal analisada, o pisoteio, a retirada e o transporte de materiais sólidos pelo *runoff* e a compactação do solo ocasionado tanto pelo pisoteio de visitantes, quanto pelo impacto das gotas das chuvas no leito das trilhas.

## INTRODUÇÃO

Os processos erosivos hídricos causam degradação do solo pela desagregação, transporte e deposição de partículas pela ação da água das gotas de chuva e do escoamento superficial, o que corresponde a, aproximadamente, 72% das terras afetadas pela erosão do solo no mundo (CENTRI, 2022). Sua ocorrência está se intensificando devido às mudanças climáticas e ações humanas; portanto, é um dos principais desafios ambientais e socioeconômicos que a sociedade enfrenta hoje.

Quando induzidos por ações antrópicas, esses processos, além de impactar os ciclos biogeoquímicos, promovem a perda de biodiversidade, declínios na produtividade agrícola, armazenamento de carbono, aumentos na fome, insegurança alimentar, pobreza e desigualdade social (Boardman et al., 2022; Guerra et al., 2023; Ferreira et al., 2022; Golubovic et al., 2022; Yin et al., 2022).

O pisoteio do solo em trilhas de uso público, por exemplo, é uma atividade humana que causa degradação do solo e ocorrência desses processos, especialmente quando essas ações são realizadas de forma intensiva e desordenada. Essas atividades corroboram a alteração das características físico-químicas e biológicas do solo, que, por sua vez, modificam a dinâmica hidráulica e edáfica, pois, além de reduzir os níveis de matéria orgânica, os valores de porosidade e as taxas de infiltração de água, causam um aumento na densidade aparente, no volume de escoamento superficial e na perda de solo por erosão (Dragovich et al., 2022; Pereira et al., 2022; Lima et al., 2023).

Existem muitas redes de trilhas locais, regionais, nacionais e internacionais mantidas e construídas para oferecer oportunidades de lazer e recreação, especialmente em áreas protegidas, como Unidades de Conservação (UCs). Esses territórios têm experimentado um crescimento considerável no número de visitantes, pois suas trilhas são espaços que permitem o acesso a áreas de lazer e beleza cênica. Consequentemente, esses locais se tornaram altamente suscetíveis à degradação do solo por processos erosivos hídricos (Costa, et al., 2013; Bhammar et al., 2021; Zhang et al., 2022; Marion et al., 2023; Spornbauer et al., 2023).

Fonseca Filho et al. (2019) por exemplo, monitorou a compactação e erosão do solo em trilhas em UCs do estado de Minas Gerais e identificou o pisoteio intensivo como uma das causas da degradação das trilhas. Rangel et al. (2019) também demonstraram a influência do pisoteio humano na erosão do solo em duas UCs no sudeste do Brasil.



Figueiredo e Martins (2021) discutiram os mecanismos que levam à degradação de trilhas em áreas protegidas, apontando que a falta de planejamento, manejo e manutenção está associada à ocorrência de processos erosivos nessas áreas.

Lima e Guerra (2023) estudaram a Trilha do Morro Dois Irmãos, que faz parte de uma área protegida no município do Rio de Janeiro, e identificaram várias feições erosivas ao longo de seu percurso, apontando as características físico-químicas do solo, juntamente com o pisoteio intensivo por pessoas, como as principais causas do desenvolvimento de sulcos. Lima et al. (2023) também identificaram a evolução de feições erosivas em trilhas na costa do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB), indicando a visitação intensa e desordenada como um dos fatores que corroboram a dinâmica desse comportamento.

O monitoramento e a análise da microtopografia e das características físico-químicas do solo no tempo e no espaço em trilhas com processos de erosão hídrica, especialmente aquelas localizadas dentro de UCs, são extremamente úteis para o manejo e planejamento dessas áreas protegidas, pois os levantamentos podem não apenas subsidiar a tomada de decisão de seus gestores em ações que visem identificar e minimizar esses processos, mas também auxiliar na otimização de práticas de manejo em áreas degradadas, além de orientar o restabelecimento de seu equilíbrio ecossistêmico por meio de processos erosivos nesses territórios (Wolf et al., 2019).

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo avaliar a evolução espaço-tempo dos processos de erosão hídrica através do monitoramento de associações entre a microtopografia do solo e pisoteio na geotrilha que permite acesso à piscina natural do Caixa D'Aço no Parque Nacional da Serra da Bocaina, município de Paraty (RJ). Essa área protegida, localizada em um dos maiores trechos de florestas contínuas e conservadas da Mata Atlântica, possui inúmeras atrações geoturísticas em seu território, o que, por sua vez, a torna palco de alta demanda de turistas, com intenso fluxo de pessoas em suas trilhas durante o verão e feriados (férias). Suas trilhas e praias recebem em média cerca de oito mil pessoas por dia (ICMBIO, 2022), tornando a alta demanda por visitas um agente que desencadeia a degradação ambiental das trilhas (Rangel; Guerra, 2018; ICMBIO, 2022; Lima; Guerra, 2023; Rangel et al., 2019).

## **METODOLOGIA**

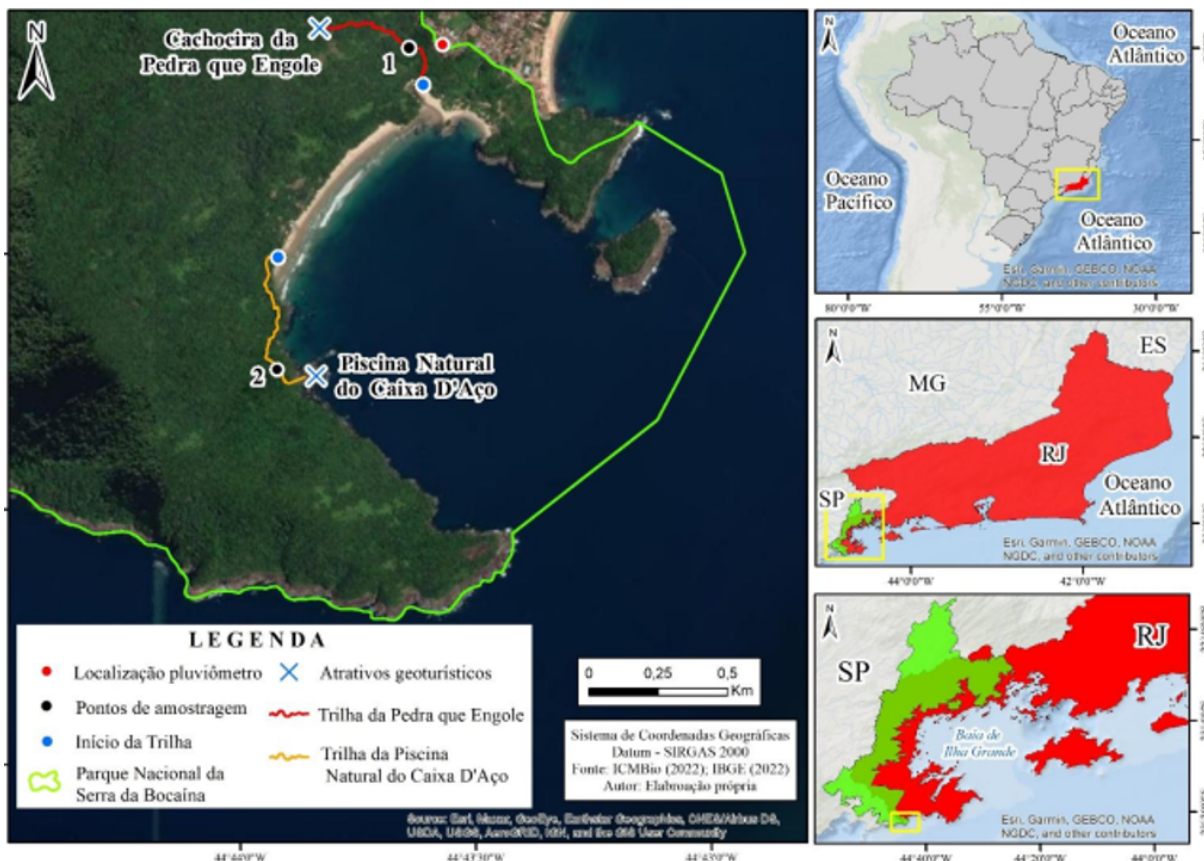
### **ÁREA DE ESTUDO**

Inseridas na porção litorânea do Parque Nacional da Serra da Bocaina (UC de Proteção Integral), as duas trilhas de uso público estudadas são: a trilha que dá acesso a Cachoeira da Pedra que Engole (em vermelho); e a Trilha que dá acesso à Piscina Natural



do Caixa D'Aço (em laranja) (Figura 1). Essa UC é uma das maiores áreas protegidas da Mata Atlântica, a maior extensão contínua e um dos mais significativos remanescentes brasileiros desse bioma, com diversas atrações geoturísticas.

**FIGURA 1-** Mapa de localização da área de estudo no Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB).



**FONTE:** Lima et al. (2023).

Criada em 1971, a Unidade de Conservação de Proteção Integral do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) tem como principal objetivo a proteção dos remanescentes da Mata Atlântica e dos ecossistemas marinhos do litoral sul-fluminense. O PNSB abrange áreas significativas deste bioma no Brasil, incluindo endemismos, refúgios ecológicos e espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2002; Leuzinger; Santana; Souza, 2020).

A região do PNSB é caracterizada por um clima tropical úmido, com regime sazonal de precipitações e os maiores índices pluviométricos registrados nas áreas litorâneas. O zoneamento climático local é influenciado pelo efeito orográfico da Serra do Mar. A origem geológica da Serra do Mar está associada ao rompimento do Gondwana Ocidental, à abertura do Oceano Atlântico Sul, à reativação de zonas de cisalhamento (Proterozóico) e a soerguimentos (Cenozoico) (Kamino et al., 2019; Leuzinger; Santana; Souza, 2020). A compartimentação do relevo e o desnivelamento altimétrico atuam como barreiras para



as massas de ar, dificultando a passagem de sistemas frontais provenientes do Atlântico Sul/Antártida. Essa condição resulta em variações espaço-temporais na pluviosidade regional (Kamino et al., 2019; Leuzinger; Santana; Souza, 2020).

Geologicamente, a área é composta por rochas ortoderivadas do Arco Magmático Rio Negro (Ortognaisses), rochas ígneas da Suíte Granítica Parati-Mirim (Granitos), rochas miloníticas e cataclásticas, além de sedimentos continentais, marinhos e mistos do Cenozoico (MMA, 2002; Guerra et al., 2013; Heibron; Eirado; Almeida, 2016). Geomorfologicamente, o PNSB localiza-se no Planalto da Bocaina, com altitudes entre 1.100 e 2.000 metros, que faz parte da faixa costeira do Planalto Atlântico no sudeste brasileiro (Hiruma et al., 2010; Souza et al., 2021).

Inserido no domínio florístico da Zona Neotropical, o PNSB apresenta uma diversidade significativa de tipos vegetacionais, incluindo florestas e campos, classificadas em três formações principais: Floresta Ombrófila Densa (Submontana, Montana e Alto Montana), Floresta Ombrófila Mista Alto Montana e Campos de Altitude. Nas trilhas, predominam formações de Floresta Ombrófila Densa (Submontana, Montana e Alto Montana), tanto primária quanto secundária, em estágio médio avançado de recuperação (MMA, 2002; Rangel et al., 2019).

As trilhas do PNSB se desenvolvem em relevos de montanhas e morros, sobre solos de alteração residuais superficiais e com frequentes afloramentos rochosos de Granito Paraty-Mirim e sedimentos colúvio-aluvionares. Em geral, esses solos são distróficos, com saturação por bases inferior a 50%, apresentando elevada acidez e altos teores de alumínio. O mapeamento de Carvalho Filho et al. (2003), na escala de 1:250.000, indica o predomínio de Cambissolos Háplicos Distróficos nas trilhas. Neossolos Litólicos também ocorrem nas regiões montanhosas, escarpas e na faixa costeira entre a Serra do Mar e as planícies. Já os Latossolos são encontrados nos topos e encostas de relevo mais suave (MMA, 2002; Guerra et al., 2013; Rangel et al., 2019).

A trilha da Cachoeira da Pedra que Engole (CPE) possui uma extensão de, aproximadamente, 600 m, com uma inclinação média de aproximadamente 12,4% e uma variação de altitude entre 0 e 46 m. A trilha da Piscina Natural Caixa D'Áço (PNCDA) também tem, aproximadamente, 600 m de comprimento, com uma inclinação média de cerca de 14,3% e uma variação de altitude de 0 a 63 m. A Figura 3 ilustra os atrativos geoturísticos das geotrilhas.



**FIGURA 2** - Atrativos geoturísticos nas trilhas estudadas na costa do PNSB: (esquerda) Cachoeira da Pedra que Engole e (direita) Piscina Natural da Caixa D'Aço.



**FOTOS:** Acervo de Lima, 2022.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A microtopografia do solo foi determinada através da instalação de pontes de erosão (PDE) com estacas de uma borda a outra nas seções transversais dos locais e nos leitos das trilhas que apresentavam processos de erosão hídrica, seguindo o método desenvolvido por Shakesby (1993) e adotado por Ferreira (1996) em estudos sobre erosão hídrica em solos e posteriormente aplicado a trilhas.

Assim, a evolução das feições erosivas foi monitorada entre agosto de 2021 e março de 2022 e entre agosto de 2022 e março de 2023. Portanto, pudemos obter variações significativas e contrastantes nos dados temporais de chuva na região. O modelo desenvolvido por Shakesby (1993) e adaptado para trilhas por Silva e Botelho (2021) foi utilizado, onde foram usadas estacas/hastes de madeira de 50 cm (úteis para nivelamento), réguas de 2 m (ponte de erosão) e uma haste de ferro de 1 m (haste de medição) com uma régua de medição oferecendo 100 orifícios (pontos de análise) em intervalos de 2 cm. Duas estacas foram instaladas nas bordas da seção transversal (locais) para que pudessem ser niveladas entre as bordas das trilhas e os valores pudessem ser medidos (Figura 3).



**FIGURA 3** - Exemplo de nivelamento do PDE na geotrilha para a piscina natural Caixa D'Aço, no litoral do PNSB.



**FONTE:** Rangel e Guerra, 2018.

Foram criados gráficos usando o software Excel para demonstrar a evolução espaço-tempo das feições erosivas durante os quatro períodos de monitoramento. O objetivo foi identificar áreas de remoção e acúmulo de sedimentos e/ou matéria orgânica e pontos onde houve pisoteio intenso, além de estimar áreas de solo perdido ao longo dos leitos das trilhas. Após a preparação e análise desses gráficos, foi possível estimar a área das seções transversais monitoradas e quantificar a evolução das áreas de solo perdido nos locais de monitoramento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas geotrilhas estudadas apresentaram processos erosivos já bastante evoluídos, com presença de ravinas, afundamentos no leito e erosão da borda crítica. Ficam evidentes estruturas de manejo instaladas a fim de facilitar a visitação, porém, alguns pontos com erosão da borda e estreitamento do leito representam risco para os usuários, bem como, esses trechos mais erodidos podem condicionar o caminho do fluxo de água, agravando ainda mais, os processos erosivos (Figura 4).



**FIGURA 4** - Exemplos de processos erosivos encontrados na geotrilha para a piscina do Caixa D’Aço: pequeno deslizamento no talude superior da trilha e ravinas no leito da trilha.

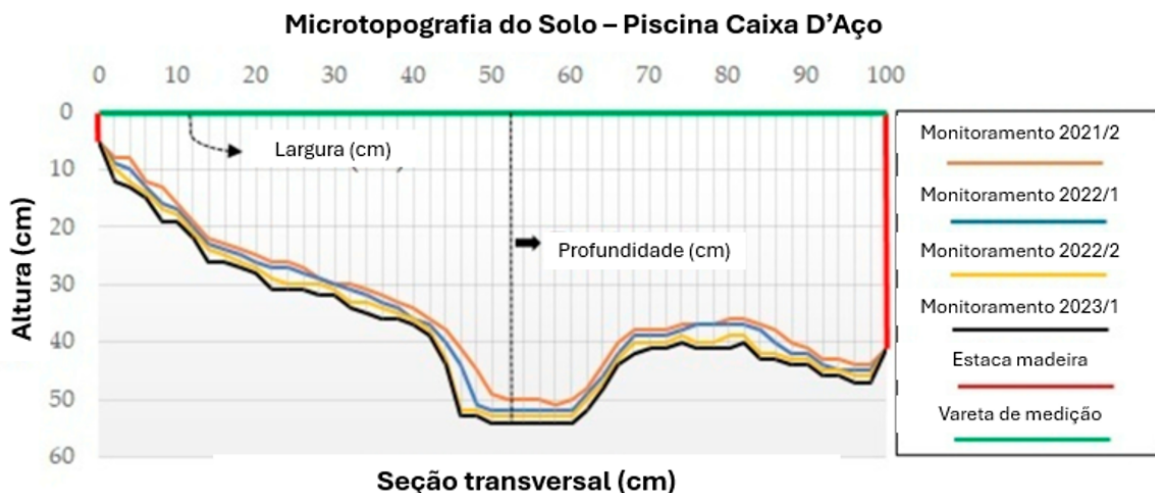


**FONTE:** Acervo de Rangel e Lima.

A Figura 5 indica os dados associados ao monitoramento da microtopografia do solo no ponto monitorado na geotrilha para a piscina do Caixa D’Aço. É possível identificar que, na porção central desta seção transversal, ou seja, dentro da feição erosiva, a profundidade máxima durante o primeiro período de monitoramento (2021) foi de aproximadamente 14cm.

No último período, essa profundidade foi aproximadamente 4 cm maior em relação ao primeiro. Essa evolução espaço-temporal é corroborada pelos dados da área total da seção transversal, que foi de, aproximadamente, 0,336m<sup>2</sup> no primeiro período de monitoramento, 0,355m<sup>2</sup> no segundo, 0,37m<sup>2</sup> no terceiro, e 0,381m<sup>2</sup> no quarto. Isso indica um aumento de aproximadamente, 0,045m<sup>2</sup> na área total desde o início do período de monitoramento.

**FIGURA 5** - Microtopografia do solo na geotrilha da piscina do Caixa D’Aço no litoral do PNSB.



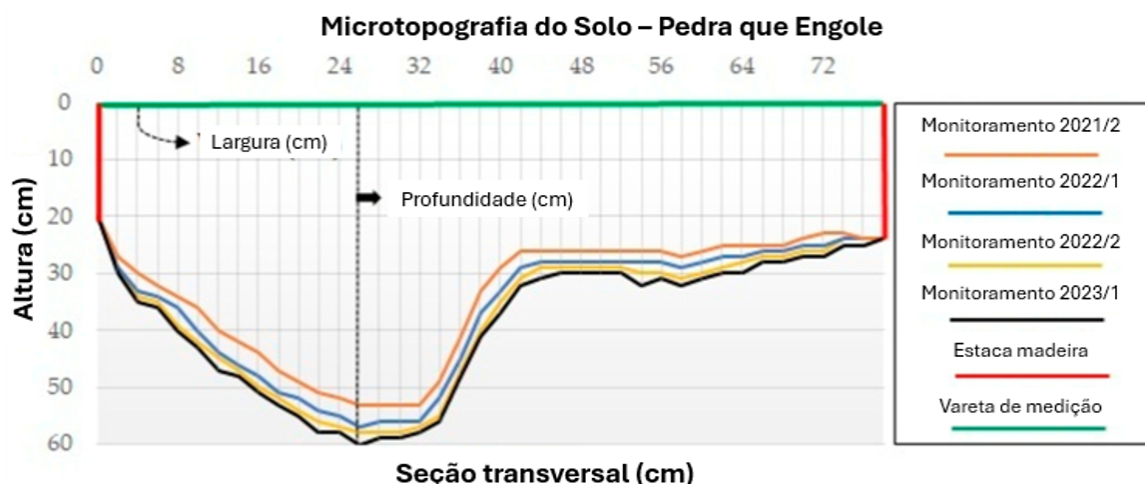
**FONTE:** Dados da pesquisa.



Já a figura 6 mostra que, durante o primeiro período de monitoramento na (2021), por exemplo, a profundidade máxima deste sulco foi de aproximadamente 25 cm, enquanto no último período de monitoramento (2023), a profundidade aumentou em aproximadamente 8 cm. Além disso, deve-se notar que a largura deste sulco também mostrou evolução espaço-temporal, uma vez que o valor no último período de monitoramento foi aproximadamente 4 cm maior do que no primeiro período.

Essa evolução espaço-temporal corrobora o aumento da área transversal total entre os períodos de monitoramento, uma vez que essa área foi de aproximadamente  $0,265\text{m}^2$  no primeiro período de monitoramento (2021),  $0,284\text{m}^2$  no segundo período (2022/1),  $0,295\text{m}^2$  no terceiro período (2022/2), e  $0,304\text{m}^2$  no último período (2023). Portanto, isso indica um aumento de, aproximadamente,  $0,039\text{m}^2$  na área transversal desde o início do monitoramento.

**FIGURA 6** - Microtopografia do solo na geotrilha da Cachoeira da Pedra que Engole no litoral do PNSB



**FONTE:** Dados da pesquisa.

Sabendo que a erosão hídrica é um processo de mobilização, transporte e deposição de sedimento do solo pela ação da água da chuva, podendo ser influenciada pelo pisoteio no leito das trilhas, pode-se intensificar a desagregação do solo e o desprendimento de partículas do leito das trilhas, corroborando a evolução das feições erosivas que foram identificadas.

Nesse sentido, o impacto da energia cinética das gotas de chuva ao atingir a superfície do solo causa seu selamento, compactação e desprendimento por meio da erosão por salpico. Consequentemente, esse material é perdido e transportado através do escoamento superficial, levando, portanto, à evolução espaço-temporal das feições erosivas monitoradas. Isso culmina em um aumento na área da superfície do solo e suas seções transversais, como observado durante os períodos de monitoramento.

Vale ressaltar que Rangel e Guerra (2018), assim como Lima et al. (2023), já identificaram que a evolução das áreas transversais em trilhas durante os períodos de



monitoramento da microtopografia do solo também pode estar associada à presença ou remoção de material orgânico/serapilheira por escoamento superficial. Portanto, essa evolução não está estritamente associada à perda de material mineral do solo.

Logo, a ação conjunta das características físicas e químicas do solo, associados aos índices pluviométricos na região costeira do PNSB, bem como o uso público intenso das trilhas desta área protegida, podem influenciar no desenvolvimento e evolução de feições erosivas ao longo das geotrilhas, como evidenciado nas seções transversais da microtopografia do solo. Isso ocorre porque o uso público tende a influenciar na qualidade do solo e na evolução das feições erosivas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que é necessário o reconhecimento da importância do patrimônio geológico e geomorfológico existente no PNSB. Para isso, é preciso que os gestores da UC estimulem os trabalhos de identificação, mapeamento e divulgação do patrimônio geológico e geomorfológico para os visitantes. Partindo desse pressuposto, o visitante precisa compreender a relevância daquele ambiente, não só no aspecto turístico e da beleza cênica da paisagem, mas também, no aspecto da sua formação e da sua relevância para a dinâmica do sistema ambiental.

A erodibilidade tende a aumentar com o aumento da precipitação na região do PNSB, que, por sua vez, tende a se concentrar em períodos específicos, principalmente no início do verão e no período de férias (dezembro e janeiro). Além da ausência de vegetação cobrindo os baixos teores de matéria orgânica nos solos das trilhas, aumentando a instabilidade de seus agregados, facilita a ruptura de suas partículas devido ao impacto das gotas de chuva, favorecendo a formação de crostas na camada superficial do solo, reduzindo a infiltração de água e aumentando a perda de solo por escoamento superficial.

Portanto, quando concentrada em períodos específicos, a chuva tende a intensificar a compactação dos solos devido ao pisoteio por pessoas nos leitos das trilhas, favorecendo a formação de caminhos preferenciais de água que culminam no desenvolvimento de feições erosivas.

O monitoramento da microtopografia do solo demonstrou uma perda de partículas sólidas orgânicas e inorgânicas que culmina em um processo de degradação, visto que, em todas as seções transversais monitoradas, houve aumento nas áreas de feições erosivas desde o início do monitoramento. Tal comportamento, portanto, evidencia o processo de escoamento superficial, que possui alta capacidade de remoção



de materiais sólidos. Além disso, a redução da proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva é potencializada pelo pisoteamento do solo decorrente do intenso fluxo de pessoas pelas trilhas.

Por fim, conclui-se que os dados obtidos podem ser ferramentas fundamentais para a identificação de fragilidades ou potencialidades ambientais, bem como para subsidiar ações voltadas ao planejamento e gestão de trilhas de uso público em unidades de conservação, principalmente quando essas áreas protegidas são de alta demanda de uso público e possuem características ambientais intrínsecas que favorecem o desencadeamento de processos de degradação ambiental.

## *Agradecimentos:*

**O**s autores desta pesquisa agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFRJ), à CAPES e à FAPERJ pelo apoio financeiro necessário à realização do trabalho de campo, e ao Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) pela autorização necessária à realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BOARDMAN, J.; POESEN, J.; EVANS, M. **Slopes: Soil erosion**. In: The History of the Study of Landforms or the Development of Geomorphology: Volume 5: Geomorphology in the Second Half of the Twentieth Century. London, UK: Geological Society of London, 2022.
- BRASIL. Conselho Nacional da Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 2, de 11 de setembro de 2001. **Diretrizes Nacionais para Educação Especial na Educação Básica**. Diário Oficial da União, Brasília, 14 set. 2001. Seção IE, p. 39-40. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2020.
- CARVALHO FILHO, A. et al. **Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro**. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro, Brazil: Embrapa Solos, 2003.
- CASTRO, P. A.; SOUSA ALVES, C. O. **Formação Docente e Práticas Pedagógicas Inclusivas**. E-Mosaicos, v. 7, p. 3-25, 2019.
- CENTERI, C. **Soil Water Erosion**. Water, v. 14, p. 447-501, 2022.
- COSTA, N. M. C.; OLIVEIRA, F. L. **Trilhas: “caminhos” para o geoturismo, a geodiversidade e a geoconservação**. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Org.). Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação: Abordagens Geográficas e Geológicas. São Paulo, Brazil: Oficina de Textos, 2018. p. 201-223.
- DRAGOVICH, D.; BAJPAI, S. **Managing Tourism and Environment-Trail Erosion, Thresholds of Potential Concern and Limits of Acceptable Change**. Sustainability, v. 14, p. 4291-4307, 2022.
- FERREIRA, C. S. S. et al. **Soil degradation in the European Mediterranean region: Processes, status and consequences**. Sci. Total Environ., v. 805, p. 150106-150123, 2022.
- FIGUEIREDO, M. A.; MARTINS, J. V. A. **Erosão em trilhas e sua relação com o turismo em áreas protegidas: Uma breve discussão**. In: SUTIL, T.; LADWIG, N. I.; SILVA, J. G. S. (Org.). Turismo em Áreas Protegidas. Criciúma, Brazil: UNESCO, 2021. p. 173-195.
- FONSECA FILHO, R. E. et al. **Compactação e erosão de trilhas geoturísticas de parques do Quadrilátero Ferrífero e Serra do Espinhaço meridional**. Rev. Bras. Geomorfol., v. 20, p. 825-839, 2019.



- GOLUBOVIĆ, T. D. **Environmental Consequences of Soil Erosion**. In: MILUTINOVIĆ, S.; ŽIVKOVIĆ, S. (Ed.). *Advances in Environmental Engineering and Green Technologies*. Hershey, PA, USA: IGI Global, 2022. p. 112-131.
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O.; FULLEN, M. A.; BEZERRA, J. F. R. **The geomorphology of Angra dos Reis and Paraty municipalities, Southern Rio de Janeiro State**. *Rev. Geonorte*, v. 9, p. 1-21, 2013.
- GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R.; JORGE, M. C. O. **Recuperação de voçorocas e de áreas degradadas, no Brasil e no mundo-Estudo de caso da voçoroca do Sacavém-São Luís MA**. *Rev. Bras. Geomorfol.*, v. 24, p. 1-20, 2023.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. ICMBio Realiza Operação de Ordenamento da Visitação nas Praias do Meio e Caixa D'áço em Trindade no Feriado de Carnaval de 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/190-icmbio-realiza-operacao-de-ordenamento-da-visitacao-nas-praias-do-meio-e-caixa-d-aco-em-trindade-no-feriado-de-carnaval-de-2022.html>. Acesso em: 20 jul. 2023.
- KAMINO, L. H. Y.; REZENDE, E. A.; SANTOS, L. J. C.; FELIPPE, M. F.; ASSIS, W. L. **Atlantic Tropical Brazil**. In: SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C.; PAISANI, J. C. (Ed.). **The Physical Geography of Brazil: Environment, Vegetation and Landscape**. New York, NY, USA: Springer, 2019. p. 41-74.
- LEUZINGER, M. D.; SANTANA, P. C.; SOUZA, L. R. **Parques Nacionais do Brasil: Pesquisa e Preservação**. Brasília, Brazil: CEUB, 2020. p. 1-748.
- LIMA, G. M.; GUERRA, A. J. T.; RANGEL, L. A.; BOOTH, C. A.; FULLEN, M. A. **Water Erosion Processes on the Geotouristic Trails of Serra da Bocaina National Park Coast, Rio de Janeiro State, Brazil**. *Soil Systems*, v. 8, n. 1, p. 24, 2024.
- LIMA, G. M.; GUERRA, A. J. T. **Áreas degradadas por processos erosivos hídricos na Trilha do Morro Dois Irmãos, no município do Rio de Janeiro (RJ)**. *Rev. Ciência Geográfica*, v. 27, p. 376-395, 2023.
- LIMA, G. M.; RANGEL, L. A.; GUERRA, A. J. T. **Monitoramento da microtopografia do solo em trilhas de uso público no litoral do Parque Nacional da Serra da Bocaina**. *Rev. Bras. Geomorfol.*, v. 24, p. 1-17, 2023.
- MARION, J. L. **Trail sustainability: A state-of-knowledge review of trail impacts, influential factors, sustainability ratings, and planning and management guidance**. *J. Environ. Manag.*, v. 340, p. 117868, 2023.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Brasília, Brazil**: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente; Ministério do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/extras/62-plano-de-manejo-e-monitorias.html>. Acesso em: 19 jul. 2023.
- PEREIRA, L. S. et al. **Detrimental effects of tourist trails on soil system dynamics in Ubatuba Municipality, São Paulo State, Brazil**. *Catena*, v. 216, p. 106431, 2022.
- RANGEL, L. A.; GUERRA, A. J. T. **Microtopografia e compactação do solo em trilhas geoturísticas no litoral do Parque Nacional da Serra da Bocaina-Estado do Rio de Janeiro**. *Rev. Bras. Geomorfol.*, v. 19, p. 391-405, 2018.
- RANGEL, L. A.; JORGE, M. C.; GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A. **Soil Erosion and Land Degradation on Trail Systems in Mountainous Areas: Two Case Studies from South-East Brazil**. *Soil Syst.*, v. 3, p. 56-70, 2019.
- SOUZA, J. S. et al. **Geomorfologia do litoral sul fluminense (RJ): Uma abordagem integrada**. *Rev. Bras. Geomorfol.*, v. 22, n. 4, p. 709-728, 2021.
- SPERNBAUER, B. S.; MONZ, C.; D'ANTONIO, A.; SMITH, J. W. **Factors influencing informal trail conditions: Implications for management and research in urban-proximate parks and protected areas**. *Landsc. Urban Plan.*, v. 231, p. 104661, 2023.
- WOLF, I. D.; CROFT, D. B.; GREEN, R. J. **Nature Conservation and Nature-Based Tourism: A paradox?** *Environments*, v. 6, p. 104-126, 2019.
- YIN, C.; ZHAO, W.; PEREIRA, P. **Soil conservation service underpins sustainable development goals**. *Glob. Ecol. Conserv.*, v. 33, p. 1-8, 2022.
- ZHANG, X.; ZHONG, L.; YU, H. **Sustainability assessment of tourism in protected areas: A relational perspective**. *Glob. Ecol. Conserv.*, v. 35, p. 1-14, 2022.



# COMPARAÇÃO METODOLÓGICA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE DEGRADAÇÃO DO GEOPATRIMÔNIO NOS GEOSSÍTIOS DE CARNAÚBA DOS DANTAS

Matheus Dantas Das Chagas <sup>1</sup>  
Isa Gabriela Delgado De Araújo <sup>2</sup>  
Fernando Eduardo Borges Da Silva <sup>3</sup>  
Francisco Hermínio Ramalho De Araújo <sup>4</sup>  
Diogo Bernardino Santos De Medeiros <sup>5</sup>  
Mônica Raylla Dantas Magno <sup>6</sup>  
Jucielho Pedro Da Silva <sup>7</sup>  
Marcelo Alves De Souza <sup>8</sup>  
José Thayrone Santos Braga <sup>9</sup>  
Marco Túlio Mendonça Diniz <sup>10</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Risco de Degradação; Geopatrimônio; Carnaúba dos Dantas; Geodiversidade; Metodologias.

## RESUMO

O município de Carnaúba dos Dantas possui elementos da Geodiversidade singulares, com interesses geológicos, geomorfológicos e arqueológicos. O município faz parte do território do Geoparque Seridó, com quatro Geossítios, são eles: Cachoeira dos Fundões, Monte do Galo, Serra da Rajada e o Xique-Xique. Este trabalho tem como objetivo realizar uma comparação metodológica de risco de degradação do Geopatrimônio, a partir das metodologias desenvolvidas por Brilha (2016) e Selmi et al., (2022). Com a intervenção humana cada vez mais frequente na natureza, estudos desses tipos ganham foco para a conservação da natureza, seja em elementos da biodiversidade ou de elementos da Geodiversidade. Então, o risco de degradação do Geopatrimônio está associado a capacidade de degradação do Geossítio, seja por fatores naturais ou antropogênicos.

- 1** Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, [matheuschagas@outlook.com](mailto:matheuschagas@outlook.com)
- 2** Doutoranda pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, [isiinhad@gmail.com](mailto:isiinhad@gmail.com)
- 3** Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, [fernando100borges00.1@gmail.com](mailto:fernando100borges00.1@gmail.com)
- 4** Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, [herminio.hvbr@gmail.com](mailto:herminio.hvbr@gmail.com)
- 5** Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, [diogo-bernardino@hotmail.com](mailto:diogo-bernardino@hotmail.com)
- 6** Mestranda pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, [monicaraylla08@gmail.com](mailto:monicaraylla08@gmail.com)
- 7** Doutorando pelo curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, [jucyelho@hotmail.com](mailto:jucyelho@hotmail.com)
- 8** Mestrando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte/CERES - UFRN, [marceloalvess450@gmail.com](mailto:marceloalvess450@gmail.com)
- 9** Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, [jose.braga.120@ufm.edu.br](mailto:jose.braga.120@ufm.edu.br)
- 10** Professor orientador: Doutor Marco Túlio Mendonça Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, [tuliogeografia@gmail.com](mailto:tuliogeografia@gmail.com)



Conforme nosso estudo, foi possível verificar diferentes resultados, causados por alguns fatores das metodologias, como a diferença de pontuação, critérios que apesar de se conectarem, são postos diferentes e as classes de avaliação, demonstrando assim a necessidade de uma metodologia que tire o máximo de subjetividade.

## INTRODUÇÃO

Os elementos abióticos acompanham a evolução do planeta Terra com papel central, conforme Brilha (2005) a Geodiversidade além de fornecer nutrientes e habitats para a biodiversidade, acompanhou também a evolução da civilização humana, desde o período em que os seres humanos se refugiavam nas cavernas, visando se proteger dos predadores, ou como fonte de matéria prima para construção de castelos, até chegar em dias hodiernos em que a mesma é fonte primária para o desenvolvimento científico com minerais.

Entende-se aqui por Geodiversidade como o conjunto de elemento e processos abióticos, de natureza pedológica, geomorfológica, petrográfica, geológica, hidrológica, climática e espeleológica (Gray, 2013; Claudino-Sales, 2021).

Já nos encontramos na quarta década de desenvolvimento dos estudos da Geodiversidade, enquanto que os estudos conservacionistas são ainda mais antigos. Na ótica conservacionista a centralização dos estudos pode ter ocorrido no âmbito da biodiversidade, até que se passou a discutir acerca da Geodiversidade, inserindo-a em vias de fato nas discussões acerca da conservação da natureza (Gray, 2004; Brilha, 2005).

Entendendo agora a ótica conservacionista e a ideia de herança, em que a Geodiversidade vai acompanhar a história da Terra temos o Geopatrimônio e a Geoconservação. O Geopatrimônio seria o conjunto de elementos abióticos de uma determinada área com valor superlativo, seja ele científico, cultural, turístico, didático, econômico, entre outros. Enquanto a Geoconservação busca a conservação desses elementos que fazem parte do Geopatrimônio (Sharples, 2002; Meira e Morais, 2016; Lopes, 2017).

Com os avanços tecnológicos cada vez mais evasivos no meio natural, gerando através da pressão antrópica cenários de vulnerabilidade no ambiente, tanto na biodiversidade quanto na Geodiversidade, assim, as preocupações voltadas para a degradação do Geopatrimônio são crescentes, ocasionando o desenvolvimento de metodologias e estudos para mitigar esses riscos (Selmi *et al.*, 2022; Rabelo, 2022).

Esta pesquisa tem como objetivo realizar uma comparação metodológica nos Geossítios presentes no município de Carnaúba dos Dantas, no estado do Rio Grande do Norte. As metodologias aqui aplicadas em atividade de campo foram desenvolvidas por Brilha (2016) e Selmi *et al.*, (2022), ambas são específicas para medir o risco de



degradação no Geopatrimônio. O risco de degradação do Geopatrimônio corresponde a probabilidade do Geossítio ser danificado ou destruído por ações antrópicas ou ações naturais (Garcia-Ortiz, Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez, 2014).

## METODOLOGIA

A presente pesquisa se desenvolveu seguindo o presente fluxo metodológico da área: primeiramente foi realizado uma revisão bibliográfica e documental acerca da área de estudo e da metodologia utilizada, textos basilares como Gray (2013), Brilha (2016), Selmi et al., (2022) e Rabelo et al., (2023); em seguida foi realizado uma atividade de campo nos Geossítios localizados no município de Carnaúba.

Na atividade de campo foi realizado uma avaliação do risco de degradação dos Geossítios, a avaliação aconteceu com uma comparação de metodologias, a metodologia de avaliação do risco de degradação de Brilha (2016) e de Selmi *et al.*, (2022), que são metodologias específicas para esse tipo de avaliação. Na tabela 1 observamos os critérios e subcritérios desenvolvidos por Brilha (2016).

**TABELA 1** - Critérios de avaliação do risco de degradação conforme Brilha (2016).

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO
A. Deterioração dos elementos geológicos (35%)	Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos
	Possibilidade de deterioração dos principais os elementos geológicos
	Possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários
	Menor Possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários
B. Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação (20%)	Local a menos de 50 m de uma área/atividades de potencial degradação
	Local a menos de 200 m de uma área/atividades de potencial degradação
	Local a menos de 500 m de uma área/atividades de potencial degradação
	Local a menos de 1 km de uma área/atividades de potencial degradação
C. Proteção Legal (20%)	Local em uma área sem proteção legal e sem controle de acesso
	Local em uma área sem proteção legal, mas controle de acesso
	Local em uma área com proteção legal e sem controle de acesso
	Local em uma área com proteção legal e controle de acesso
D. Acessibilidade (15%)	Local a menos de 100 m de uma estrada pavimentada e com estacionamento para ônibus
	Local a menos de 500 m de uma estrada pavimentada
	Local acessível por ônibus por estrada de cascalho
	Local sem acesso direto por estrada, mas localizado a menos de 1 km de uma estrada acessível por ônibus
E. Densidade Populacional (10%)	Local em município com mais de 1000 habitantes/km <sup>2</sup>
	Local em município com 250–1000 habitantes/km <sup>2</sup>
	Local em município com 100–250 habitantes/km <sup>2</sup>
	Local em município com menos de 100 habitantes/km <sup>2</sup>

**FONTE:** Adaptado de Brilha (2016).



Seguindo essa metodologia o autor pondera os critérios, que estão representado logo à frente do critério na tabela, que são considerados na soma ponderada após a avaliação, cada subcritério recebe pontuação entre 1 e 4 pontos. Partindo disso, os Geossítios com valores menores que 201 pontos indicaram baixo risco de degradação, entre 201 e 300 pontos risco de degradação moderado e acima de 300 pontos alto risco de degradação.

Na tabela 2 observamos os critérios de avaliação seguindo a metodologia de Selmi et al., (2022).

**TABELA 2** - Critérios de avaliação do risco de degradação conforme Selmi et al., (2022)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO
Vulnerabilidade natural	A1 - Processos ativos
	A2 - Proximidade
Vulnerabilidade antropogênica	B1 - Interesse económico
	B2 - Interesse privado
Utilização pública	C1 - Proteção jurídica
	C2 - Proximidade humana
	C3 - Acessibilidade
	C4 - Densidade populacional
	C5 - Proteção física
	C6 - Utilização degradante
	C7 - Controle de acesso

**FONTE:** Adaptado de Selmi et al., (2022).

Nessa metodologia os autores propõem que cada subcritério receba pontuação entre 0 e 3 pontos, sem ponderação entre os subcritérios. Os Geossítios que receberem entre 0 e 6 pontos serão considerados como baixo risco de degradação, entre 9 e 16 pontos moderado risco de degradação, 17 e 24 pontos alto risco de degradação e entre 25 e 33 pontos muito alto risco de degradação.

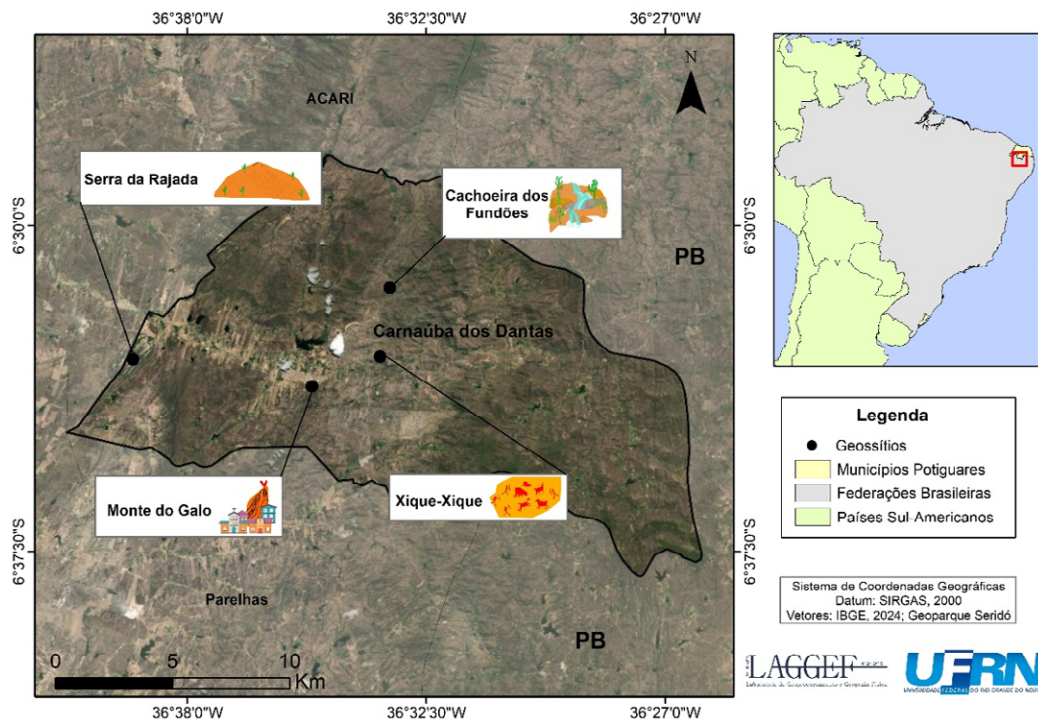
## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa se desenvolve no município de Carnaúba dos Dantas, no estado do Rio Grande do Norte. O município possui uma área territorial de aproximadamente 246,3 km<sup>2</sup>, segundo o senso demográfico de 2022 o município possui uma população de 7.992 pessoas (IBGE, 2025).

O município faz parte do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO, com quatro Geossítios: Cachoieira dos fundões, Monte do Galo, Serra da Rajada e o Geossítio Xique-Xique. Na figura 1 podemos observar os Geossítios presente na área de estudo e suas respectivas localizações.



**FIGURA 1** - Mapa de localização da área de estudo



**FONTE:** Elaborado pelos autores

O município de Carnaúba dos Dantas está inserido na folha Jardim Seridó e Currais Novos (SB.24-Z-B-V) e Currais Novos (SB.24-Z-B-II) que foram confeccionadas em uma escala 1:100.000 pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). O município foi anteriormente desmembrado do município de Acari, também no Rio Grande do Norte, no ano de 1953 (IBGE, 2025).

A Cachoeira dos Fundões (Figura 2) possui uma acessibilidade moderada, para se chegar até o local é necessária uma trilha de aproximadamente 4 km (ida e volta. Segundo Nascimento, Silva e Reis (2020), o Geossítio se quartzitos que fazem parte da formação equador e pegmatitos. Há no sítio lajedos que formam um cânion, decorrentes de sua alta verticalidade.

**FIGURA 2** - Geossítio Cachoeira dos Fundões



**FONTE:** Acervo dos autores



O segundo Geossítio é o Monte do Galo (Figura 3), que está inserido na área urbana do município. O mesmo é constituído como um pegmatito, formado por quartzo, feldspato, plagioclásio, biotita, muscovita e turmalina, com idade de 520 milhões de anos atrás (Nascimento, Silva e Reis, 2020). Ademais, além da Geodiversidade exuberante o Geossítio possui um apelo religioso, que teve início no ano de 1927, onde desde então recebe romarias em busca de bênçãos de Nossa Senhora das Vitórias (Nascimento, Silva e Reis, 2020).

**FIGURA 3** - Geossítio Monte do Galo



**FONTE:** Acervo dos autores

O Geossítio Serra da Rajada (figura 04) está localizado a uma distância de aproximadamente 7 km do centro da sede municipal de Carnaúba dos Dantas, nas proximidades da rodovia RN-086 e da BR-427, entre as coordenadas latitudinais  $6^{\circ}32'52.03''S$  e as coordenadas longitudinais  $36^{\circ}39'11.95''O$ .

**FIGURA 4** - Geossítio Serra da Rajada



**FONTE:** Acervo dos autores



O Geossítio é um afloramento granítico, formado por quartzo, feldspato, plagioclásio e biotita com direção predominante NE-SW e de altitude de aproximadamente 500 metros, conforme Nascimento, Silva e Reis (2020)

O Geossítio Xique-Xique (Figura 5) está localizado entre as coordenadas latitudinais 6°33'06.20" e longitudinais 36°33'56.40". O sítio localiza-se na zona rural do município e possui uma trilha de aproximadamente 1,5 km de distância, contudo, a diferença de elevação pode ser empecilho, conforme dados do próprio Geoparque (Figura 6), o Geossítio começa em uma altitude de 335 metros e sobe até 422 metros acima do nível médio do mar, totalizando uma diferença de 87 metros.

**FIGURA 5** - Geossítio Xique-Xique



**FONTE:** Acervo dos autores

Sua geologia está associada ao quartzito da Formação Equador, o destaque do Geossítio está em suas pinturas rupestres que chama atenção com culturas antigas e movimentos dos nativos (Nascimento, Silva e Reis, 2020).



FIGURA 6 - Placa informativo no Geossítio Xique-Xique



FONTE: Acervo dos autores

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da realização da comparação metodológica realizada nos Geossítios, podemos observar que as pontuações não são uniformizadas, muito pelo fato de possuírem pesos e valorações diferentes. Primeiro iremos analisar o resultado a partir da metodologia de Selmi et al., (2022), na tabela 3 podemos observar a pontuação de cada Geossítio.

TABELA 3 - Risco de degradação dos Geossítios conforme Selmi et al (2022).

Geossítio	A1	A2	A	B1	B2	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C	TOTAL
Cachoeira dos Fundões	1	1	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	5	7
Monte do Galo	2	1	3	1	1	2	3	3	3	2	3	1	3	18	23
Serra da Rajada	2	1	3	0	0	0	3	3	0	1	3	0	3	13	16
Xique-Xique	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	2	5	6

FONTE: Elaborado pelos autores



A cachoeira dos fundões recebeu baixa pontuação, na vulnerabilidade natural foi observado que o sítio possui um processo ativo que o acomete em períodos chuvosos, e atividades agrícolas em suas proximidades. Já no interesse econômico, não foi verificado algum elemento que o desgaste, apesar da comum atividade de retirada de areia de rios para a construção civil, na região do Seridó, os afloramentos rochosos na área (Figura 7) impossibilitam a pratica na área.

**FIGURA 7** - Associação de blocos e afloramentos rochosos no Geossítio cachoeira dos fundões.



**FONTE:** Acervo dos autores

Ademais, na utilização pública há destaque, pois o Geossítio está inserido em uma região natural com proteção e controle de visitane, apesar de não haver presença de segurança, o sítio é cercado e há cadeado na cerca, além de um aviso da proibição da visitação sem a presença do guia turístico (Figura 8).



**FIGURA 8** - Controles de acesso no Geossítio cachoeira dos fundos



**FONTE:** Acervo dos autores

O Geossítio Monte do Galo, por sua vez, recebeu 23 pontos, sendo categorizado assim como alto risco de degradação. Vale ressaltar que o Geossítio está situado na zona urbana do município o que afetou nessa pontuação.

Na vulnerabilidade ambiental o Geossítio possui uma erosão que o acomete de forma contínua, não apenas com incidência no mesmo, mas em sua proximidade. Na vulnerabilidade antropogênica, o fato do contexto religioso estar inserido o Geossítio, observa-se interesses econômicos e em itens que pessoas que visitam o local podem querer levar de lembrança. Já no que tange a utilização pública o Geossítio está situado a um local com fácil acessibilidade com estacionamento (Figura 9), não há controle de acesso nem proteção física.



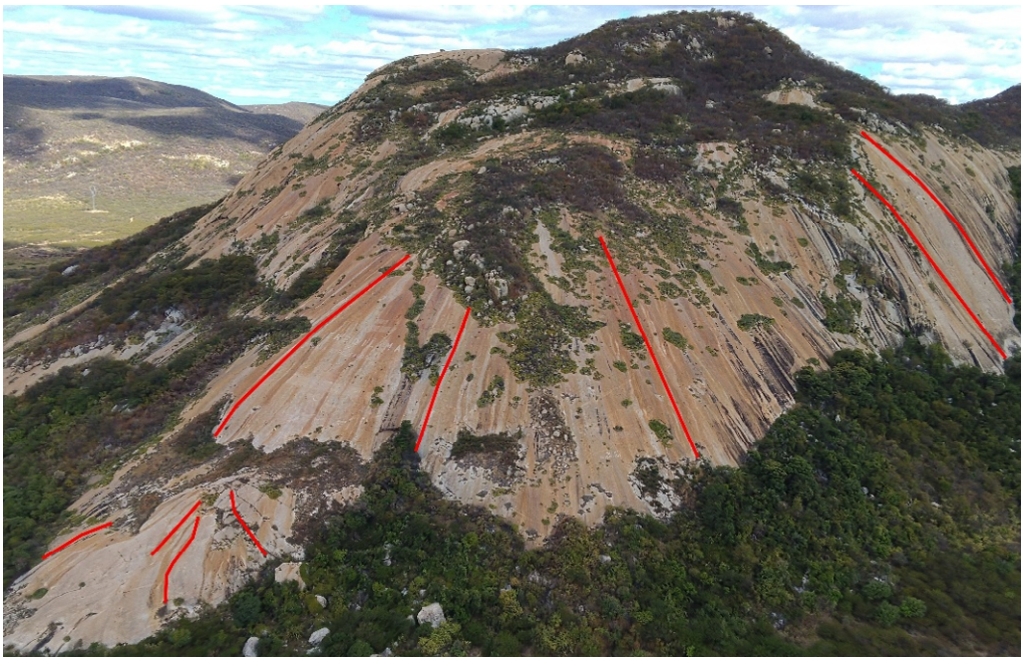
**FIGURA 9** - Acessibilidade do Geossítio Monte do Galo



**FONTE:** Acervo dos autores

O Geossítio Serra da Rajada obteve pontuação moderada, com 16 pontos, muito devido a sua proximidade, na vulnerabilidade natural o Geossítio possui uma erosão contínua, evidenciado nas formas que observamos na paisagem como caneluras (Figura 10) e um tafoni (Figura 11).

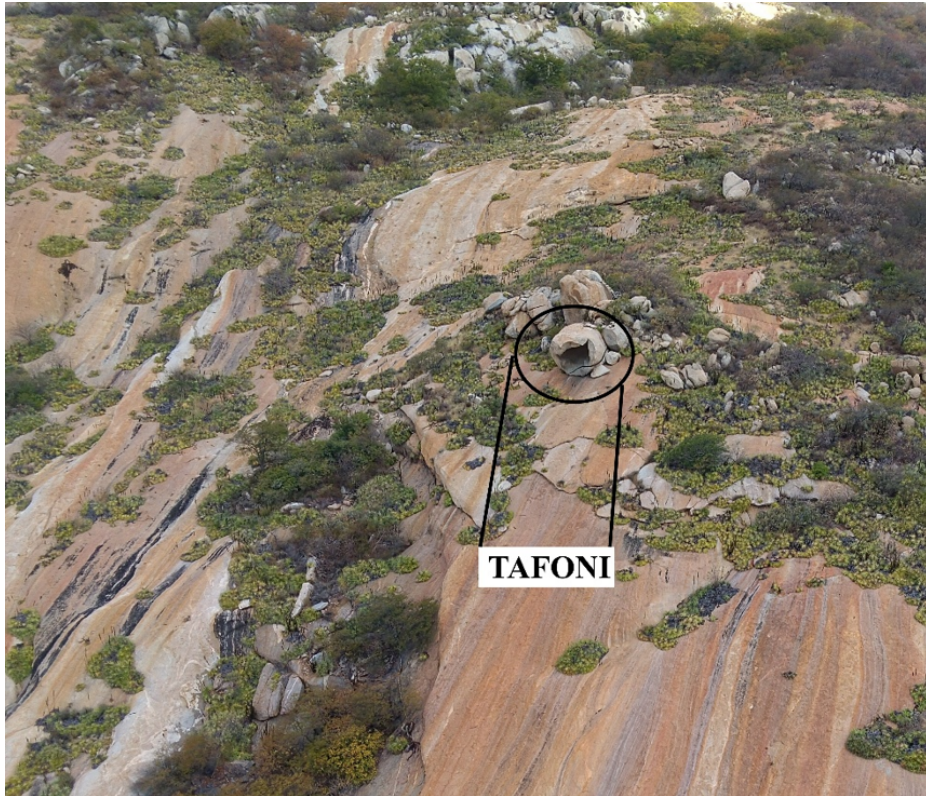
**FIGURA 10** - Caneluras presentes no sítio Serra da Rajada



Legenda: as linhas vermelhas representam algumas das muitas caneluras observáveis na paisagem;  
**FONTE:** Acervo dos autores.



**FIGURA 11-** Tafoni observável no sítio Serra da Rajada



**FONTE:** Acervo dos autores

Na vulnerabilidade antropogênica e na utilização pública observamos que no sítio em si há apenas o interesse turístico, passível de se inserir na economia, enquanto que não está em uma zona protegida e se situa a menos de 1 km de uma atividade passível degradante que são as olarias (Figura 12). O que eleva também sua pontuação é a falta de proteção e controle de acesso, apesar de possuir uma acessibilidade difícil, devido a suas trilhas.

**FIGURA 12 -** Olarias situadas nas imediações do Geossítio.



**FONTE:** Acervo dos autores.



O Geossítio Xique-Xique obteve baixo risco de degradação, com 6 pontos, sem vulnerabilidade natural e com apenas interesse econômico turístico, decorrente de seu geopatrimônio o Geossítio possui proteção e controle de acesso, através de cadeado em cerca, apesar de sua proximidade com estradas carroçáveis a trilha para se chegar ao Geossítio é necessário realizar uma trilha de nível moderado, o que dificulta seu aproveitamento.

A segunda avaliação decorreu seguindo o método de avaliação do risco de degradação desenvolvido por Brilha (2016), na tabela 4 podemos observar a pontuação de cada Geossítio, salienta-se que o trabalho de Nascimento *et al.*, (2023), contudo a pontuação foi diferente.

**TABELA 04** - Risco de degradação de Geossítios conforme Brilha (2016).

<b>GEOSSÍTIO</b>	A	B	C	D	E	<b>TOTAL</b>	<b>NASCIMENTO ET AL.,2023</b>
Cachoeira dos Fundões	1	1	1	1	1	<b>100</b>	<b>175</b>
Monte do Galo	2	4	4	4	1	<b>300</b>	<b>225</b>
Serra da Rajada	1	1	4	1	1	<b>160</b>	<b>180</b>
Xique-Xique	1	1	1	1	1	<b>100</b>	<b>130</b>

**FONTE:** Elaborado pelos autores

No que tange as classes de avaliação de baixo, médio e elevado deram semelhantes, contudo, a metodologia de Selmi *et al.*, (2022), possui uma categoria a mais (conforme explicitado na seção materiais e métodos). Apesar das pontuações sejam diferentes do trabalho de Nascimento *et al.*, (2023), os Geossítios permaneceram com as mesmas classes. Ademais, salienta-se que na presente metodologia os Geossítios não receberam pontuação zero em todas as classes.

O sítio Cachoeira dos Fundões recebeu baixo risco de degradação, pois além de possuir mecanismos de proteção legal e controle de acesso, não há acesso direto por estradas, sendo necessário realizar uma trilha, além disso, em virtude de estar localizado em uma área rural, o sítio é localizado a mais de um km de distância de alguma potencial atividade degradante.

O Geossítio Monte do Galo, apesar de ter obtido moderado risco de degradação, diferentemente da pesquisa de Nascimento *et al.*, (2023), aqui o sítio com um ponto de ser considerado com elevado risco de degradação. Sua inserção em uma área urbana, sem controle de acesso e sem proteção legal, com fluxo turístico e erosão constante, ocasionou essa interpretação, além de sua acessibilidade (Conforme figura 9).

O Geossítio Serra da Rajada foi classificado como baixo risco de degradação, recebendo maior pontuação no critério de proteção legal (ponderação de 20%), tendo em vista que o sítio não possui proteção legal e nem controle de acesso, em compensação



possui uma acessibilidade mais difícil. Nesse último ponto, foi levado em consideração a trilha para acesso do sítio em si, contudo, é possível observar o Geossítio nas margens das rodovias (Figura 12).

**FIGURA 12** - Serra da Rajada observada nas margens da rodovia



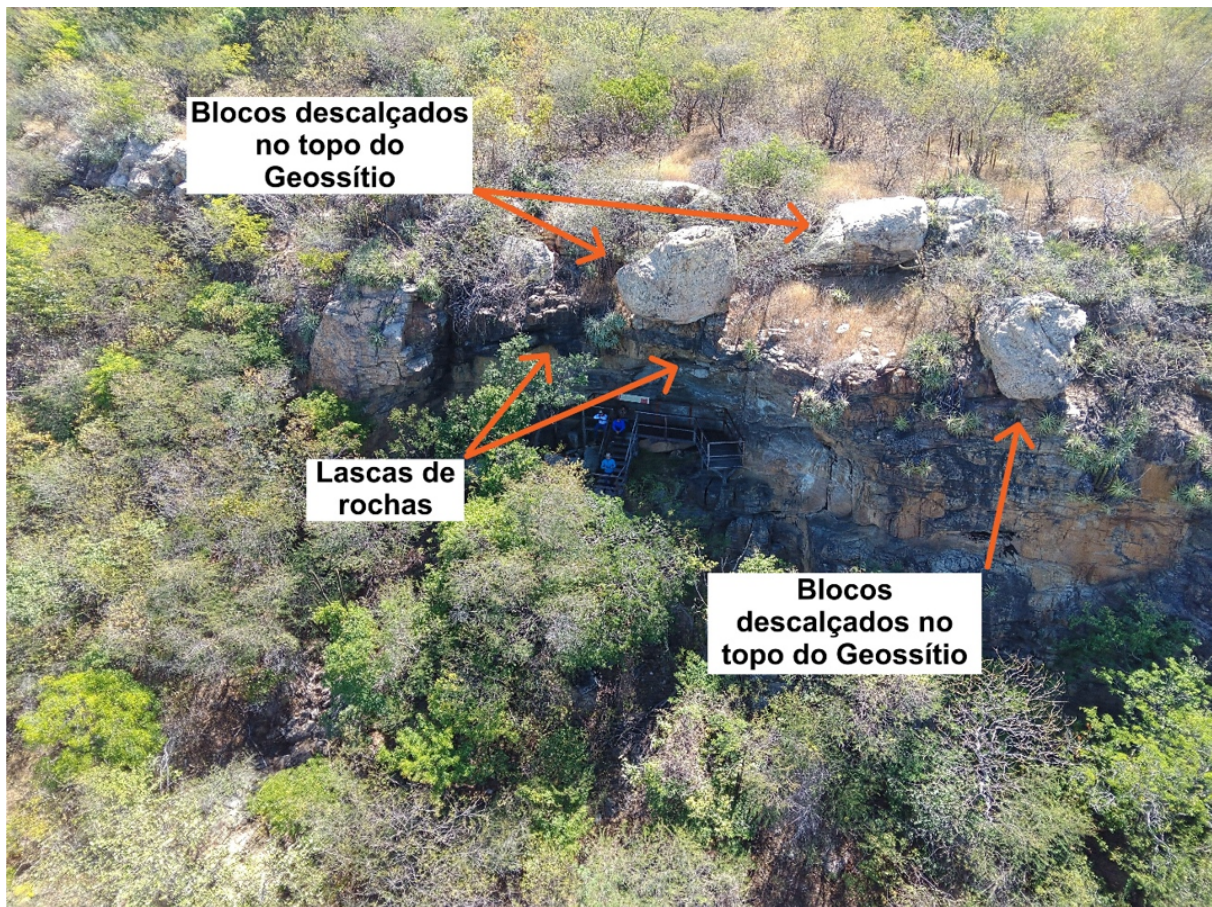
**FONTE:** Acervo dos autores

O Geossítio Xique-Xique, recebeu também baixo risco de degradação com 100 pontos, assim como o Geossítio Cachoeira dos Fundões, pois possui proteção legal, por se caracterizar como um sítio arqueológico e controle de acesso, por meio de cercas com cadeados.

Sobretudo ao Geossítio Xique-Xique que segundo ambas as metodologias tem baixo risco de degradação, muito decorrente de está localizado em zona rural, o mesmo não é verificado no trabalho de Modesto e Filho (2024). Na parte superior do geossítio, acima do ponto de observação e das pinturas rupestre há blocos e lascas de rochas que aparentam não se encontram com estabilidade, o que causa risco não apenas ao visitante, como também a estrutura do próprio sítio. Os autores chamam ainda atenção para blocos que aumentam o peso no sustento da rocha (Figura 13), o que pode ocasionar o risco de queda.



**FIGURA 13-** Blocos de rochas descalçados no topo do Geossítio.



**FONTE:** Acervo dos autores, adaptado de Modesto e Filho (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de suma importância antes de concluirmos, salientar que este trabalho não foi produzido sob uma ótica alarmista, ao mesmo tempo que também não defendeu a intocabilidade dos ambientes abióticos presentes na área de estudo. Contudo, é necessário entendermos que a alteração de Geossítios (sejam os ambientes, elementous e/ou os processos abióticos) ocasionará uma mudança não apenas no meio natural e no meio social, tendo em vista do proporcionado pelo meio abiótico, como nutrientes para plantas, estruturas e elementos essenciais para atividades humanas e pelo seu próprio valor intrínseco.

Os resultados dessa comparação metodológica mostraram-se satisfatória, não era esperado o contrário, por se tratar de metodologias internacionalmente divulgadas e aceitas. Contudo, podemos realizar ponderações quanto as suas aplicações, alguns dos critérios utilizados em cada metodologia conversam um com o outro, porém elas possuem pesos, classes e pontuações diferentes.

A metodologia do Brilha (2016) que foi também aplicado no estudo de Nascimento et al., (2023), teve pontuações diferentes desse estudo, a falta de critérios quantificáveis



mais bem delineados pode ser um dos motivos, tendo em vista que algumas vezes pode haver certa subjetividade na pesquisa. É necessário compreender ainda que esta metodologia não trabalha o risco de degradação dos Geossítios de forma isolada, é uma metodologia que evidencia outros valores da Geodiversidade, falando de um potencial risco de degradação, e sobretudo, ajuda o pesquisador a valorizar o caráter científico na pesquisa do Geopatrimônio, sendo assim de uma alta relevância e basilar para estudos deste tipo.

A metodologia de Selmi et al.,(2022), por sua vez, agora centrada na avaliação do risco de degradação dos Geossítios, conversa com outros estudos, como por exemplo Garcia-Ortiz, Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2014) e mais recente Kubalíková (2024). Essa metodologia mostrou-se também de suma relevância para o estudos, contudo a utilização de menores elementos na vulnerabilidade natural é uma crítica a se fazer, ademais, considerar a vulnerabilidade ambiental com o mesmo peso da antropogênica, é algo a se pensar, pois estamos trabalhando com o ambiente natural do Geopatrimônio, logo a interferência do homem será mais preocupante.

Podemos concluir, a partir das respectivas avaliações que os Geossítios do município de Canaúba dos Dantas possuem entre baixo e moderado risco de degradação, muito em virtude, da gestão municipal que faz controle de acesso em dois dos quatro Geossítio. A exceção foi o Monte do Galo, que na metodologia de Selmi et al.,(2022), possui elevado risco de degradação, esse fato se dá por sua inserção em meio ambiente urbano, logo ele está sendo diretamente afetado. Contudo, é certo que com a manutenção certa do município o Geossítio tente para que seu ambiente perdure por um longo tempo, e isso foi evidenciado em campo, com o município realizando obras de revitalização do local.

Vale ainda destacar que, é notável o alto risco de degradação do Geossítio Xique-Xique, por não estar em uma área urbana as metodologias não evidenciaram isso, a vulnerabilidade natural é clara e há meios para contornar a situação, como retirar de forma manual os blocos situados no topo do Geossítio.

## *Agradecimentos:*

**A**gradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Código de Financiamento 001), pelo financiamento ao autor 1, e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Código de Financiamento 001) para os autores 2, 3, 6, 7 e 8, agradecemos também ao Programa Bolsas FUNBIO - Conservando o Futuro do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade pelo financiamento da pesquisa do autor 4, bem como ao Laboratório de Geoprocessamento e Geografia Física (LAGGEF), pelo apoio técnico a pesquisa.



## REFERÊNCIAS

- BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. São Paulo: Palimage, 2005.
- BRILHA, J. Inventory and Quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage** 8, p. 119-134, 2016.
- CLAUDINO-SALES, V. Geodiversity and geoheritage in the perspective of geography. Bulletin of Geography. **Physical Geography Series**, n. 21, p. 45-52, 2021.
- GARCÍA-ORTIZ, E. FUERTES-GUTIÉRREZ, I. FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Concepts and terminology for the risk of degradation of geological heritage sites: fragility and natural vulnerability, a case study. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 125, n. 4, p. 463-479, 2014.
- GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley and Sons, 2004.
- GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.
- IBGE CIDADES**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> Acessado em: 01/07/2025
- KUBALÍKOVÁ, L. **Hard and Resistant as a Rock? Threats to Geodiversity and How to Identify and Evaluate Them**.
- LOPES, L. S. O. **Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico: aplicação no litoral do estado do Piauí**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- 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.
- MODESTO, F. B. F. OLIVEIRA FILHO, I. B. O. **Avaliações Geotécnicas em Atrativos Geoturísticos: Geoparque Seridó, RN**. Serviço Geológico do Brasil. Recife, 2024.
- NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, M. L. N.; REIS, F. A. G. V. **Geoparque Seridó: geodiversidade e patrimônio geológico no interior potiguar**. 2020.
- NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, M. L. N.; DIAS, M. C. S. S.; MEDEIROS, J. L. Avaliação do patrimônio geológico no Seridó Geoparque Mundial da UNESCO como base na quantificação de seus geossítios. In: SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A. L. **Abordagens científicas no Seridó Geoparque Mundial da UNESCO**. Mossoró, RN: Edições UERN, 2023. p. 11-32
- RABELO, T. O. DINIZ, M. T. M. ARAÚJO, I. G. D. TERTO, M. L. O. QUEIROZ, L. S. ARAÚJO, P. V. D. N. PEREIRA, P. Risk of degradation and coastal flooding hazard on geoheritage in protected areas of the semi-arid coast of Brazil. **Water**, 15(14), 2564, 2023.
- SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. 3. Ed. Tasmânia: Parks & Wildlife Service web site, 2002.
- SELMİ, L., CANESIN, T. S., GAUCI, R., PEREIRA, P., & CORATZA, P. Degradation risk assessment: understanding the impacts of climate change on geoheritage. **Sustainability**, v. 14, n. 7, p. 4262, 2022.



# GEODIVERSIDADE E FRAGILIDADE AMBIENTAL: UMA CARTOGRAFIA DE SÍNTESE PARA O GEOSSÍTIO MARMITAS DO RIO CARNAÚBAS - GEOPARK SERIDÓ , ACARI, RIO GRANDE DO NORTE - BRASIL

Milena Pires de Sousa <sup>1</sup>

Andreza Viana Fonseca <sup>2</sup>

Paulo Jeronimo Lucena de Oliveira <sup>3</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Geodiversidade, Fragilidade Ambiental, Geoparque Seridó, Geoprocessamento, Geoconservação.

## RESUMO

A geodiversidade, em estreita relação com os estudos de Geoconservação e Geopatrimônio, desempenha um papel fundamental na compreensão da história geológica da Terra e na preservação dos processos naturais essenciais para a manutenção da vida no planeta. Nesse contexto, esta pesquisa analisou a interação entre a Fragilidade Ambiental e a Geodiversidade no Geossítio Marmitas do Rio Carnaúbas, um dos geossítios do Geoparque do Seridó, localizado no município de Acari-RN. Por meio da utilização de dados geográficos de acesso livre, foram elaborados mapas temáticos que permitiram avaliar a geodiversidade e a fragilidade ambiental da área de estudo. O mapeamento da geodiversidade seguiu a metodologia quantitativa, onde através da álgebra de mapas se cria uma escala que pode variar entre Muito Fraca a Muito Forte, de acordo com a presença ou não de elementos da Geodiversidade analisados sendo: Geologia, Geomorfologia, Paleontologia, Pedologia e a Presença de Recursos Minerais. Quanto à análise da fragilidade ambiental, essa foi conduzida com a álgebra de mapas, onde o mapa de fragilidade ambiental é uma síntese dos valores máximos atribuídos aos mapeamentos de: Uso e Cobertura, Classe de Solos, Declividade e Fragilidade à erosão. Essas abordagens possibilitaram uma interpretação detalhada da paisagem, destacando os principais elementos que compõem a geodiversidade do geossítio e os fatores que influenciam sua vulnerabilidade ambiental. Os resultados da pesquisa demonstraram que o Geossítio Marmitas do Rio Carnaúbas apresenta um elevado grau de geodiversidade, com a ocorrência de feições geomorfológicas, geológicas e paleontológicas de grande relevância científica e educativa. Ao mesmo tempo, a análise da fragilidade ambiental, demonstrou uma variação entre os graus Fraca, Média, Forte e Muito Forte, com predominância do grau Médio, proveniente do tipo de solo da área, sendo uma predisposição natural. É importante salientar que a

- 1** Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo - USP, [milenasousa@usp.br](mailto:milenasousa@usp.br)
- 2** Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade de Pernambuco - UPE, [andreza.vfonseca@upe.br](mailto:andreza.vfonseca@upe.br)
- 3** Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, [paulo.jeronimo@aluno.uece.br](mailto:paulo.jeronimo@aluno.uece.br)



fragilidade ambiental considera também predisposições naturais, como a fragilidade à erosão, além da fragilidade causados por uso e ocupação devido à ação antrópica. Assim, o mapeamento produzido, possibilita atenção a práticas de Geoconservação seja alinhada a predisposições naturais da área, além da atenção voltada a práticas de manejo sustentável, garantindo que as atividades turísticas e educacionais sejam desenvolvidas de forma equilibrada, garantindo a proteção do seu patrimônio geológico e contribuindo para a conscientização sobre a importância da geodiversidade.

## INTRODUÇÃO

A geodiversidade é frequentemente definida como a variedade de elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos) e pedológicos (solos), bem como os processos que os moldam ao longo do tempo (MANSUR, 2018). O conceito está diretamente relacionado a outros dois: Geoconservação e Geopatrimônio.

O Geopatrimônio refere-se à parcela da geodiversidade que possui valor especial, seja científico, educacional, cultural, estético ou econômico. Trata-se de elementos e locais que ajudam na compreensão da história geológica da Terra e dos processos que moldaram o planeta ao longo de milhões de anos. Exemplos incluem geossítios, afloramentos de rochas raras, jazidas fossilíferas e paisagens geomorfológicas singulares. O reconhecimento do geopatrimônio é fundamental para a valorização da geodiversidade e sua proteção.

A Geoconservação, por sua vez, é o conjunto de práticas voltadas para a proteção, gestão e uso sustentável da geodiversidade e do geopatrimônio. Seu objetivo é garantir que esses elementos sejam preservados para futuras gerações, mantendo sua integridade científica, paisagística e educativa. A geoconservação envolve a criação de geoparques, a proteção legal de geossítios, a educação ambiental e a gestão sustentável de recursos geológicos.

A interligação entre geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação é essencial para a compreensão da história geológica da Terra e para a manutenção dos processos naturais que influenciam a vida no planeta. O reconhecimento e a valorização desses elementos contribuem para a educação ambiental, o turismo sustentável e o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à conservação do patrimônio geológico.

Foram identificadas diversas metodologias de avaliação quantitativa sobre uma cartografia de síntese para a geodiversidade, como em: Kozlowki (2004), Xavier da Silva e Carvalho e Filho (2001), Serrano e Ruiz-Flãno (2007), Jackova e Romportl (2008), Benito -Calvo et al (2009), Hjort e Louto (2010), Ruban (2010), Pellitero et al.



(2011), Pereira et. al. (2013), Pellitero, Manosso e Serrano (2014), Santos (2016), Santos et. al (2017), entre outros. Já visando uma representação cartográfica qualitativa, foi encontrada a metodologia da Companhia de Recursos Naturais (CPRM), em 2006.

Fragilidade ambiental é a susceptibilidade do ambiente de sofrer intervenções, ou de ser alterado. Para Ross (1994), os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem as intervenções humanas.

Este trabalho se baseia na metodologia de Pereira et. al. (2013) para produção de um mapa síntese de Geodiversidade, e na metodologia de Ross (1994) sobre fragilidade ambiental para produção de um mapa síntese sobre fragilidade ambiental para entendimento das dinâmicas que ocorrem no Geossítio Marmitas do Rio Carnaúbas, no Geopark Seridó.

## ÁREA DE ESTUDO

Localizado no Município de Acari-RN, o geossítio Marmitas do Rio Carnaúbas, popularmente conhecido por “Cai Peixe”, é um dos 21 geossítios inventariados do Geoparque Seridó. Está situado nas coordenadas : 6° 29’ 42”S, 36° 41’ 31”W, ao longo do leito do rio Carnaúba, a aproximadamente 8,5 km a sudoeste, em linha reta, do centro de Acari. O acesso ao local se dá por largas estradas vicinais, contando com uma trilha de aproximadamente 1,5 km.

Quanto aos aspectos geológicos, a área é composta por granitos de textura inequigranular, com grãos variando de médios a grossos, e sua constituição mineralógica inclui K-feldspato, Quartzo, Plagioclásio, Biotita, Titanita, Zircão, Apatita e minerais opacos. Esse maciço granítico faz parte da Suíte Intrusiva Itaporanga (Granito Acari), cuja idade é estimada em 572 milhões de anos.

A rocha é atravessada por diversos diques graníticos, que apresentam granulação mais fina em comparação ao corpo granítico principal, além de diques de pegmatito, que contêm K-feldspato, quartzo, minerais opacos, turmalina e berilo. (GEOPARQUE SERIDÓ, 2025)

Um dos elementos mais notáveis do local são as marmitas fluviais. Essas estruturas estão distribuídas ao longo de um trecho de 800 metros do rio e resultam da erosão fluvial. (GEOPARQUE SERIDÓ, 2025)



**FIGURA 1** - Localização do Geossítio Marmitas do

Rio Carnaúbas, Geoparque Seridó, Acari, Rio Grande do Norte - Brasil.



**FONTE:** Os autores

## METODOLOGIA

Para a realização do trabalho, foi realizado um mapeamento da Geodiversidade, de acordo com a metodologia proposta por Pereira et. al. (2013) para produção de um mapa síntese de Geodiversidade. E um mapeamento sobre a fragilidade ambiental de acordo com a metodologia de Ross (1994).

Para a produção do mapa de Geodiversidade, foram utilizados bases de dados geográficos disponíveis gratuitamente nos sistemas do CPRM (2024), IBGE( 2024) e na consulta de produções científicas sobre o tema e o local. O mapa foi produzido no software QGIS 3.28.6. A Geodiversidade se expressa pela soma de índices através de uma grade de 30m x 30m, de acordo com cinco índices parciais produzidos previamente, sendo eles: (1)Geológico, (2)Geomorfológico, (3) Paleontológico, (4) Pedológico e (5) Ocorrências Minerais.

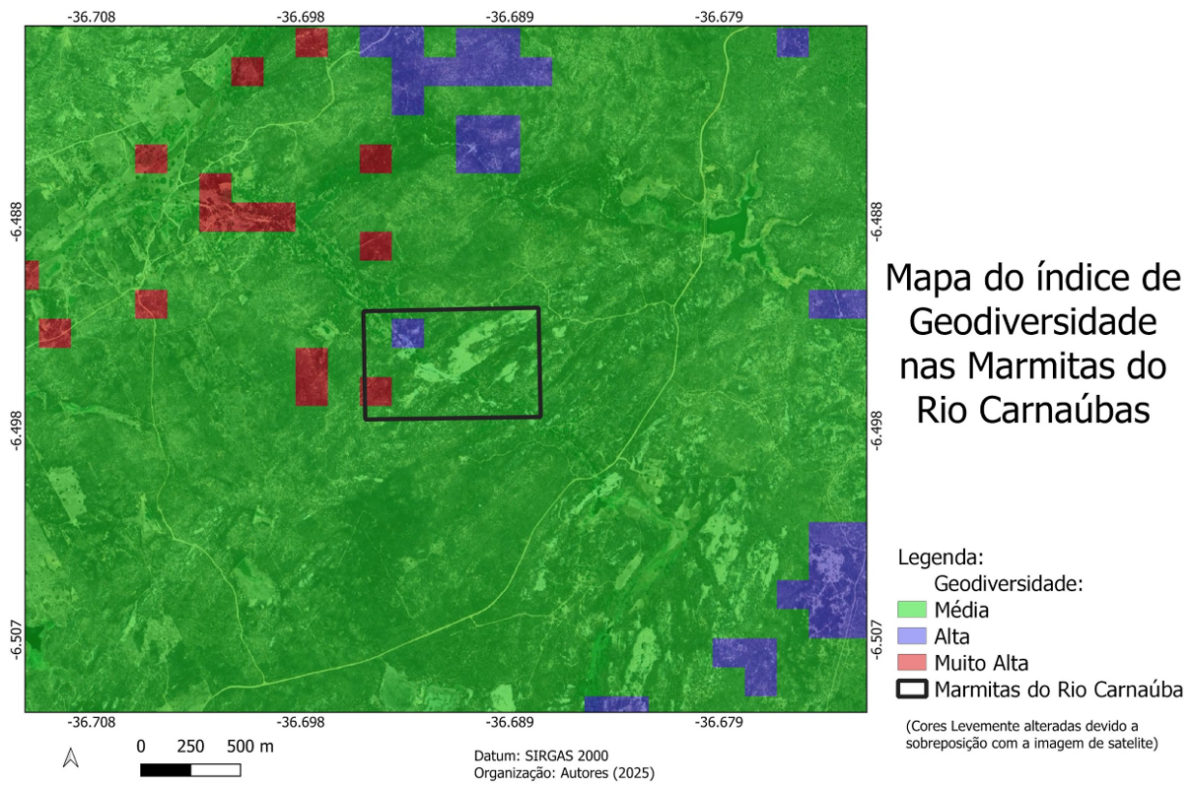
O mapa de Fragilidade Ambiental foi produzido com a entrada de dados geográficos abertos disponíveis do CPRM (2024), IBGE(2024) e MAPBIOMAS(2023), no software QGIS 3.28.6. O mapa é uma síntese dos valores máximos atribuídos aos mapeamentos de: Uso e Cobertura, Classe de Solos, Declividade e Fragilidade à erosão, onde cada mapa recebeu um valor índice de acordo com o indicado na metodologia.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mapa de geodiversidade obtido de acordo com a metodologia proposta por Pereira et. al (2013):



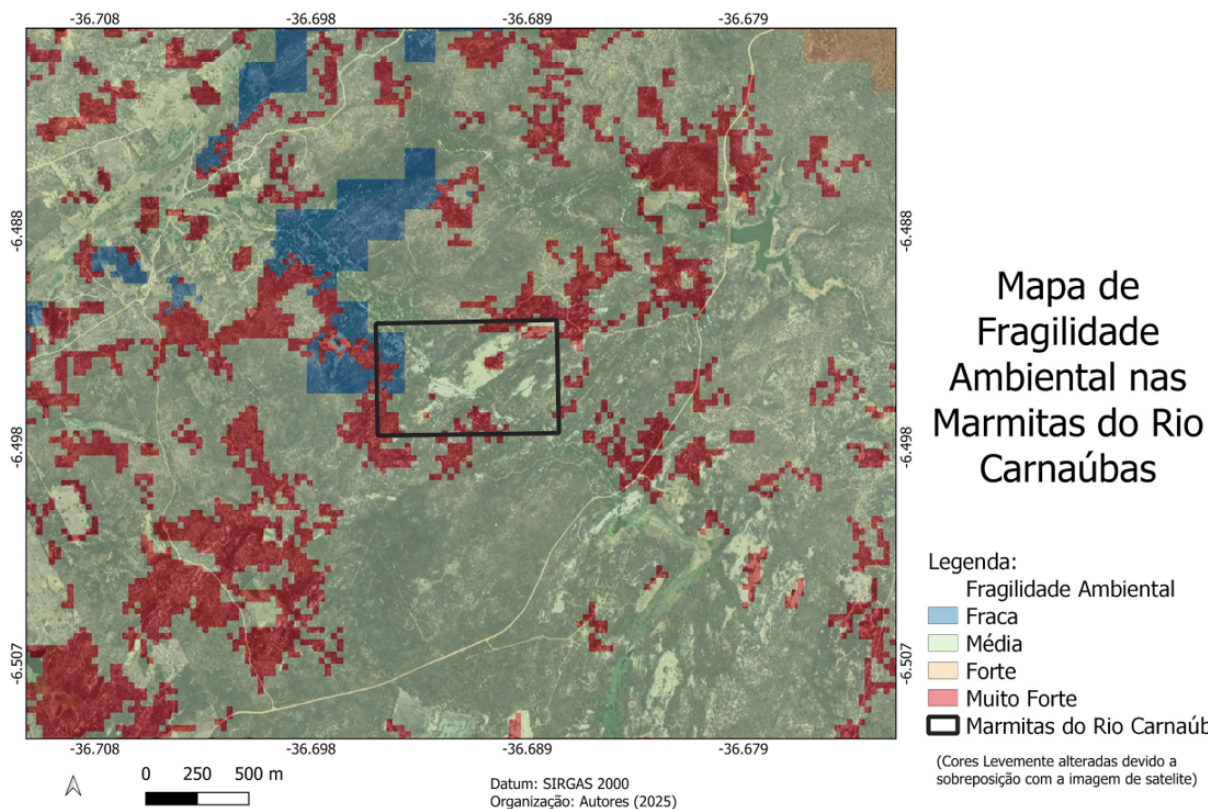
**FIGURA 2** - Mapa do índice de Geodiversidade nas Marmitas do Rio Carnaúbas



**FONTE:** Os autores, 2025.

Mapa obtido de acordo com proposta por Ross (1994):

**FIGURA 3** - Mapa de Fragilidade Ambiental nas Marmitas do Rio Carnaúbas



**FONTE:** Os Autores, 2025.



Pode-se observar com os mapeamentos, que o geossítio apresenta um grau de geodiversidade que varia entre Média e Muito Alta, com predominância na área de um grau Médio. Na área das marmitas, temos a presença dos três graus, que ocorrem devido a presença de recursos Paleontológicos, Geomorfológicos e Geológicos. Como a análise da geodiversidade foi quantitativa, entende-se que o geossítio apresenta um local com diversidade de feições, sendo de bastante importância sua conservação.

A presença de elevados índices de geodiversidade reforça a importância do geossítio como um espaço para a pesquisa científica e a educação ambiental. O estudo detalhado das feições geológicas e geomorfológicas das Marmitas do Rio Carnaúbas permite a compreensão dos processos naturais que moldaram a paisagem ao longo do tempo, contribuindo para a disseminação do conhecimento sobre a história geológica da região.

Quando olhamos o mapeamento de Fragilidade Ambiental, a mesma tem uma variação entre os graus Fraca, Média, Forte e Muito Forte. Com predominância do grau Médio, proveniente do tipo de solo da área, sendo uma predisposição natural. É importante salientar que a fragilidade ambiental considera também predisposições naturais, como a fragilidade à erosão, além da fragilidade causados por uso e ocupação devido à ação antrópica.

A relação entre geodiversidade e fragilidade ambiental evidencia as estratégias de manejo sustentável, garantindo que as atividades turísticas e educacionais sejam desenvolvidas de forma equilibrada, minimizando impactos negativos e promovendo a conservação dos recursos naturais. Para isso, a implementação de trilhas interpretativas, painéis informativos e ações de monitoramento contínuo são fundamentais para manter o equilíbrio entre o uso público e a preservação.

O Geoparque do Seridó, do qual o geossítio faz parte, tem se consolidado como uma referência em geoconservação, promovendo a valorização dos aspectos naturais e culturais da região. A interação entre a comunidade local e os visitantes permite a geração de renda por meio do turismo sustentável, incentivando práticas que respeitam o meio ambiente e fortalecem a identidade cultural do território.

Dessa forma, a proteção das Marmitas do Rio Carnaúbas vai além da conservação dos aspectos físicos da paisagem, tornando-se um instrumento essencial para a educação ambiental, a valorização do conhecimento geocientífico e o desenvolvimento sustentável da região. A integração de ações de geoconservação com o desenvolvimento comunitário fortalece a resiliência ambiental e social, assegurando que as futuras gerações possam conhecer e usufruir desse patrimônio natural de grande relevância.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa investigou a relação da Fragilidade Ambiental e a Geodiversidade no Geossítio Marmitas do Rio Carnaúbas. A metodologia utilizada demonstrou eficiência no uso de ferramentas de geoprocessamento para o mapeamento.

Pode-se concluir que o geossítio Marmitas do Rio Carnaúbas se encontra em uma área com elevado grau de Geodiversidade e em uma área com predominância Média de Fragilidade Ambiental, proveniente do tipo de solo da área, sendo uma predisposição natural. O geossítio se apresenta em conformidade com praticar interligadas de Geoconservação, garantindo uma preservação do Geopatrimônio e da Geodiversidade, estando alinhado com o proposto nos objetivos das Nações Unidas para a formação e manutenção de um geoparque, pois protege e valoriza o patrimônio geológico. A formação de geoparques visa a promoção da educação ambiental, o geoturismo e o desenvolvimento sustentável das comunidades locais, onde a conservação dos recursos naturais é integrada ao desenvolvimento econômico e social.

### *Agradecimentos:*

**O** agradecimento é voltado à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no que tange o apoio científico e financeiro, que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.



## REFERÊNCIAS

- BENITO-CALVO, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; MAGRI, O.; MEZA, P. **Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula**. *Earth Surface Process and Landforms*, v. 34, n. 10, p.1433-1445, 2009.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa de Geodiversidade do Brasil**, escala: 1:2.500.000. 2006. Disponível em <<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/10169>> . Acesso em: 12/02/2025
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM), 2024. Disponível em: [geosgb.sgb.gov.br/geosgb/downloads.html](https://geosgb.sgb.gov.br/geosgb/downloads.html) Acesso em: 12/02/2025
- GEOPARQUE SERIDÓ. Disponível em: <<http://geoparqueserido.com.br/>> Acesso em: 12/02/2025. Acesso em: 12/02/2025
- HJORT, J. LOUTO, M. **Geodiversity of high latitude landscapes in northern Finland**. *Geomorphology*, v. 112, p.324-333, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2024 . Disponível em: <[www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html](http://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html)> Acesso em: 12/02/2025
- JACKOVÁ, K.; ROMPORTL, D. **The relationship between geodiversity and habitat richness in Sumana National Park and Krivoklatsko PLA (Czech Republic): a quantitative analysis approach**. *Journal of Landscape Ecology*, v.1, n.1, p. 23-37, 2008.
- KOZŁOSKI, S. **Geodiversity: the concept and scope of geodiversity**. *Przegląd Geologiczny*, v. 58, n.8/2, p. 833- 835, 2004.
- MANSUR, Kátia Leite. **Patrimônio geológico, Geoturismo e Geoservação: Uma Abordagem da Geodiversidade pela vertente Geológica**. IN: GUERRA, Antonio José Teixeira. JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Organizadores). *Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação: Abordagens geográficas e geológicas*. - São Paulo: Oficina de Textos, 2018.
- MAPBIOMAS, 2023. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/downloads/>> Acesso em: 12/02/2025
- PERREIRA, D.I.; BRILHA, J.; SANTOS, L. **Geodiversity assessment of Parana State (Brazil): an innovative approach**. *Environmental Management*, v.28, p.1-10, 2013.
- PELLITERO, R. MANOSSO, F.C.; SERRANO, E. **Mid- and large-scale geodiversity calculation in Fuentes-Carrionas (NW Spain) and Serra do Cadeado (Paraná, Brazil): methodology and application for land management**. *Geofiska Annaler: Series A, Physical Geography*, v. 97, n. 2, p.19-235, 2014.
- PELLITERO, R.; GONZÁLEZ-AMUCHASTEGUI, M.; RUIZ-FLAÑO, P.; SERRANO, E. **Geodiversity and geomorphosite assessment applied to a natural protected area: the Ebro and Rudron Gorges Natural Park (Spain)**. *Geoheritage*, v.3, p.163-174, 2011.
- ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. *Revista do Departamento de Geografia*. n.8, p.63-74. 1994.
- RUBAN, D.A. **Quantification of geodiversity and its loss**. *Proceedings of the Geologists' Association*, v. 121, p. 326-333, 2010.
- SANTOS, D. **Avaliação da Geodiversidade no Parque Estadual da Pedra Branca**, Rio de Janeiro - RJ. 2014
- SANTOS, D. MANSUR, K.L.; GONÇALVES, J.; ARRUDA JR, E. R.; MANOSSO, F.C. **Quantitative assessment of geodiversity and urban growth impacts in Armação de Buzios, Rio de Janeiro, Brazil**. *Applied Geography*, v. 85, p. 184-195, 2017.
- SERRANO, E.C.; RUIZ-FLAÑO, P. **Geodiversity: a theoretical and applied concept**. *Geographia Helvetica*, v.62, n. 3, p. 140- 147, 2007.
- XAVIER DA SILVA, J., CARVALHO FILHO, L.M., **Índice de Geodiversidade da restinga de Marambaia (RJ): Um exemplo do geoprocessamento aplicado à Geografia Física**. *Revista de Geografia, Recife, DCF/UFPE*, N.1, p. 57-64, 2001.



# VISITAÇÃO AO MUSEU DA GEODIVERSIDADE (IGEO/ UFRJ): UMA EXPERIÊNCIA DE GEOEDUCAÇÃO

Rosângela Garrido Machado Botelho<sup>1</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Geopatrimônio ex situ, Geoeducação, Ensino Superior.

## RESUMO

O Museu de Geodiversidade do Instituto de Geociências (IGEO) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), criado em 2007, representa um espaço geoeseducativo de destaque na cidade do Rio de Janeiro. Além de reunir, manter e salvaguardar elementos da geodiversidade e do geopatrimônio, o Museu propicia oportunidade de conhecimento da história da Terra, contada por meio do seu acervo e mediadores. O presente trabalho objetivou avaliar as expectativas e percepções de um grupo de estudantes de Pós-Graduação em sua primeira visita ao Museu, notadamente em relação ao seu conteúdo temático. Buscou-se identificar se houve evolução no entendimento sobre geodiversidade pelos alunos e atendimento às suas expectativas sobre o que seria visto nesse espaço. O grupo envolvido é multidisciplinar, sendo composto, principalmente, por geógrafos, biólogos e engenheiros (notadamente ambientais) e corresponde aos estudantes da disciplina Geodiversidade e Geoconservação do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Análise Ambiental e Gestão do Território da Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE), na cidade do Rio de Janeiro. Ao todo 14 alunos participaram da visita, que foi agendada, mediada e realizada em 31/07/2024. Antes da visita, foi solicitado aos alunos que respondessem sobre o que esperam ver no Museu da Geodiversidade. Após a visita, eles responderam um questionário envolvendo: o atendimento das expectativas sobre o que se esperava ver; a eventual ampliação do conceito de geodiversidade; e a falta de algum elemento/informação no Museu. Sobre a primeira fase, registraram-se expectativas sobre o conteúdo temático a ser visto no Museu (destacando ampla gama de elementos abióticos representados), mas também à estrutura de apresentação e manejo do acervo. Sobre o atendimento às expectativas, foi verificado que 40% tiveram suas expectativas atendidas, 40% superadas e 20% atendidas parcialmente. No último caso, houve expectativa de encontrar informação sobre geossítios e geoparques, bem como maior variedade temática sobre o meio abiótico, como o relevo, água e solo. Todos os alunos afirmaram terem ampliado o conceito de geodiversidade, reforçando a importância da atividade como parte do processo da Geoeducação, ainda no nível de pós-graduação. Nas respostas pré-visita, foram verificados cerca de 60% de equívocos ou confusões nos conceitos apresentados em aula sobre geodiversidade. No questionário pós-visita esse número caiu para 30%. Quanto à percepção sobre a falta de algum elemento/informação durante a visita, a grande maioria (70%), sentiu falta de: elementos que representassem os temas de geomorfologia, espeleologia, hidrologia (por meio de imagens e vídeos) e pedologia (este último com exposição direta de perfis de solo); da distribuição da

<sup>1</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Coordenação de Meio Ambiente; Professora do Curso de Pós-Graduação em Análise Ambiental e Gestão do Território da Escola Nacional de Ciências Estatísticas – ENCE, [rosangela.botelho@ibge.gov.br](mailto:rosangela.botelho@ibge.gov.br)



geodiversidade no Brasil (numa escala territorial, além da temporal); produtos em que ela é matéria-prima e como é extraída; seus diferentes valores; ameaças; legislação de uso; estimativa de disponibilidade e consumo no mundo; e informações sobre o acervo que não está exposto. Percebeu-se um interesse do grupo por informações sobre serviços ecossistêmicos prestados pela geodiversidade. Além da avaliação de um processo de geoeducação, espera-se que os resultados possam ser úteis na perspectiva deste e outros museus sobre geodiversidade, sobre seu papel e impacto nos visitantes, notadamente nos discentes desta temática.

## INTRODUÇÃO

O Museu de Geodiversidade do Instituto de Geociências (IGEO), pertencente ao Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (CCMN), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) está localizado na Cidade Universitária, na Ilha do Fundão, na zona Norte do município do Rio de Janeiro, distando cerca de 12 km do seu centro urbano. O Museu foi criado em 2007 e inaugurado em 2008. No início, fazia parte do Departamento de Geologia. Contudo, a partir de 2010, sua característica interdisciplinar levou à sua integração diretamente à estrutura do Instituto de Geociências da UFRJ, reforçando o contato com outros departamentos e possibilitando a exploração de outras vertentes de exposição, de coleta de acervo e de plano educativo (Museu da Geodiversidade, 2025).

O acervo, ainda em processo de inventariação, contabiliza mais de 3 mil itens, entre fósseis, rochas, minerais, meteoritos, equipamentos científicos e didáticos, pinturas (paleoarte) e reconstituições de organismos extintos. Atualmente, o Museu abriga a exposição “Memórias da Terra”, inaugurada em 2011, e que trata do planeta Terra de uma “forma holística, integrada, que é o conceito-chave que atravessa a geodiversidade, já que esta é fruto do entrelaçamento entre vida e substrato terrestre, entre vida e processos geológicos, os quais geram paisagens, rochas, minerais, fósseis e solos” (Museu da Geodiversidade, 2025). Além disso, o Museu realiza uma série de atividades educativas e projetos em parcerias com escolas do município e do Estado.

Assim, o Museu da Geodiversidade representa um espaço geoes educativo de destaque, em especial para a cidade do Rio de Janeiro. Além de reunir, manter e salvaguardar elementos da geodiversidade e do geopatrimônio, o Museu propicia oportunidade de conhecimento da história da Terra, contada por meio do seu acervo exposto e dos mediadores em visitas agendadas.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar as expectativas e as percepções de um grupo de estudantes de Pós-Graduação em sua primeira visita ao Museu, notadamente em relação ao seu conteúdo temático e identificar se houve evolução no entendimento sobre geodiversidade pelos alunos e atendimento às suas expectativas sobre o que seria visto nesse espaço. Além da busca pela avaliação de um processo de



geoeducação não formal, acredita-se que os resultados possam ser úteis na perspectiva do próprio Museu, sobre seu papel e impacto nos visitantes, notadamente aqueles que estão estudando esta temática.

A visitação a Museus ou exposições envolvendo a área de Geociências ou Ciências da Terra é considerada uma das estratégias de geoeducação não formal.

Moura-Fé et al. (2016) propuseram o estabelecimento e o desenvolvimento do conceito científico da geoeducação como uma estratégia geoconservacionista, sendo entendida como um ramo específico da educação ambiental a ser aplicado na geoconservação e que seja tratado, fomentado e desenvolvido nos âmbitos formais e/ou não formais do ensino. A geoeducação, portanto, é um ramo científico que propõe, a partir dos objetivos, princípios, conceitos e metodologias da Educação Ambiental, se consolidar como uma estratégia da geoconservação.

A geoeducação, portanto, pode ser oportunizada para além do ambiente pedagógico formal, mantendo seu caráter educativo de informar e formar, conforme preconizado por Moura-Fé et al. (2017).

Segundo Gohn (2006), a educação formal ocorre nas instituições escolares, seguindo currículos historicamente estabelecidos, sendo estruturada em séries, alinhadas aos níveis de conhecimento e segmentadas por faixa etária, e regidas por regras e leis educacionais. A educação não formal, por sua vez, é adquirida no ambiente da vida cotidiana, por meio do compartilhamento de experiências, trabalhando com a subjetividade do grupo e contribuindo para a construção identitária (Gohn, 2006). Segundo a autora, a educação não formal deve ser complementar à educação formal, propondo programas específicos e integrados à comunidade educativa, enriquecendo o processo educacional e favorecendo o desenvolvimento integral dos indivíduos.

De acordo com Silva e Costa (2023), a Geoeducação surge como um campo interdisciplinar dinâmico, que busca integrar Geografia e Educação Ambiental para promover o entendimento da interação entre o ser humano e a paisagem e criar a percepção do espaço geográfico, levando o indivíduo a se reconhecer como parte da natureza e compreender sua relação com o meio ambiente. Segundo os autores, essa abordagem pode influenciar atitudes e ações em prol da geoconservação.

Silva e Costa (2023), analisando se a abordagem da geoeducação prevalece em espaços formais ou não formais, verificaram que a temática é predominantemente explorada em espaços não formais, deixando, segundo eles, uma lacuna na integração destes dois espaços educacionais. Para superar esse desafio, é necessário que sejam desenvolvidas mais pesquisas que estabeleçam uma confluência entre esses espaços.



Muitas pesquisas já foram desenvolvidas tendo o Museu da Geodiversidade (IGEO-UFRJ) como objeto ou lugar do estudo. São mais de 30 estudos, entre Dissertações, Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCS) e artigos científicos (Museu da Geodiversidade, 2025).

Dentre essas pesquisas, algumas tratam da avaliação de visitas ao Museu. Contudo, estas tiveram enfoques distintos e envolveram outros públicos-alvo em relação ao presente estudo. Segundo Silva, Castro e Mansur (2021), boa parte dos visitantes é de instituições de ensino básico (públicas e privadas), com maior expressividade do nível fundamental e os estudos sobre visitação no Museu refletem esses dados.

Aracri (2013) mapeou o volume de capital cultural dos professores de ensino básico que frequentaram o Museu da Geodiversidade (UFRJ) em visitas escolares entre os meses de maio e setembro de 2012, bem como suas percepções e expectativas acerca das instituições culturais, tais como o Museu. Por meio de entrevistas, a autora concluiu que o limitado aproveitamento do espaço museal pelos docentes não decorria da falta de interesse, mas da ausência da construção de hábitos culturais em suas famílias de origem e nas instituições escolares nas quais se formaram.

Por meio da aplicação de questionários, Oliveira et al. (2014) avaliaram visitas guiadas ao Museu da Geodiversidade, por parte de alunos do ensino médio da rede pública do Estado do Rio de Janeiro, com ênfase no estudo de Química. Em sua pesquisa, os autores destacam que um museu constitui um espaço privilegiado para o exercício de motivação dos alunos à busca do conhecimento, utilizando-se não apenas das peças do acervo, mas também dos contextos histórico, artístico e cultural nos quais se insere. Assim, os autores reconhecem o Museu da Geodiversidade, assim como museus de ciências e de história natural, como um dos principais espaços não formais para a produção e o aperfeiçoamento do conhecimento.

Ferreira (2020) e Ferreira, Massarani e Rocha (2021) realizaram entrevista semiestruturada com visitantes espontâneos com idade entre 18 e 24 anos à exposição “Gondwana: a Terra em movimento” do Museu da Geodiversidade, a fim de investigar a experiência museal de visitantes jovens adultos. Os resultados revelaram que a maioria dos entrevistados teve uma experiência satisfatória e elogiosa ao Museu e que 18 dos 20 entrevistados afirmaram ter tido ganho de aprendizagem.

Silva, Castro e Mansur (2021) realizaram uma pesquisa de opinião cujo público-alvo foi o de visitantes que o Museu recebe, abrangendo visitas agendadas ou espontâneas, com ou sem mediação. Participaram indivíduos com escolaridade a partir do 6º ano do ensino fundamental. Os questionários ficaram disponíveis para preenchimento de novembro de 2018 a novembro de 2019. O questionário englobava, além do perfil do



visitante, a sua experiência no Museu e a compreensão do tema. Os autores concluíram que a maioria dos entrevistados (87,3%) tiveram uma boa experiência no Museu e que houve o entendimento dos conceitos de geodiversidade e patrimônio geológico pelos visitantes, revelando a existência de um diálogo do público com o patrimônio geológico *ex situ* exposto.

## METODOLOGIA

O grupo envolvido nesta pesquisa é multidisciplinar, sendo composto, principalmente, por geógrafos, biólogos e engenheiros (notadamente ambientais) e corresponde aos estudantes da disciplina Geodiversidade e Geoconservação da turma de 2024 do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Análise Ambiental e Gestão do Território (AAGT) da Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE), pertencente à estrutura do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na cidade do Rio de Janeiro.

Ao todo 14 alunos participaram da atividade formulada pelo docente, tendo ocorrido no horário da disciplina, como parte do conteúdo da mesma. A visita, previamente agendada e mediada, foi realizada em 31/07/2024, após um conjunto de 10 horas/aula ministradas sobre a temática num conteúdo programático elaborado para 24 horas.

A visitação percorreu a exposição “Memórias da Terra” (Figura 1), em cartaz até, ao menos, a elaboração desta pesquisa. A exposição encontra-se dividida em subtemas, correspondentes a diferentes salas/ambientes que se encadeiam: 1) Abertura; 2) Terra: um planeta em formação; 3) Terremoto; 4) Minerais: frutos da Terra; 5) Mares do Passado; 6) E a Vida Conquista os Continentes...; 7) Feras do Cretáceo; 8) Gondwana: a Terra em movimento; 9) Paleojardim; 10) A Era dos Mamíferos; 11) O Monstro da Amazônia; 12) Os Primeiros Americanos; 13) Tecnógeno, uma realidade (Museu da Geodiversidade, 2025).

Segundo Diogo e Silva (2018), a exposição “Memórias da Terra” aborda o conceito de geodiversidade de forma holística, sem desvincular a presença humana e suas marcas sobre a memória do planeta.

Eventualmente, o docente responsável pela disciplina realizava breves complementações, exemplificações e comentários após a fala do mediador ou a pergunta de algum estudante, se colocando na posição de facilitador para a visita do grupo de profissionais. De acordo com os estudos de Falk (2006; 2009; Falk; Dierking, 2013), as pessoas visitam museus para suprir determinadas necessidades e a partir delas assumem ao menos uma das motivações relacionadas à identidade. No caso dos facilitadores, estes são motivados socialmente, sendo suas visitas fundamentalmente focadas no



aprendizado e na experiência de seus acompanhantes; ao passo que os profissionais são visitantes que sentem uma estreita ligação entre os conteúdos do museu e seus interesses profissionais.

Na aula anterior à visita, foi solicitado aos alunos que respondessem (em torno de 10 linhas) à seguinte questão: “O que você espera ver no Museu da Geodiversidade?”. Na aula posterior à visita, os alunos responderam um questionário autoadministrado, com as seguintes questões: “1. O museu atendeu suas expectativas sobre o que você esperava ver num museu sobre geodiversidade? 2. Seu conceito de geodiversidade foi ampliado? 3. Conceitue com suas palavras geodiversidade e 4. Você sentiu falta de algum elemento/informação no acervo do Museu? Qual?”. As respostas eram livres. Apenas a segunda questão era condicionada, com duas opções de resposta: sim ou não.

**FIGURA 1** - Visita guiada dos alunos da disciplina Geodiversidade e Geoconservação (AAGT/ENCE) à exposição “Memórias da Terra” no Museu da Geodiversidade (IGEO/UFRJ).



**FOTOS:** Rosangela Botelho.

Após tabulação e organização em planilhas no software Excel, as respostas foram contabilizadas e analisadas, considerando o antes e o pós visita e o conteúdo programático trabalhado em sala de aula. Sobre o que o aluno esperava ver no Museu, foram identificados e avaliados os temas, os elementos e valores da geodiversidade e a abrangência territorial mencionados. A análise das respostas foi feita por meio de análise de conteúdo (Bardin, 1977; Silva; Fossá, 2015; Carlomagno; Rocha, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o momento pré-visitação e o que se esperava encontrar no Museu da Geodiversidade, observaram-se, majoritariamente, referências ao conteúdo temático do Museu, mas também houve menção à sua estrutura física de exposição e manejo do acervo.



No primeiro caso, foram mencionados: aproveitamento, gênese e quantidade da geodiversidade, impacto ambiental, elementos da geodiversidade, inscrições rupestres, evolução do planeta, meios de proteção da geodiversidade, mapeamentos, geopatrimônio, categorias da geodiversidade, curiosidades, valor dos minerais, geossítios, geoparques, patrimônio construído, valores, história local e do Planeta (passado e futuro), elementos da Geologia, inventário de rochas e minerais, histórico da Geodiversidade (ciência). A maior ou menor frequência destas respostas pode ser observada na nuvem de palavras da Figura 2. Os elementos da geodiversidade foram os mais mencionados nas respostas, aparecendo em 57% delas. No segundo caso, sobre a estrutura física e acervo do Museu, foram apontados, com apenas uma ocorrência para cada um: “bastidores” do Museu, interatividade e acesso infantil, diversidade de formas de exposição, experiências táteis, beleza e informação.

**FIGURA 2** - Conjunto de respostas dos alunos no momento pré visita sobre o que se esperava ver no Museu da Geodiversidade, com relação ao seu conteúdo temático.



**FONTE:** Elaborado pela autora

Sobre os elementos abióticos que se esperava encontrar, foram citados: minerais, rochas, fósseis, solos, rios, clima, mares e oceanos, paisagens e meteoritos. Nesse sentido, vale destacar, a expectativa de se ver ampla gama de elementos abióticos representados, ainda que de forma indireta, por meio de mapas, fotos e vídeos. A maior ou menor frequência destas respostas pode ser observada na nuvem de palavras da Figura 3. Os minerais, os mais citados, só não foram mencionados em uma das respostas e as rochas, o segundo elemento mais citado, estiveram ausentes apenas em duas



respostas. Chamou atenção positivamente a menção aos solos em 50% das respostas, na mesma proporção da menção aos fósseis. Esses resultados guardam alguma relação com as respostas encontradas por Silva, Castro e Mansur (2021), quando perguntaram sobre quais elementos poderiam ser considerados como geodiversidade e, de uma lista composta por 15 palavras - fóssil, rocha, mineral, montanha, praia, Planeta Terra, dunas, meteorito, petróleo, ferro, areia, formação do solo, paisagem, pintura rupestre e a água, as mais mencionadas foram os fósseis, as rochas e o Planeta Terra. Os solos também se destacaram, ficando em sexto lugar (após meteorito e mineral) entre os mais citados, embora esse elemento não se encontre exposto no acervo do Museu.

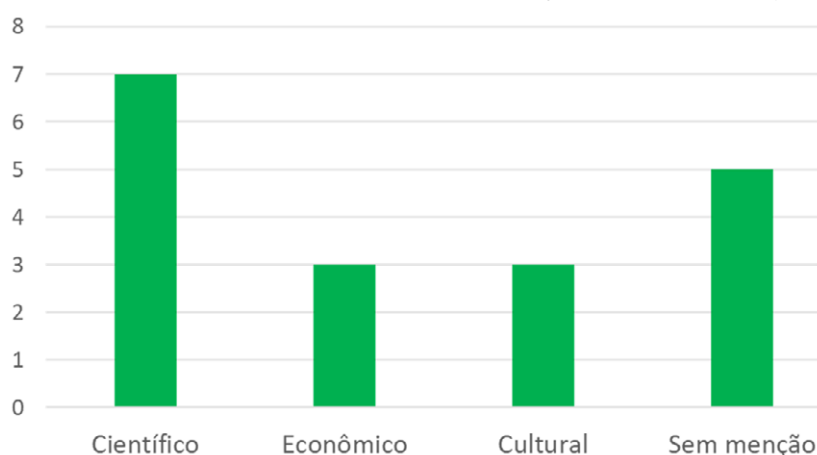
**FIGURA 3** - Respostas dos alunos no momento pré visita sobre o que se esperava ver no Museu da Geodiversidade, com relação aos elemento abióticos.



**FONTE:** Elaborado pela autora

Quanto aos valores da geodiversidade, foram mencionados, em sua maioria, o valor científico, em seguida, o econômico e o cultural (Figura 4). Vale ressaltar que nem todos os alunos fizeram menção aos valores da geodiversidade como algo que esperavam encontrar no Museu. Mas, a maioria (64%) demonstrou essa expectativa.

**FIGURA 4** - Número de respostas dos alunos no momento pré visita sobre o que se esperava ver no Museu da Geodiversidade, com relação aos valores da geodiversidade.

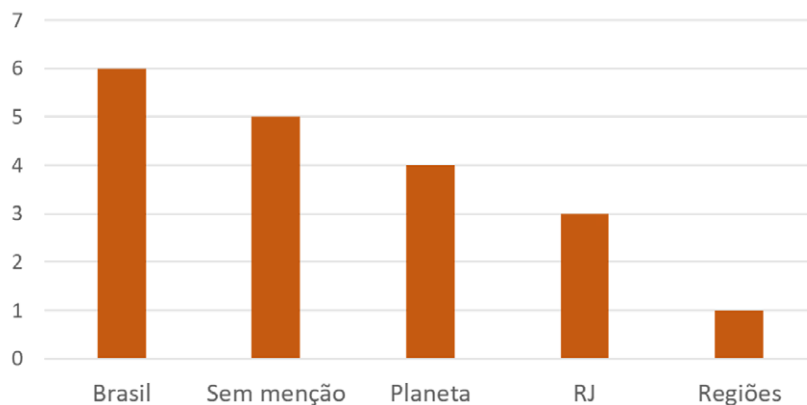


**FONTE:** Elaborado pela autora



Os alunos que mencionaram a abrangência territorial das informações, esperavam ver a geodiversidade do Brasil, do planeta, do Rio de Janeiro e das regiões brasileiras (Figura 5). Vale destacar que a maioria dos alunos demonstrou interesse em ver as informações sobre a geodiversidade divulgadas a partir de um determinado recorte espacial. Apenas cinco alunos, cerca de um terço do grupo, não fizeram menção à abrangência espacial.

**FIGURA 5** - Número de respostas dos alunos no momento pré visita sobre o que se esperava ver no Museu da Geodiversidade, com relação à abrangência territorial da geodiversidade.



**FONTE:** Elaborado pela autora

No momento pós visita, sobre o atendimento às expectativas, foi verificado que 40% dos alunos disseram ter tido suas expectativas atendidas, 40% superadas e 20% atendidas parcialmente. Neste último caso, os alunos justificaram que esperavam ver informação sobre geossítios e geoparques no Brasil e no mundo, bem como uma maior variedade temática sobre o meio abiótico, como o relevo, água e solo.

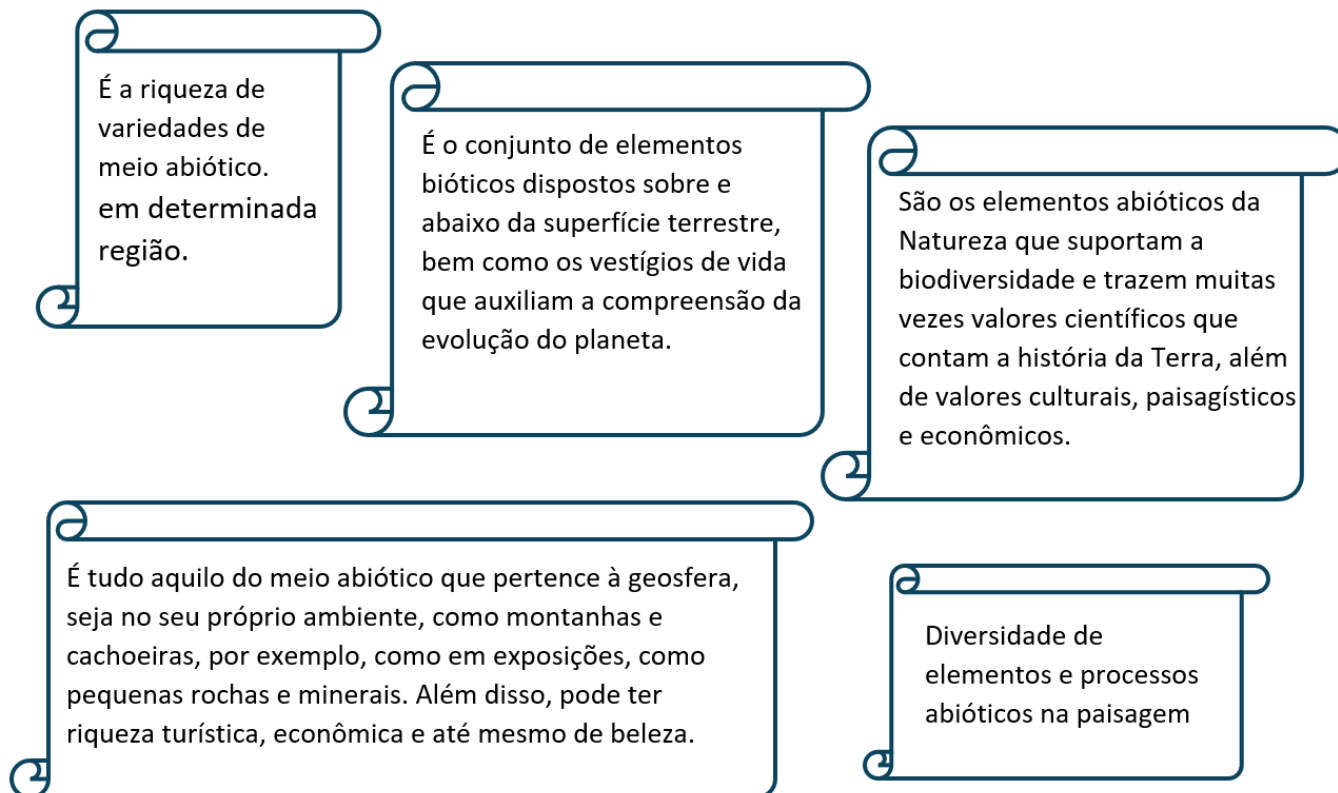
Os alunos reconheceram como destaques do Museu os vestígios de vida ao longo das eras geológicas (com destaque para os estromatólitos e fósseis) e a história da formação da Terra a partir dos aspectos físicos, como minerais e fósseis, e bióticos. Foram elogiados o acervo, a forma organizada e sistematizada de apresentação da história do Planeta (roteiro da mediação), as partes interativas, informações e curiosidades.

Todos os alunos afirmaram terem ampliado o conceito de geodiversidade, reforçando a importância da atividade como parte do processo da Geoeducação, ainda que no nível de pós-graduação. No primeiro momento (pré-visita), foram verificados cerca de 60% de equívocos ou confusões, nas respostas dos alunos, sobre os conceitos relacionando à geodiversidade apresentados em sala de aula. No questionário pós-visita esse número caiu para 30%. Nesse sentido, os resultados parecem convergir na direção daqueles encontrados por Ferreira (2020) e Silva, Castro e Mansur (2021), que revelaram que a maioria dos entrevistados teve uma experiência satisfatória, com



ganho de aprendizagem e entendimento dos conceitos de geodiversidade. Algumas respostas sobre a conceituação de geodiversidade elaboradas pelos estudantes após a visita ao Museu podem ser vistas na Figura 6.

**FIGURA 6** - Algumas respostas dos alunos no momento pós-visita sobre conceituação da geodiversidade.



**FONTE:** Elaborado pela autora

Sobre a última questão (percepção sobre a falta de algum elemento/informação durante a visita), verificou-se que a grande maioria (70%), sentiu falta de: elementos que representassem os temas de geomorfologia, espeleologia, hidrologia (por meio de imagens e vídeos, naturalmente, em função das características dos seus objetos de estudo) e pedologia (neste último caso, com exposição direta de perfis de solo – monolitos). Foram mencionados, ainda, a falta de informações sobre a distribuição da geodiversidade no Brasil (numa escala territorial, além da temporal); produtos em que ela é matéria-prima e como é extraída; seus diferentes valores; ameaças; legislação de uso; estimativa de disponibilidade e consumo no mundo; e informações sobre o acervo do Museu que não está exposto. A maior ou menor frequência destas respostas pode ser observada na nuvem de palavras da Figura 7.



**FIGURA 7** - Respostas dos alunos no momento pós visita sobre o que sentiram falta no Museu da Geodiversidade



**FONTE:** Elaborado pela autora

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos demonstraram interesse não apenas no conteúdo temático do Museu, mas também na sua estrutura física e estratégias de apresentação e manejo do seu acervo exposto e não-exposto.

O reconhecimento da ampliação do conceito de geodiversidade pelos alunos e sua avaliação por parte do docente antes e após a visita reforçam a importância desta atividade como parte do processo da Geoeducação informal, inclusive no nível de pós-graduação, público ainda não pesquisado em estudos anteriores sobre o Museu da Geodiversidade.

Foi interessante constatar que a maioria dos alunos tinha expectativa de ver ampla gama de elementos e assuntos relacionados à geodiversidade, numa perspectiva holística do termo, com menção inclusive ao clima, aos mares e oceanos e paisagens. Também chamou atenção as expectativas de haver informações sobre os valores da geodiversidade, com destaque para o científico.

Embora a grande maioria dos alunos (80%) tenha afirmado ter tido suas expectativas sobre o Museu atendidas ou até mesmo superadas, 70% deles sentiram falta de algum elemento ou tema, com destaque para o relevo, a água, o solo e a distribuição geográfica da geodiversidade em diferentes escalas e recortes espaciais. Percebeu-se, ainda, um interesse do grupo por informações sobre os serviços ecossistêmicos prestados pela geodiversidade no Brasil e no mundo.



Acredita-se que a presente pesquisa relate uma experiência positiva tanto para os alunos quanto para o docente responsável pela disciplina do Curso, trazendo subsídios para a inserção regular da atividade de visita no seu planejamento e para sua indicação como atividade geodiversidade complementar em outros cursos de Pós-Graduação envolvendo esta temática.

A experiência relatada nesse trabalho buscou inserir a visita ao Museu da Geodiversidade, uma atividade de educação informal, no escopo da programação da disciplina do Curso de Pós-Graduação (educação formal), buscando realizar justamente a confluência entre os dois espaços de ensino-aprendizagem, realizando etapas em sala de aula antes e após a visita.

Por fim, acredita-se, também, que os resultados encontrados podem contribuir na (re)estruturação da temática do próprio Museu e de espaços como este, que visam a reflexão e divulgação sobre a geodiversidade, sua importância, valores, status de geopatrimônio, conservação e salvaguarda.

### *Agradecimentos:*

**A** autora gostaria de agradecer a Eduardo Alves Mendonça, assistente de divulgação científica do Museu da Geodiversidade (IGEO/UFRJ) pela mediação da visita; e à Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE) e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pelo transporte dos alunos ao Museu.



## REFERÊNCIAS

- ARACRI, E. M. R. P. **Professores no Museu da Geodiversidade: O capital cultural nas percepções e expectativas da relação museu x escola.** Dissertação de Mestrado – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013, 160p.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: edições 70, 1977.
- CARLOMAGNO, M. C.; ROCHA, L. C. da. **Como criar e classificar categorias para fazer análise de conteúdo:** uma questão metodológica. Revista Eletrônica de Ciência Política, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 173-188, 2016.
- DIOGO, M. C.; SILVA, R. G. P. **Visitas mediadas no Museu da Geodiversidade: um roteiro sobre patrimônio geológico.** In: Lima, J. C. P. (Org.) Identidade e Pertencimento: a cidade como construção de sociabilidades. São Paulo: Pontocom. p. 25-38, 2018.
- FALK, J. H. **An identity centered approach to understanding museum learning.** Curator: The Museum Journal, Hoboken, v. 49, n. 2, p. 151-166, 2006. 92p.
- FALK, J. H. **Identity and museum visitor experience.** Walnut Creek: Left Coast Press, 2009.
- FALK, J. H.; DIERKING, L. D. **The museum experience revisited.** Walnut Creek: Left Coast Press, 2013.
- FERREIRA, L. F. L. **A experiência de jovens adultos na exposição “Gondwana, a Terra em movimento”:** um estudo qualitativo no Museu da Geodiversidade. Dissertação (Mestrado em Divulgação da Ciência, Tecnologia e Saúde) – Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2020, 113p.
- FERREIRA, L. F. L. MASSARANI, L.; ROCHA, J. N. **Jovens adultos e museus de ciência:** Um estudo sobre a experiência de uma visita à exposição “Gondwana: a Terra em movimento” do Museu da Geodiversidade da UFRJ. Museologia e Patrimônio - Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio – Unirio, vol.14, nº2, 76-93, 2021.
- GOHN, M. G. **Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas.** Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/s5xg9Zy7sWHxV5H54GYydfQ/#>. Acesso em: 04 jul. 2025.
- MOURA-FÉ, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. **Geoeducação: princípios teóricos e bases legais.** In: Perez Filho, A.; Amorim, R. R. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, . Instituto de Geociências – UNICAMP, p. 3054-3065, 2017. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1953>
- MOURA-FÉ, M. M.; PINHEIRO, M. V. A.; JACÓ, D. M.; OLIVEIRA, B. A. **Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação.** In: Educação Ambiental & Biogeografia. 1 ed. Ituiutaba-SP: Barlavento, 2016, v. II, p. 829-842.
- MUSEU DA GEODIVERSIDADE. IGEO/UFRJ. Disponível em: <https://museu.igeo.ufrj.br/>. Acesso em: 12 abr. 2025.
- OLIVEIRA, G. C. G.; TURCI, C. C.; SILVA, F. S. S.; OLIVEIRA, L. S. C.; ABREU, S. A. **Visitas guiadas ao Museu da Geodiversidade promovendo a cultura científica e motivando estudantes do ensino médio. Investigações em Ensino de Ciências,** 19(2), 465-476, 2014.
- SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. **Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos.** Qualitas Revista Eletrônica, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 1-14, 2015.
- SILVA, R. G. P. da; CASTRO, A. R. S. F. de; MANSUR, K. L. **Percepção dos visitantes do Museu da Geodiversidade sobre o patrimônio geológico ex situ em exposição.** Terræ Didática, 17, 1-12, 2021



# A VARIAÇÃO DE PADRÕES ESPACIAIS DA DIVERSIDADE GEOMORFOLÓGICA QUANDO SÃO GERADOS ÍNDICES EM GRADES DE QUANTIFICAÇÃO DE FORMATOS DISTINTOS

Polyana Machado Ferreira Almas<sup>1</sup>

Julio Manoel França da Silva<sup>2</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Formas de Relevo, Geomorfometria, Geomorfodiversidade, Análise Espacial.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta o resultado da análise comparativa entre índices de diversidade geomorfológica quantificados em grades com células em formatos distintos (quadrada e hexagonal), ambas com dimensões de 1 x 1 km. Para tanto, em ambiente de geoprocessamento, foi utilizado um modelo geomorfométrico representativo de elementos do relevo (Índice de Posição Topográfica – IPT) do município de Prudentópolis (PR), o qual foi submetido ao Índice de Shannon para mensuração da riqueza e equabilidade das classes de IPT. Quando os dois índices são avaliados de maneira comparativa, as variações são bastante sutis, tanto em relação à proporção entre os intervalos de classes de diversidade (Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta), como dos padrões espaciais dos núcleos de diversidade mais expressivos. No entanto, quando os dois índices são avaliados no contexto da semiologia gráfica, considera-se que no índice resultante da grade estruturada por células de formato hexagonal, a representação cartográfica da diversidade geomorfológica é mais eficiente, com seus vértices e arestas agrupando melhor os valores de riqueza e equabilidade pertencentes à mesma classe de diversidade, de maneira similar à função desempenhada por métodos de interpolação de dados geoespaciais.

**1** Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO, [poli14324@gmail.com](mailto:poli14324@gmail.com)

**2** Prof. Doutor do Curso de Graduação em Geografia e Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO, [jmsilva@unicentro.br](mailto:jmsilva@unicentro.br)



## INTRODUÇÃO

O paradigma da geodiversidade concerne à variabilidade dos elementos, processos e sistemas abióticos da Terra. O conceito abrange a diversidade de atributos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos morfogenéticos) e pedológicos. Adicionalmente, engloba os fenômenos e processos naturais ativos que governam a gênese e a evolução das paisagens, bem como os registros da história do planeta neles contidos. Em uma acepção sistêmica, a geodiversidade não se restringe a um inventário de componentes, mas inclui suas coleções, interrelações, propriedades e interpretações, constituindo o substrato fundamental para a biosfera (Dixon, 1996; Stanley, 2000; Gray, 2004; Gray, 2008).

No âmbito da geodiversidade, a especificação da componente do relevo é abordada por meio de distintas vertentes conceituais. O termo “Diversidade Geomorfológica”, conforme Thomas (2011; 2012), refere-se à variedade de objetos, formas, padrões e fenômenos geomorfológicos de uma área; e sua avaliação pressupõe a análise das relações intrínsecas e extrínsecas dos arranjos espaciais e a aplicação de métodos de quantificação apropriados para sua mensuração. Considerando a mesma especificação, o conceito de “Geomorfodiversidade”, proposto por Panizza (2009), detém uma conotação primordialmente analítica, postulando que em determinados contextos e escalas espaciais, os atributos do relevo constituem um recurso fundamental na análise do meio abiótico.

Apesar de ser constituída por diferentes abordagens conceituais e metodológicas, as análises quantitativas dos componentes da geodiversidade buscam atribuir índices numéricos à variabilidade abiótica, expressando medidas de padrões espaciais, como: variedade, riqueza, equabilidade, uniformidade e regularidade – também aplicadas, amplamente, em estudos de biodiversidade e paisagem, mediante diferentes indicadores de diversidade.

Essas abordagens metodológicas são diversas e complementares: vão desde a consideração da dissecação do relevo como um fator estruturante da paisagem (Kozłowski, 2004); o emprego da rugosidade topográfica como métrica para unidades homogêneas (Serrano e Ruiz-Flaño, 2007; Hjort e Luoto, 2010; Kot e Lesniak, 2017); métodos de quantificação da geodiversidade fundamentados em variáveis morfométricas ou em elementos geomorfológicos classificados de maneira automatizada ou semiautomatizada (Benito-Calvo *et al.*, 2009; Zwoliński e Gudowicz, 2016; Kot, 2017; Melelli *et al.*, 2017; Ferrer-Valero, 2018; Kori, Odhiambo e Chikoore, 2019; Silva *et al.*, 2019; Jézéquel *et al.*, 2022; Pardo-Igúzquiza e Dowd, 2021; Rito *et al.*, 2022; Burnelli, Melelli e Alvioli, 2023).



Em que pese a utilização de múltiplas técnicas e procedimentos para classificação e análise espacial da diversidade geomorfológica, podemos destacar os recorrentes métodos de “Quebras Naturais” para agrupar os valores absolutos dos dados em intervalos de classes (Silva *et al.*, 2019; Burnelli, Melelli e Alvioli, 2023); “Análise de Vizinhança e Estatística Focal” para definição de métricas de diversidade (Ferrer-Valero, 2018; Silva *et al.*, 2019; Burnelli, Melelli e Alvioli, 2023); e “Álgebra de Mapas” (Benito-Calvo *et al.*, 2009; Pardo-Igúzquiza e Dowd (2021); Mudre e Silva, 2025).

O estudo das formas de relevo, cerne da Geomorfologia, contemplando a concepção de Diversidade Geomorfológica ou Geomorfodiversidade, com exemplos nos estudos dos autores mencionados, encontra uma importante aliada na Análise Digital do Relevo: a “Geomorfometria”. Definida como a ciência interdisciplinar focada em quantificar e classificar a superfície terrestre, a geomorfometria fornece as técnicas e os instrumentos analíticos que permitem traduzir a topografia em múltiplos atributos e parâmetros. Essa abordagem não se limita a uma análise puramente geométrica, pois considera também os diversos componentes do meio físico vinculados à superfície, oferecendo, assim, uma dimensão quantitativa e integrada que expande os limites da análise geomorfológica (Pike, 2000; Pike, Evans e Hengl, 2009).

O presente artigo busca se incorporar aos estudos preocupados com o estabelecimento de índices de diversidade representativos dos aspectos abióticos do meio físico, com o objetivo de analisar os padrões espaciais de uma variável específica: elementos de relevo gerados e classificados com recursos geomorfométricos, indicando sua “Riqueza” (número de elementos) e a “Equabilidade” (proporção espacial), que formam o Índice de Diversidade Geomorfológica da área de estudo.

## **ÁREA DE ESTUDO**

No presente estudo, destaca-se como recorte espacial o município de Prudentópolis, localizado no sudeste paranaense (Figura 1), pautando-se na avaliação da configuração de suas formas e elementos de relevo e nos núcleos espaciais de sua diversidade.



**FIGURA 1** – Localização do município de Prudentópolis (PR)



**FONTE:** Elaborado pelos autores, com base em IAT (2024)

A geologia da área de pesquisa é composta por um conjunto de formações sedimentares e ígneas (Figura 2A) desenvolvidas sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, uma bacia de formato elíptico localizada na Plataforma Sul-Americana. Esta bacia se formou entre o final do Período Ordoviciano (aproximadamente 450 milhões de anos) e o início do Cretáceo (cerca de 145 milhões de anos), sendo resultado de instabilidades tectônicas associadas a zonas de fraqueza em diferentes direções, desencadeadas durante a última fase do Ciclo Orogênico Brasileiro (Milani *et al.*, 2007).

Em termos geomorfológicos, a maior parte do território municipal encontra-se na unidade fisiográfica denominada por Maack (1981) como Segundo Planalto Paranaense, caracterizado, majoritariamente, por colinas com diferentes níveis de dissecação, morros baixos e cristas alongadas agrupadas em diferentes subunidades morfoesculturais (Figura 2B), conforme a classificação realizada por Santos *et al.*, 2006. Sua formação está relacionada a depósitos sedimentares paleozoicos resultantes de ambientes marinhos e litorâneos, frequentemente sujeitos a processos de erosão diferencial, devido à influência estrutural de rochas intrusivas, fraturas, diques e soleiras de diabásio (todas de origem mesozoica), além da ação de drenagens (MINEROPAR, 2001). Esses fatores contribuem para a geodiversidade do município, evidenciada por quedas d'água, afloramentos que indicam antigos ambientes, sítios paleontológicos e feições fluviais características.

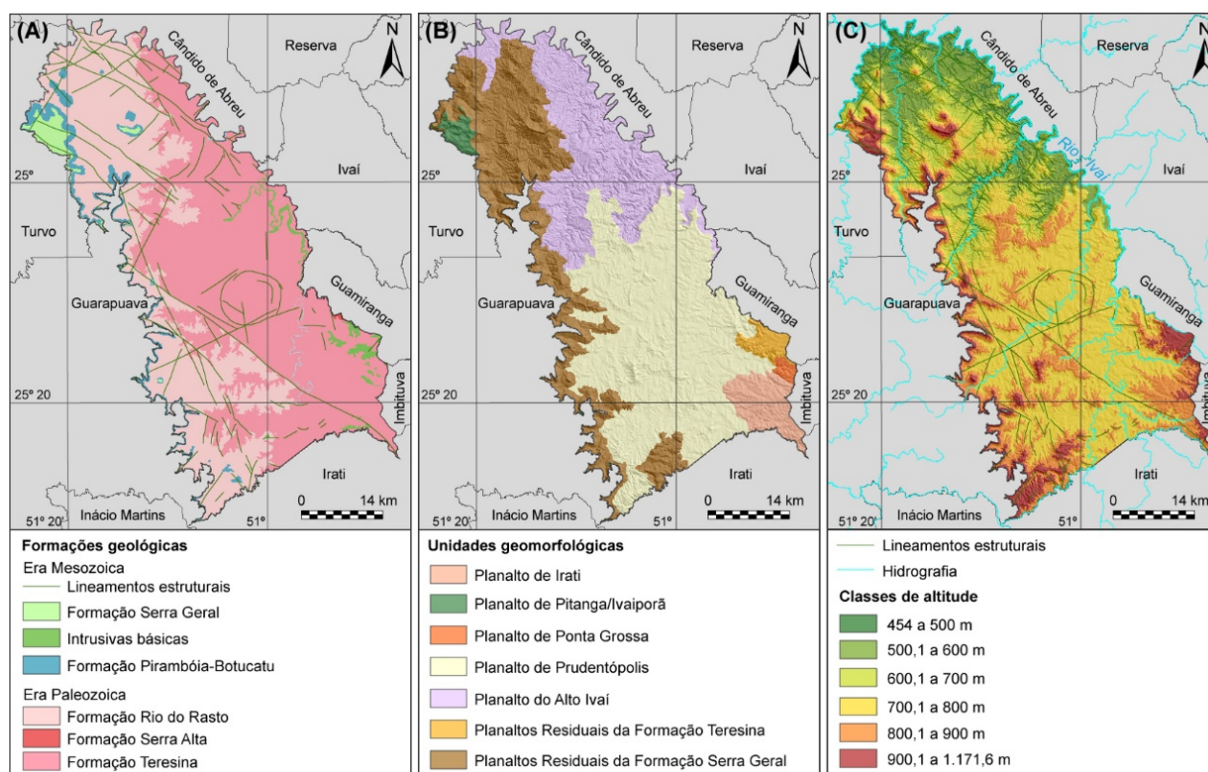
Em menor extensão, há uma área de transição com o Terceiro Planalto Paranaense, marcada por relevo intertrapeano (intercalação de rochas ígneas e areníticas), denominada Escarpa da Esperança ou Escarpa Triássico-Jurássica (Maack, 1981; MINEROPAR, 2001; Santos *et al.*, 2006). Nela, são encontrados afloramentos



rochosos das formações Serra Geral, Piramboia e Botucatu, paleotocas e vestígios de megafauna pleistocênica, relevos residuais típicos das bordas do planalto e quedas d'água de grande porte conectadas a vales fluviais profundos (*canyons*).

Em relação à altimetria, evidencia-se a relação direta entre classes hipsométricas com lineamentos estruturais e hidrografia (Figura 2C). A área de estudo possui cota mínima de 454 metros sobre o nível do mar, que se incorpora às classes de menor altitude em setores do vale do Rio Ivaí, que coincide, por sua vez, com os limites territoriais de Prudentópolis à leste, onde faz divisa com os municípios de Guamiranga e Cândido de Abreu. As cotas intermediárias estão correlacionadas às formas de relevos predominantemente colinosas do Segundo Planalto Paranaense. As cotas de altitude mais elevadas (cota máxima de 1.171,6 metros) coincidem com relevos escarpados, na porção oeste, demarcando a transição entre o Segundo e Terceiro Planalto Paranaense; com relevos residuais, que são testemunhos do recuo da escarpa; e com cristas elevadas, desenvolvidas sobre rochas intrusivas básicas à sudeste.

**FIGURA 2** – Formações geológicas (A) e Unidades Geomorfológicas – Subunidades Morfoesculturais (B), Prudentópolis (PR)



**FONTE:** Os autores (2025), com base em MINEROPAR (2001) e Santos et al. (2006)

A Figura 3 demonstra a conjugação de alguns aspectos geológicos e geomorfológicos da área de estudo, ilustrando sua configuração *in situ*.



**FIGURA 3** – Ilustração dos aspectos geológicos e geomorfológicos de Prudentópolis (PR)



Afloramento da Formação Serra Geral



Afloramento da Formação Piramboia



Afloramento da Formação Teresina



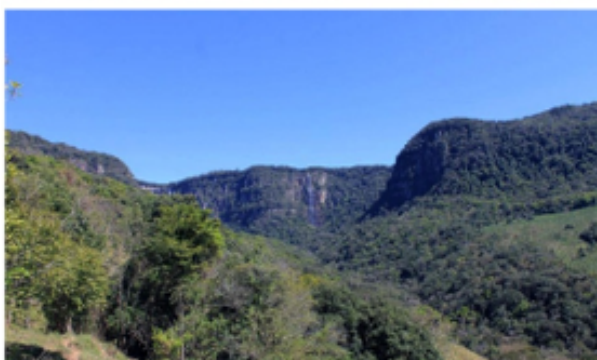
Afloramento da Formação Rio do Rasto



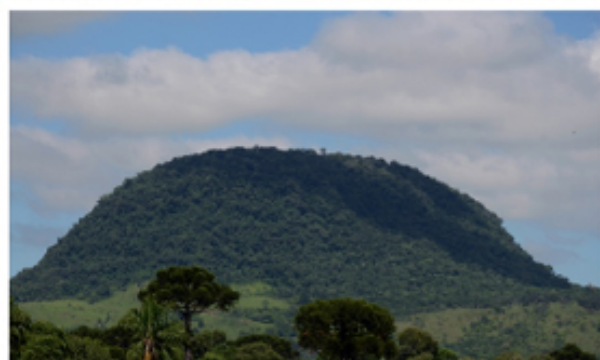
Escarpa da Esperança – Salto São Francisco



Canyon do Rio São Francisco



Escarpa da Esperança – Saltos Gêmeos



Relevo residual – Morro do Chapéu

**FONTE:** Os autores (2025).



## METODOLOGIA BASES CARTOGRÁFICAS ADOTADAS E MODELO DIGITAL DO TERRENO

As bases cartográficas digitais (Quadro 1) referem-se às fontes de dados, aplicadas em todas as etapas da pesquisa, cujo processamento ocorreu em ambiente SIG (ArcGIS e QGIS).

**QUADRO 1** – Bases cartográficas utilizadas

BASES DIGITAIS	ESCALA	FONTE
Limites políticos e infraestrutura	1: 100 000	IAT (2024)
Formações geológicas	1: 250.000	MINEROPAR (2001; 2013)
Lineamentos estruturais	1: 250.000	MINEROPAR (2001; 2013)
Unidades geomorfológicas	1: 250.000	MINEROPAR (2007)
Solos predominantes	1: 250.000	EMBRAPA SOLOS (2008)
Imagens Google Earth Pro	Variadas	Google Earth Pro (2025)
Rede de drenagem	1: 50 000	IAT (2024)
Curvas de nível e pontos cotados	1: 50 000	IAT (2024)

**FONTE:** Organizado pelos autores (2025)

Em termos geomorfológicos, como arcabouço descritivo, foi adotada a base relativa as unidades geomorfológicas (MINEROPAR, 2007), para verificar as possíveis correlações espaciais destas com os dados gerados especificadamente para o presente estudo.

O Modelo Digital do Terreno (MDT) adotado possui resolução de 20 metros e foi obtido junto ao Laboratório de Pesquisas Aplicadas em Geomorfologia e Geotecnologias (LAGEO) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), que o desenvolveu no âmbito do Projeto Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná – escala 1: 100.000. Algumas das bases cartográficas digitais anteriormente citadas foram utilizadas para a elaboração do MDT, se referindo a: curvas de nível, pontos cotados e hidrografia.

## ELEMENTOS DE RELEVO DERIVADOS DO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA

A classificação de elementos geomorfológicos da área de estudo foi amparada pelo Índice de Posição Topográfica – IPT (*Topographic Position Index* – TPI) (Wilson e Gallant, 2000; Weiss, 2001), mediante ferramentas de estatística focal e álgebra de mapas nos softwares de SIG mencionados. Podendo utilizar janelas de vizinhança



em diferentes formatos (anular, circular, retangular ou irregular) o IPT calcula as diferenças entre valores de um ponto central ( $Z_0$ ) com os valores médios do seu entorno ( $\bar{Z}$ ) (Eq. 1), a partir de raio pré-definido ( $R$ ) (Eq. 2):

$$IPT = Z_0 - \bar{Z} \quad (1)$$

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i \in E} R^z i \quad (2)$$

As células de grade com valores idênticos podem remeter-se a contextos geomorfológicos distintos, e a derivação do IPT em formas de relevo necessita considerar a variabilidade de vizinhança existente, mediante valores de Desvio Padrão.

Em termos metodológicos, Silveira e Silveira (2017) propuseram para o estado do Paraná a adoção de dois raios de análise de vizinhança distintos para classificação geomorfológica em dez classes derivadas de IPT, considerando valores aproximados de área para formas de relevo correspondentes a duas ordens de grande espacial e temporal definidas por Tricart (1965): 10 km<sup>2</sup> para o raio mais generalizado (79 células ou 1580 metros); e 10-1 km<sup>2</sup> para o raio mais detalhado (8 células ou 160 metros). Os parâmetros e a denominação das classes de IPT adotadas na pesquisa baseiam-se nesta classificação e estão relacionados no Quadro 2.

**QUADRO 2** – Parâmetros para classificação de classes de formas de relevo a partir do IPT

FORMAS DE RELEVO DERIVADAS DO IPT	PARÂMETROS PARA CLASSIFICAÇÃO	
Vales Entalhados	IPT detalhado	$\leq -1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$\leq -1$ desvio padrão
Vales Rasos	IPT detalhado	$\leq -1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$> -1$ desvio padrão e $< 1$ desvio padrão
Nascentes	IPT detalhado	$\leq -1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$\geq 1$ desvio padrão
Vales em U	IPT detalhado	$> -1$ e $< 1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$\leq -1$ desvio padrão
Planos	IPT detalhado	$> -1$ e $< 1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$> -1$ e $< 1$ desvio padrão e declividade $\leq 5$ graus
Vertentes Intermediárias	IPT detalhado	$> -1$ e $< 1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$> -1$ e $< 1$ desvio padrão e declividade $> 5$ graus
Vertentes Superiores	IPT detalhado	$> -1$ e $< 1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$\geq 1$ desvio padrão
Cristas Locais	IPT detalhado	$\geq 1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$\leq -1$ desvio padrão
Cristas Intermediárias	IPT detalhado	$\geq 1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$> -1$ e $< 1$ desvio padrão
Cristas Elevadas	IPT detalhado	$\geq 1$ desvio padrão
	IPT generalizado	$\geq 1$ desvio padrão

**FONTE:** Adaptado de Silveira e Silveira (2017)



## QUANTIFICAÇÃO DA DIVERSIDADE GEOMORFOLÓGICA

O Índice de Diversidade de *Shannon* (SHDI), derivado da Teoria da Informação (Shannon, 1948; Shannon e Weaver, 1949), foi utilizado para mensurar, o número de ocorrências das classes de formas de relevo derivados do IPT e suas respectivas proporções, considerando pesos diferentes para Riqueza e Equabilidade, privilegiando a primeira (Eq. 3):

$$SHDI = \sum_{i=1}^s pi = \frac{n_i}{N} * Ln pi \quad (3)$$

Onde: refere-se ao número de células relativas à cada classe, o número total de classes da amostra (Riqueza) e à proporção delas (Equabilidade) em relação à área, expressa em Logaritmo Natural ().

Para estabelecer as classes de diversidade, o índice de Shannon foi calculado a partir dos elementos geomorfológicos utilizando o algoritmo *Landscape Ecology Statistics* (LecoS). Este, um plugin da plataforma QGIS-SAGA originalmente desenvolvido para ecologia da paisagem (Jung, 2013), foi usado para aplicar a equação do Índice de Diversidade de Shannon (SHDI) aos dados do IPT. Os valores resultantes foram registrados em um banco de dados (DBF) vinculado diretamente às grades de quantificação.

A mensuração da diversidade geomorfológica foi realizada de forma comparativa sobre duas grades de amostragem distintas. Após testes preliminares baseados nas dimensões dos elementos do IPT, estabeleceu-se uma resolução de 1.000 metros, com a qual foi gerada tanto uma grade de células quadráticas quanto uma de células hexagonais.

Após a obtenção dos resultados para os dois índices em cada célula, os dados contínuos foram reclassificados utilizando o método de Quebras Naturais (*Natural Breaks*). Este algoritmo, proposto originalmente por Jenks (1967) e implementado em softwares de geoprocessamento, foi escolhido por sua capacidade de agrupar valores similares e, ao mesmo tempo, maximizar a diferença entre as classes. Como resultado, os dados foram categorizados em cinco classes de diversidade: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta.

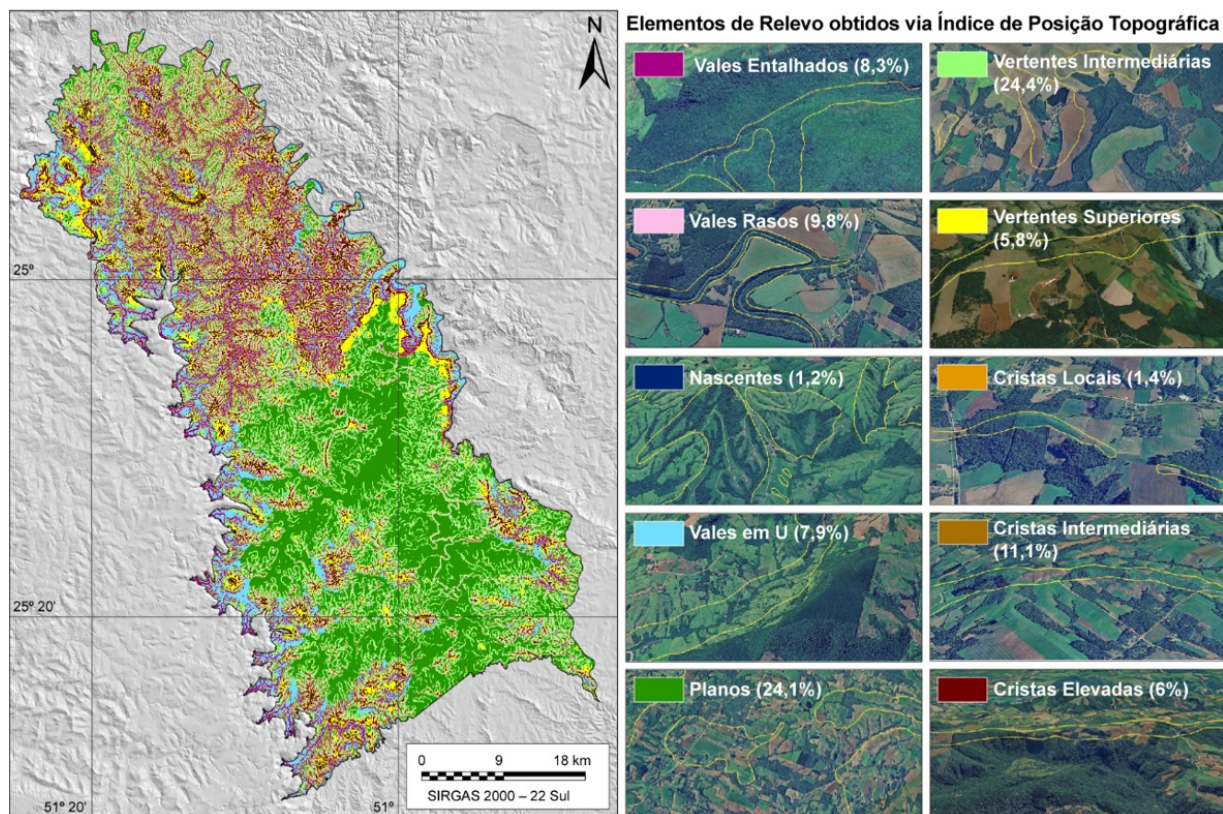
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ANÁLISE ESPACIAL DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS

A classificação de elementos geomorfológicos obtidas para área de estudo estão representadas cartograficamente na Figura 4, considerando as dez classes derivadas do IPT.



**FIGURA 4** - Classificação geomorfométrica de elementos de relevo a partir do IPT



**FONTE:** Os autores (2025), com base em Silveira e Silveira (2017)

De maneira geral, conforme a classificação proposta por Silveira e Silveira (2017), se evidencia que as classes de IPT possuem dois agrupamentos bem distintos: um na porção norte, onde se destacam as Cristas Elevadas; e outro na porção Sul, onde as áreas planas (Planos) são majoritárias. Ambos os compartimentos possuem correspondência, respectivamente, as subunidades morfoesculturais Planalto do Alto Ivaí e Planalto de Prudentópolis (Santos et al., 2006).

Quando analisados com base na proporção espacial minoritária e majoritária, a classe menos expressiva é a de Nascentes, ocupando somente 1,2% da área total, correspondendo à cabeceiras de drenagens, com representatividade, ainda que restrita, nas áreas escarpadas, à oeste; enquanto a mais expressiva é a classe Vertentes Intermediárias, localizadas na posição intermediária das vertentes, correspondendo a 24,4% da área, com evidente conectividade espacial com a classe denominada Planos, por sua vez, também de elevada expressão em área, mais especificadamente, mapeada em 24,1% no território de Prudentópolis.

Os vales fluviais possuem três categorias distintas: Vales Entalhados (8,3%), que se configuram como *canyons* oriundos de forte incisão de drenagem; Vales em



U (7,9%), que são vales abertos conectados ao terço inferior das vertentes; e Vales Rasos (9,8% da área total), caracterizando-se como áreas de drenagem posicionadas no terço médio das vertentes.

As Vertentes Superiores se referem a uma classe de IPT mapeada em 5,8% no recorte espacial de estudo, e são condizentes com áreas posicionadas nas porções superiores das vertentes. Estas, estão contíguas às formas de relevo mais elevadas, denominadas Cristas.

As Cristas Locais ocupam apenas 1,4% da área, correspondendo a interflúvios posicionados nos setores de vertente intermediários. As Cristas Intermediárias, abrangendo 11,1% em proporção de área, modelando-se como interflúvios de elevação média, configurando-se morfologicamente em topos rebaixados ou morros circundados por áreas planas. As Cristas Elevadas, por seu turno, referem-se à interflúvios ou áreas de topo mais elevados, e aparecem em 6% do território municipal.

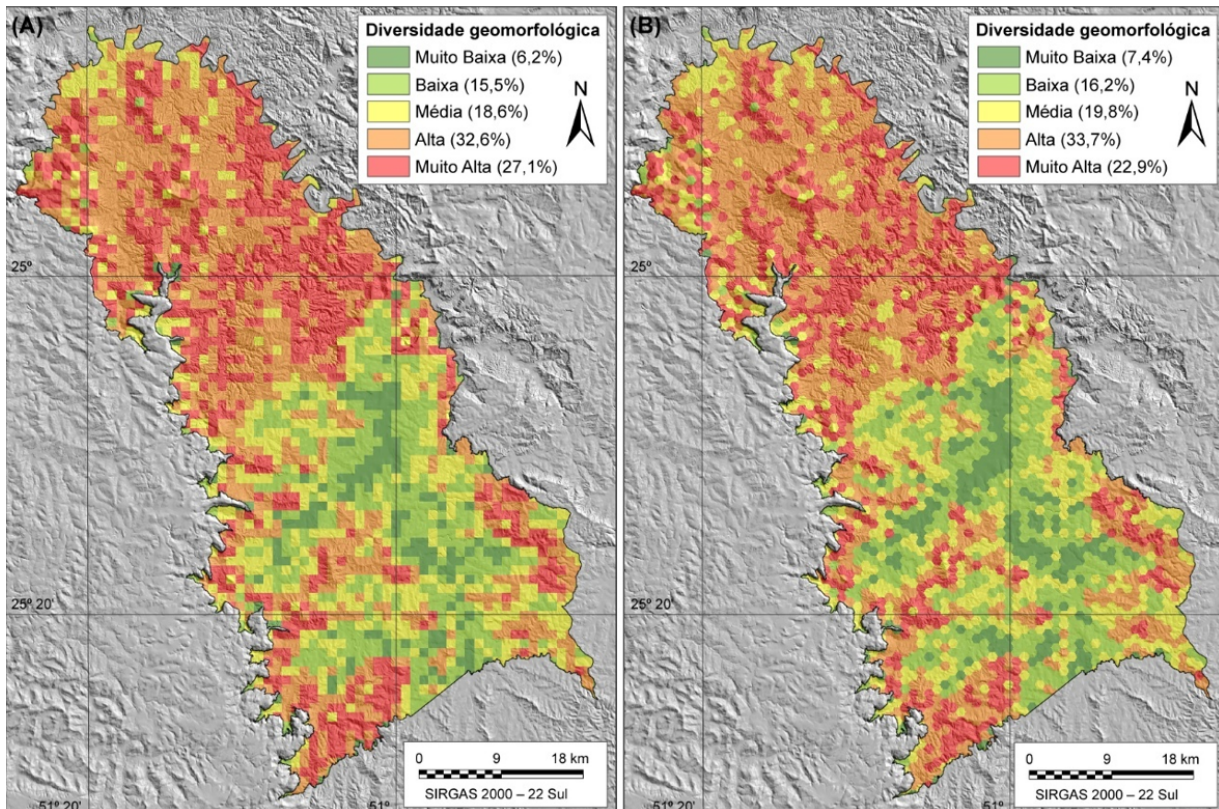
## **ANÁLISE ESPACIAL DA DIVERSIDADE GEOMORFOLÓGICA**

As cinco classes de diversidade geomorfológica, categorizadas a partir dos dados derivados da submissão do IPT ao Índice de Shannon, são expressas pelo resultado da mensuração em grades com resolução de 1.000 metros, analisadas nos dois índices, para efeitos comparativos.

Considerando sua expressão cartográfica na escala adotada, a comparação entre o índice gerado em células quadráticas (Figura 5A) com o índice gerado em células hexagonais (Figura 5B), não indica diferenças significativas no que se refere aos núcleos espaciais da diversidade, com as cinco classes distribuídas de maneira similar, destacando-se o predomínio de valores elevados na porção norte e valores inferiores na porção sul do município; enquanto os valores intermediários estão distribuídos por conexão espacial tanto aos maiores quanto aos menores registros de diversidade geomorfológica.



**FIGURA 5-** Índice de Diversidade Geomorfológica com resolução de 1.000 metros:  
células quadráticas (A); células hexagonais (B)



**FONTE:** Os autores (2025).

Tanto à norte quanto à oeste, onde predomina a diversidade geomorfológica Alta e Muito Alta, à influência de múltiplos fatores morfogenéticos ocasionou maior heterogeneidade de elementos geomorfológicos, com destaque para a função das áreas escarpadas e das que são controladas por lineamentos estruturais, além da drenagem que nelas incidem e ocasionam a erosão diferencial, influenciando os processos modeladores do relevo.

Em contrapartida, na porção sul, predominam as classes de diversidade geomorfológica Baixa e Muito Baixa, expressando as células quadráticas e hexagonais que mensuraram elementos geomorfológicos mais homogêneos, mais notadamente planícies e áreas colinosas, classificadas de maneira contígua a partir do IPT como Vertentes Intermediárias e Planos, se referindo a posições topográficas submetidas à processos morfogenéticos mais restritos.

No que se refere as proporções diferenciadas nos índices gerados nos dois formatos de grade de quantificação, verificou-se que entre as classes de diversidade geomorfológica Muito Baixa e Alta, houve acréscimo de cerca 1% em área no índice de grades hexagonais, cuja compensação de proporção espacial ocorreu pelo decréscimo



de aproximadamente 4% na classe Muito Alta. Neste sentido, pode-se constatar que a diferença mais significativa entre os dois índices é a identificação desta relativa diminuição de áreas que possuem valores de diversidade mais elevados.

Em discussão com a literatura científica do tema, o contexto abiótico das áreas com maior diversidade geomorfológica corresponde aos estudos de Benito-Calvo *et al.* (2009), Kori, Odhiambo e Chikoore (2019), Silva *et al.* (2019) e Burnelli, Melleli e Alvioli (2023), que observaram que os valores mais elevados estão associados às áreas acidentadas, rugosas ou escarpadas, bem como seu entorno imediato. No que diz respeito ao contexto abiótico das áreas com menor diversidade geomorfológica, os mesmos autores supramencionados também observaram que valores inferiores ocorrem em zonas de declividade suave, planícies aluviais ou sob domínio de superfícies de aplainamento, também correspondendo as observações do presente estudo.

Por outro lado, concordamos com Silva *et al.* (2019), Pardo-Igúzquiza e Dowd (2021) e Burnelli, Melelli e Alvioli (2023), quando indicam a necessidade de testagem metodológica para identificação das variáveis imprescindíveis para reconhecimento das múltiplas facetas e configurações dos aspectos geomorfológicos da geodiversidade, considerando múltiplos níveis analíticos e escalas de representação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo se pautou na análise comparativa entre índices de diversidade geomorfológica mensurados em grades formadas por células com dimensões de 1 x 1 km, em formatos distintos (quadradas e hexagonais) no município de Prudentópolis (PR), utilizando o Índice de Posição Topográfica como modelo representativo de formas e elementos de relevo, posteriormente submetidos ao Índice de Diversidade de Shannon.

As diferenças entre os padrões espaciais das cinco classes, bem como sua representatividade em área ocupada, são bastante sutis nos dois índices. A riqueza de 10 elementos geomorfológicos distintos presentes e suas distribuições percentuais foram bem representadas em ambos os formatos de grade e indicaram a maior prevalência de diversidade Alta e Muito Alta, sendo consistente com a noção de um contexto geomorfológico rico e variado.

A grade formada por células quadráticas demonstrou uma capacidade ligeiramente maior de expressar a diversidade geomorfológica da área de estudo. As áreas classificadas com Alta e Muito Alta diversidade somam 59,7% no índice gerado por células quadráticas e 56,6% no índice gerado por células hexagonais.

De fato, o estudo indica que tanto as células quadráticas quanto hexagonais apresentam potencial similar na mensuração do componente geomorfológico da



geodiversidade. Entretanto, no contexto da semiologia gráfica, mesmo que a análise comparativa demonstre diferenças sutis, é lícito supor que as células hexagonais são relativamente mais eficientes na representação espacial da diversidade geomorfológica, pois seus vértices e arestas agrupam melhor de valores de riqueza e equabilidade de classes proporcionados pelo Índice de Shannon, tornando a visualização cartográfica mais fluida e harmoniosa, de maneira similar à função desempenhada por distintos métodos de interpolação de dados e variáveis geoespaciais.

Em suma, o presente estudo se alinha a tendência crescente de quantificação objetiva da geodiversidade, especificamente da geomorfodiversidade, mediante abordagens geomorfométricas e análise espacial em SIG. Nesta conjuntura, a comparação entre formatos de grade (quadrado vs. hexagonal) visa contribuir com a otimização da mensuração e mapeamento dos núcleos de diversidade ampliada ou reduzida, constituindo-se como um possível item para o refinamento metodológico nas problemáticas identificadas neste tema de pesquisa.

## *Agradecimentos:*

**A**o Departamento de Geografia (Câmpus Irati) e ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida à primeira autora; à Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI-PR), pelo financiamento concedido ao segundo autor em projeto vinculado ao Programa Universidade Sem Fronteiras (USF).

## REFERÊNCIAS

- BENITO-CALVO, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; MAGRI, O.; MEZA, P. **Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula**. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 34, n. 10, p. 1433-1445, 2009.
- BURNELLI, M.; MELELLI, L.; ALVIOLI, M. **Land surface diversity: A geomorphodiversity index of Italy**. *Earth Surface Processes and Landforms*, p. 1-16, 2023.
- DIXON, G. *Geoconservation: An International Review and Strategy Significance on Tasmania*. Occasional Paper, n. 35, Parks & Wildlife Service, Tasmania, 1996.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA-SNLCS, Boletim de Pesquisa, n. 27; IAPAR, Boletim Técnico 16, 2008.



- FERRER-VALERO, N. **Measuring geomorphological diversity on coastal environments: A new approach to geodiversity.** *Geomorphology*, v. 318, p. 217-229, 2018.
- GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature.** Londres: John Wiley & Sons Ltda, 434 p., 2004.
- GRAY, M. **Geodiversity: a new paradigm for valuing and conserving geoheritage.** *Series Geoscience Canada*, n. 35. v. 2, p. 51-59, 2008.
- HJORT, J.; LUOTO, M. **Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland.** *Geomorphology*, n. 115, p. 109-116, 2010.
- IAT – Instituto Água e Terra. **Mapas e Dados Espaciais.** Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapas-e-Dados-Espaciais>. Acesso em: 3 out. 2024.
- JENKS, G. F. **The Data Model Concept in Statistical Mapping.** *International Yearbook of Cartography*, v. 7, p. 186-190, 1967
- JÉZÉQUEL, C.; OBERDORFF, T.; TEDESCO, P. A.; SCHIMITT, L. **Geomorphological diversity of rivers in the Amazon Basin.** *Geomorphology*, v. 400, 2022.
- JUNG, M. **LecoS - A QGIS plugin for automated landscape ecology analysis.** *PeerJ PrePrints*, online, v. 2, p. 1-10, 2013.
- KORI, E.; ODHIAMBO, B. D. O.; CHIKOORE, H. **A geomorphodiversity map of the Soutpansberg Range, South Africa.** *Landforms Analysis*, n. 38, p. 13-24, 2019.
- KOT, R. **A comparison of results from geomorphological diversity evaluation methods in the Polish Lowland (Toruń Basin and Chełmno Lakeland).** *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography [online]*, p. 1-19, 2017.
- KOT, R.; LEŚNIAK, K. **Impact of different roughness coefficients applied to relief diversity evaluation: Chełmno Lakeland (Polish Lowland).** *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, v. 99, n. 2, p. 102-114, 2017.
- KOZŁOWSKI, S. **The concept and scope of geodiversity.** *Przegląd Geologiczny*, v.52, p.833-837, 2004. Disponível: <[www.pgi.gov.pl/pdf/pg\\_2004\\_08\\_2\\_22a.pdf](http://www.pgi.gov.pl/pdf/pg_2004_08_2_22a.pdf)>. Acesso: 10 jan. 2025.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 2ª ed. José Olympio, Rio de Janeiro, 1981.
- MELELLI, L.; VERGARI, F.; LIUCCI, L.; DEL MONTE, M. **Geomorphodiversity index: Quantifying the diversity of landforms and physical landscape.** *Science of the Total Environment. [online]*, p. 1-14, 2017.
- MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-ocidental.** Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997, 255 p.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. **Atlas geológico do Estado do Paraná.** 2001. Disponível: <[www.mineropar.gov.br](http://www.mineropar.gov.br)>. Acesso: 10 de dez. 2024.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. (2007). **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná.** Curitiba: MINEROPAR S/A.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. **O Grupo Serra Geral no Estado do Paraná**, v.1, 2013. Disponível: <[www.mineropar.gov.br](http://www.mineropar.gov.br)>. Acesso: 25 nov. 2023.
- MUDRE, M. R.; SILVA, J. M. F. **Avaliação da geodiversidade do Segundo Planalto Paranaense comparando células de quantificação de tamanhos distintos.** *William Morris Davis – Revista de Geomorfologia*, v. 6, n.1, p. 1-19, 2025.
- PANIZZA, M. **The Geomorphodiversity of the Dolomites (Italy): A Keyof Geoheritage Assessment.** *Geoheritage*, n. 1, p. 33-42, 2009.
- PARDO-IGÚZQUIZA, E.; DOWD, P. A. **The mapping of closed depressions and its contribution to the geodiversity inventory.** *International Journal of Geoheritage and Parks*, n. 9, p. 480-495, 2021.
- PIKE, R. J. **Geomorphometry – diversity in quantitative surface analysis.** *Progress in Physical Geography*, n. 24:1, p. 1-20, 2000.



- PIKE, R. J.; EVANS, I., HENGL, T. **Geomorphometry: a brief guide**. In: HENGL, T.; REUTER, H.I. (eds.) Geomorphometry – Concepts, Software, Applications, Series Developments in Soil Science, v.33, Amsterdam: Elsevier, p. 3-30, 2009.
- RITO, C.; BORETTO, G.; BAZZANO, G.; CIOCCALE, M. **Assessment of geomorphodiversity and the impacts of urban growth in Puerto Madryn, Patagonia, Argentina**. Journal of South American Earth Sciences, v. 119, 2022.
- SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. **Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geomorfologia, n. 2 (7), p. 03-12, 2006.
- SERRANO, E.; RUIZ-FLAÑO, P. Geodiversity. **A theoretical and applied concept**. *Geographica Helvetica* – Swiss Journal of Geography, n. 3, p. 140-147, 2007.
- SHANNON, C. E. **A Mathematical Theory of Communication**. The Bell System Technical Journal (reprinted). v. 27, n. 623-656, p. 379-423, 1948.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana, IL: University of Illinois Press, 1949.
- SILVA, J. M. F.; SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C. **Spatial correlation analysis between topographic parameters for defining the geomorphometric diversity index: application in the environmental protection area of the Serra da Esperança (state of Paraná, Brazil)**. Environmental Earth Sciences, v. 78, n. 356, 2019.
- SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. **Índice de Posição Topográfica (IPT) para classificação geomorfométrica das formas de relevo no Estado do Paraná – Brasil**. Revista Ra'e Ga, v. 41 Temático de Geomorfologia, p. 98-130, 2017.
- STANLEY, M. **Geodiversity**. In: BARETTINO, D., WINBLEDON, W. A. P., GALLEGOS, E. (Eds.). Geological heritage: its conservation and management. Madrid: ITGE, p. 15-18, 2000.
- THOMAS, M. F. A. **Sources of Geomorphological Diversity in the Tropics**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 12, n. 3, p. 47-60, 2011.
- THOMAS, M. F. A. **A Geomorphological Approach to Geodiversity – its applications to Geoconservation and Geotourism**. Quaestiones Geographicae, v. 31, n. 1, p. 81-89, 2012.
- TRICART, J. **Principles et méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Masson et Cie, editeurs, 1965.
- WEISS, A. **Topographic Position and Landforms Analysis – Poster presentation**. ESRI User Conference, San Diego, CA, 2001.
- WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Eds.). **Terrain Analysis: principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, p. 1-27, 2000.
- ZWOLIŃSKI, Z.; GUDOWICZ, J. **Geodiversity of landforms within morphoclimatic zones of the Earth**. *Geophysical Research Abstracts*, v. 18. EGU General Assembly, 2016.



# VIEWPOINTS COMO GEOSSÍTIOS: AVALIAÇÃO NA SERRA DAS CRUZES E CHAPADÃO DE PIPA, RN

Isa Gabriela Delgado de Araújo<sup>1</sup>

Marco Túlio Mendonça Diniz<sup>2</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** Viewpoints, Geodiversidade, Geomorfologia.

## RESUMO

Os viewpoints constituem áreas relevantes de observação que proporcionam uma ampla visão da paisagem circundante, permitindo não apenas a contemplação da natureza, mas a compreensão da história natural da paisagem, relações espaciais, geomorfologia e mudanças climáticas, conforme Migoñ e Pijet-Migoñ (2017). Esses locais associados à geodiversidade, que, segundo Claudino-Sales (2021) engloba a diversidade natural dos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos e climáticos. Com base nessas ideias, foi desenvolvida, no âmbito de uma tese de doutorado, ainda em andamento, uma proposta metodológica de avaliação dos viewpoints. Para esta pesquisa, o método foi aplicado junto com levantamento bibliográfico e análise de dados. Logo, o objetivo desta pesquisa é avaliar os viewpoints na Serra das Cruzes no Geossítio Açude Gargalheiras (Acari), inserido no Geoparque Seridó, e no Chapadão de Pipa (Tibau do Sul), ambos situados no estado do Rio Grande do Norte. A área de estudo retrata de dois contextos geomorfológicos distintos, um no cenário da Borborema Potiguar e o outro no litoral oriental. Como resultado, a Serra das Cruzes apresentou pontuações altas tanto no valor científico (13 pontos) como no valor estético (22 pontos), evidenciando a diversidade de formas e processos geomorfológicos presentes na área. O chapadão de Pipa apresentou valores diferenciados, se configurando como geossítio apenas pelo valor científico (14 pontos), o valor estético obteve pontuação mediana (20 pontos), tendo em vista que angulação para observação da paisagem é mais restrita se comparado com o anterior, com 120°. Portanto, a avaliação realizada varia conforme o contexto geográfico, exigindo uma quantificação específica para preservar informações científicas de cada local, sem se perder nas generalizações.

**1** Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [isiinhad@hotmail.com](mailto:isiinhad@hotmail.com)

**2** Professor orientador: Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [tuliogeografia@gmail.com](mailto:tuliogeografia@gmail.com)



## INTRODUÇÃO

As formas de relevo e os horizontes que podemos observar foram sendo esculpidos ao longo do tempo. Mais do que belas paisagens, os viewpoints representam observatórios da geodiversidade (Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez, 2010), que contemplam geoformas, cores, texturas, processos geomorfológicos aparentes, aspectos culturais e várias outras características que conectam o ambiente com a sociedade.

Pereira (2006) e Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010) destacaram em suas propostas científicas a importância de incluir os locais panorâmicos ou pontos de vista como geossítios, ou seja, locais que apresentam alto valor científico. Na classificação de Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010) são pontuados dois elementos importantes para os viewpoints. Primeiro, como uma grande área de interesse geológico; e segundo, um observatório da paisagem.

Sendo que a definição mais clara dos viewpoints veio na pesquisa de Migoñ e Pijet-Migoñ (2017, p.512), considerando que são áreas que permitem uma ampla visão da paisagem, favorecendo a compreensão da geodiversidade, tanto da história natural como das transformações ambientais.

A partir dessas propostas, iniciaram-se as reflexões sobre como avaliar esses viewpoints. Segundo Mikhailenko e Rubán (2019), precisa evidenciar a relação entre geoconservação, patrimônio geológico e ambiente natural, com três fatores essenciais: considerar não só os aspectos geológicos, mas também a geodiversidade; garantir a integridade da área; e incluir os valores estéticos, reconhecendo a observação como parte do processo de valorização.

Kirillova et al. (2014) destacam que o valor estético surge a partir de uma “experiência vivida”, na qual os visitantes comparam o ambiente explorado com sua própria realidade cotidiana. Complementando essa perspectiva, Chen, Zhong e Bo Li (2023) reforçam que a avaliação da paisagem ultrapassa a percepção individual, incorporando aspectos estéticos e emocionais que enriquecem a experiência de forma mais ampla.

E diante disso, Diniz e Araújo (2022) desenvolveram um método embasado em Mikhailenko e Ruban (2019) e Mikhailenko, Ermolaev e Ruban (2021) para considerar viewpoints a partir do alto valor científico e/ou alto valor estético. Tudo isso, atrelado a geodiversidade que conforme Claudino-Sales (2021) expõe, retrata a diversidade de características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrológicas e climáticas, em diferentes formas, escalas e interações.



A consideração do clima no conceito de geodiversidade é indispensável, principalmente na análise de viewpoints, pois permite compreender como os elementos climáticos influenciam a percepção e a dinâmica da paisagem, exibindo contrastes e singularidades em relação a outros lugares.

Claudino-Sales et al. (2025) destacam que a inserção climática no conceito de geodiversidade constitui uma necessidade urgente para promover a visão holística do ambiente abiótico e orientar políticas públicas voltadas à conservação.

Dessa forma, o trabalho envolveu um levantamento teórico e metodológico sobre a temática, seguido da pesquisa de campo, aplicada com base nas fichas desenvolvidas por Diniz e Araújo (2025), nos municípios de Acari/RN (Serra das Cruzes, em Gargalheiras) e em Tibau do Sul/RN (Pipa), por fim, foi realizada a análise dos dados obtidos.

O objetivo geral da pesquisa é avaliar os viewpoints na Serra das Cruzes no Geossítio Açude Gargalheiras (Acari), inserido no Geoparque Seridó, e no Chapadão de Pipa (Tibau do Sul), ambos situados no estado do Rio Grande do Norte. A área de estudo retrata de dois contextos geomorfológicos distintos, um no cenário da Borborema Potiguar e o outro litorâneo.

A avaliação de viewpoints deve considerar as particularidades de cada contexto geográfico, envolvendo uma quantificação específica para preservar as informações científicas dos locais, evitando assim generalizações que comprometam sua singularidade.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa adota um percurso metodológico fundamentado na revisão bibliográfica, na pesquisa de campo e na validação de dados. A primeira etapa consiste em uma revisão bibliográfica sobre geodiversidade, patrimônio geomorfológico e viewpoints, com base em autores como Reynard et al. (2007; 2016), Brilha (2016), Migón e Pijet-Migón (2017), Mikhailenko e Ruban (2019), Araújo (2021), entre outros.

A segunda etapa corresponde à pesquisa de campo, contemplando abordagens qualitativas e quantitativas. Inicialmente, foi realizada a caracterização da área (Araújo et al. (2024), seguida da quantificação do geopatrimônio por meio dos viewpoints, conforme o método proposto por Diniz e Araújo (2022).

A terceira e última etapa consiste na análise dos dados obtidos em campo, com a classificação dos locais como geossítios quando alcançam mais de 75% da pontuação total (Valor alto) ou como sítio da geodiversidade, nos casos de valores médios, conforme apresentado no Quadro 1.



QUADRO 1 – Classificação dos viewpoints

CLASSE	VALOR CIENTÍFICO	VALOR ESTÉTICO	VALORES ADICIONAIS
Muito Baixo	1–4	1–7	1–8
Baixo	5–8	8–14	9–16
Médio	9–12	15–21	17–24
Alto	13–16	22–28	25–32

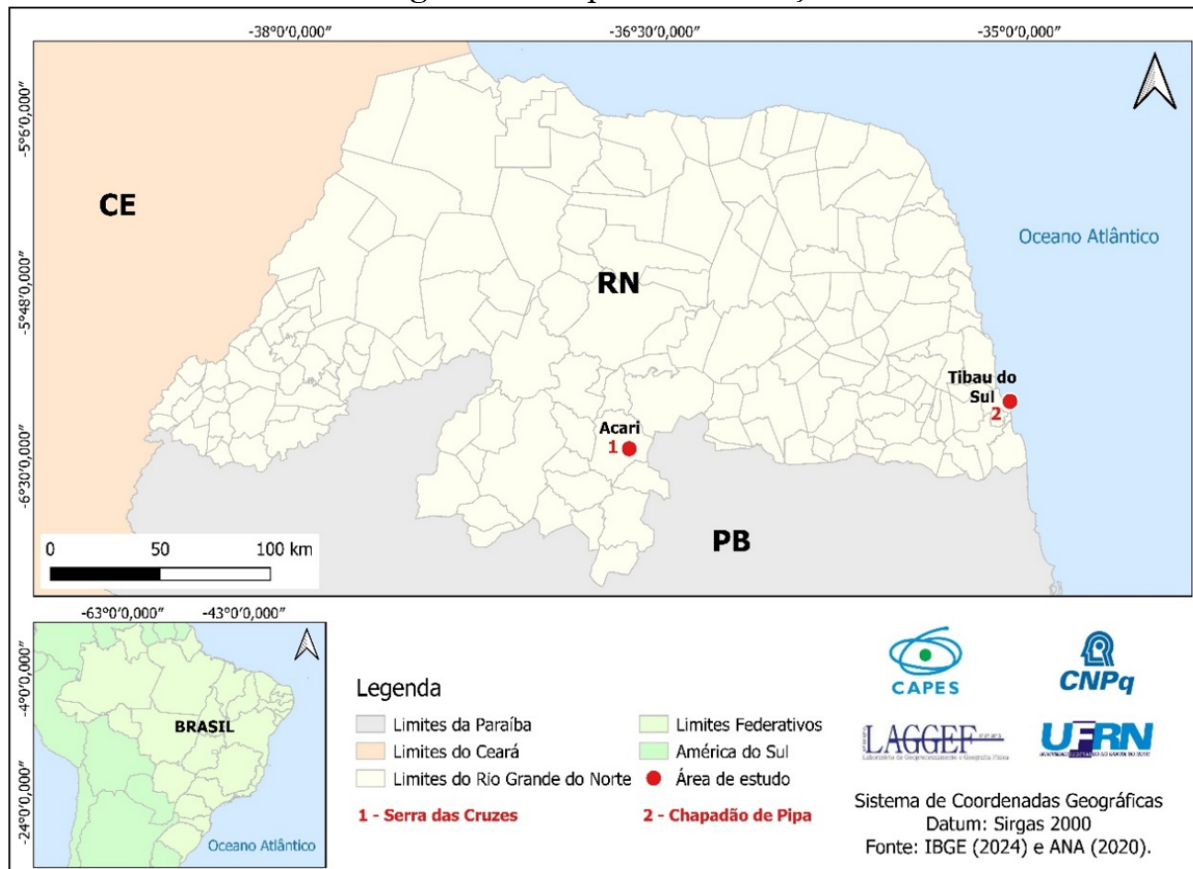
FONTE: Diniz e Araújo (2022).

Esse percurso metodológico permitiu integrar duas importantes etapas de investigação, que envolvem a teoria, a empiria e a análise, resultando em uma avaliação criteriosa dos elementos do geopatrimônio.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das etapas metodológicas propostas, foi possível identificar e analisar dois contextos geológicos e geomorfológicos distintos, que expressam a geodiversidade, um no embasamento cristalino na parte central e outro no litoral oriental, ambos no estado do Rio Grande do Norte, como podem ser observados na Figura 1.

FIGURA 1 – Mapa de Localização



FONTE: Elaborado pelos autores.



O primeiro refere-se ao viewpoint da Serra das Cruzes, situado em Gargalheiras, no município de Acari/RN. Trata-se de uma área de origem Pré-Cambriana, composta por rochas associadas às Suítes Intrusivas Itaporanga e Dona Inês, pertencentes ao Batólito Acari (Nascimento; Silva; Reis, 2020).

Essa primeira área integra a delimitação oficial do geossítio Açude Gargalheiras, pertencente ao Geoparque Seridó, o qual é composto pela Serra das Cruzes em conjunto com a Serra dos Cambucás (Figura 2). A configuração geomorfológica em formato de gargalo atuou como um serviço ecossistêmico abiótico de suporte, favorecendo a implantação da Barragem Marechal Dutra (Nascimento; Silva; Reis, 2020).

**FIGURA 2** – Serra das Cruzes – Acari/Gargalheiras – RN



**FONTE:** Fernando Eduardo Borges da Silva.

O segundo local é o Chapadão em Pipa, em Tibau do Sul/RN. O destaque dessa área são as falésias ativas, que tem a presença de grutas de abrasão e superfície de abrasão caracterizada por arenitos ferruginosos, conforme destaca Saraiva-Júnior (2021). O autor ressalta que as superfícies do topo e do reverso apresentam solo exposto, com evidências de processos erosivos e intempéricos na área. Essas considerações podem ser visualizadas na Figura 3.



**FIGURA 3** – Chapadão de Pipa



**LEGENDA:** **A** Vista do viewpoints do Chapadão de Pipa; **B** – Erosão e intemperismo no Chapadão.

**FONTE:** Elaborado pelos autores.

A Serra das Cruzes e o Chapadão de Pipa apresentam características distintas, refletindo diferentes dinâmicas geomorfológicas e processos atuantes em cada ambiente. A seguir, apresenta-se a análise quantitativa dos viewpoints.

### **Avaliação Quantitativa de Viewpoints**

A avaliação quantitativa dos viewpoints foi conduzida com base em critérios previamente definidos, aplicados em dias distintos. O Quadro 2, apresentado a seguir, contém os resultados obtidos.



**QUADRO 2** – Resultados da avaliação quantitativa de viewpoints.

L	VALOR CIENTÍFICO					VALOR ESTÉTICO							
	A1	A2	A3	A4	TC	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	TE
1 -	3	3	4	3	13	4	4	4	2	4	2	2	22
2 -	4	3	4	3	14	3	4	4	4	3	1	1	20
VALORES ADICIONAIS													
L	VALOR TURÍSTICO						VALOR CULTURAL		VALOR DIDÁTICO		TAd		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1		E1				
1 -	1	4	2	4	1	1	2		4		19		
2 -	4	3	4	4	1	1	2		4		23		

**LEGENDA:** Locais (L): 1 – Serra das Cruzes, Acari/RN; 2 – Chapadão de Pipa, Tibau do Sul/RN. Valores Totais: TC – Total do Científico; TE – Total do Estético; TAd – Total dos adicionais. Critérios: A1 – Diversidade de feições; A2 – Representatividade; A3 – Integridade; A4 – Valor Paleogeográfico; B1 – Visão geral; B2 – Visibilidade; B3 – Verticalidade; B4 – Presença de corpos d’água. B5 – Contraste de cores e elementos individuais; B6 – Área visualizável; B7 – Raridade; C1 – Acessibilidade; C2 – Categoria Turística; C3 – Existência de uso em curso; C4 – Conveniência; C5 – Sinalização; C6 – Segurança; D1 – Relevância cultural; E1 – Relevância Didática.

**FONTE:** Elaborado pelos autores.

No valor Científico a Serra das Cruzes obteve 13 pontos (alto), com relevância nos critérios de integridade (4) e valor Paleogeográfico (3). No entanto, o Chapadão de Pipa (14 pontos – alto) evidenciou uma maior variedade de feições e processos observáveis, embora tenha limitações quanto à integridade (3). Dessa forma, a diferença existente entre os dois locais foi o critério de diversidade (A1).

Mesmo em contextos geomorfológicos distintos, a Serra das Cruzes e o Chapadão de Pipa evidenciaram pontuações semelhantes, indicando potencialidade para estudos sobre a geoconservação. Ambos os locais apresentaram representatividade significativa, tanto nas formas de relevo, como nos processos geomorfológicos aparentes, sendo importantes para a compreensão da evolução da paisagem e interpretação paleogeográfica.

No valor estético a Serra das Cruzes e o Chapadão de Pipa resultou em 22 pontos e 20 pontos, respectivamente. Isso indicou um padrão elevado em ambos os casos, com pequenas variações que refletem características próprias das paisagens. O



primeiro local apresentou ampla visibilidade (B1=4) e contraste de cores significativo (B5=4), oferecendo uma visão panorâmica de 360° com diversidade visual marcante. No entanto, o critério de raridade (B7=2) indica limitação quanto a exclusividade das características no contexto local e regional.

O segundo local apresentou pontuações consideráveis na visão geral (B1=3) e visibilidade das características geológicas e geomorfológicas (B2=4), além do contraste de cores (B5=3). Além de exibir uma beleza natural notável, a menor pontuação no B5 reduz levemente seu valor estético em relação à Serra das Cruzes. A presença do oceano, entretanto, agrega a visibilidade dos observadores, tornando a paisagem atrativa para contemplação e turismo, a partir da categoria de sol e praia, mas não foi suficiente para tornar o local como geossítio neste quesito.

De forma geral, ambos os locais foram classificados como geossítios em razão do elevado valor científico, porém só a Serra das Cruzes exibiu valor estético alto. Mas, essa condição dos dois locais se tornarem geossítios não se estende para todos os viewpoints, uma vez que cada área possui características específicas. Um exemplo é o Mirante Boa Vista, em Portalegre, que, devido à visão limitada e restrita, foi considerado por Diniz e Araújo (2022) como sítio da geodiversidade, alcançando valores medianos e pontuação inferior a 75% do total estabelecido.

Os valores adicionais possuem caráter complementar na avaliação, não interferindo na classificação entre geossítio ou sítio da geodiversidade. Seu intuito é evidenciar as contribuições socioculturais, educativas e turísticas que o local pode oferecer aos visitantes em geral.

Assim, o Chapadão de Pipa (23 pontos) obteve pontuação superior à Serra das Cruzes (19 pontos), em razão de sua inserção no roteiro turístico, caracterizado por fluxo expressivo de visitantes nacionais e internacionais, pela consolidação das atividades turísticas, pela presença de elementos de apoio ao visitante e atrativos diversos.

Sendo assim, o estudo de viewpoints mostra-se relevante por representar uma tipologia específica, com características próprias que não devem ser confundidas com outros tipos de geossítios. A inclusão indiscriminada dessas categorias em uma mesma análise poderia comprometer a compreensão dessas particularidades, negligenciando certas potencialidades.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos viewpoints realizada na Serra Das Cruzes em Acari/RN e no Chapadão de Pipa em Tibau do Sul/RN, permitiu constatar que ambos apresentaram alto valor científico e estético, consolidando sua relevância para geoconservação e para o desenvolvimento do geoturismo no estado do Rio Grande do Norte.

Apesar das semelhanças nos resultados, observou-se que o Chapadão de Pipa apresentou pontuação ligeiramente superior em função da maior diversidade de atrativos, presença de infraestrutura turística consolidada e intensa visitação, enquanto a Serra das Cruzes destaca-se pela representatividade geomorfológica e pelo potencial para atividades educativas. Os resultados reforçam a importância de estudos voltados à tipologia viewpoints, reconhecendo suas especificidades e potencialidades para a promoção do patrimônio natural e para estratégias de geoconservação.

### *Agradecimentos:*

Os autores agradecem o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Código de Financiamento 001) para primeira autora e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para o segundo autor. Estendemos os agradecimentos ao CERES-UFRN e ao grupo de pesquisa do Laboratório de Geoprocessamento e Geografia Física – LAGGEF-UFRN.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. G. D. et al. Proposta metodológica para avaliação qualitativa do Geopatrimônio: *Methodological proposal for qualitative assessment of Geoheritage*. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 10, n. 1, p. 93–123, 2024. DOI: 10.21680/2447-3359.2024v10n1ID35513. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadogegne/article/view/35513>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- ARAÚJO, I. G. D. **Geomorfodiversidade da zona costeira de Icapuí, Ceará: definindo geomorfossítios pelos valores científico e estético**. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.
- BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119–134, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-014-0139-3>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- CHEN, Y.; ZHONG, Q.; LI, B. Positive or negative viewpoint determines the overall scenic beauty of a scene: A landscape perception evaluation based on a panoramic view. *Sustainability*, v. 15, n. 14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151411458>. Acesso em: 11 fev. 2025.
- CLAUDINO-SALES, V. Geodiversity and geoheritage in the perspective of geography. *Bulletin of Geography*. **Physical Geography Series**, Online, 29 Dec. 2021, n.º. 21, p. 45-52. Disponível em: <https://apcz.umk.pl/BOGPGS/article/view/36733>. Acesso em: 15 fev. 2025.



CLAUDINO-SALES, V.; DINIZ, M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D.; SOUZA, A. C. D. S. Nós precisamos de clima no conceito de geodiversidade. **Margarida Penteado – Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 1-3, jun. 2025. Disponível em: <https://revistaaprogeomg.org.br/index.php/margaridapenteadorevista/article/view/104/86>. Acesso em: 15.jul.2025.

**DINIZ, M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D.** Proposal of a quantitative assessment method for viewpoint geosites. **Resources**, v. 11, n. 12, p. 115, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9276/11/12/115>. Acesso em: 03.fev.2025.

**FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E.** Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. **Geoheritage**, v. 2, p. 57–75, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-010-0012-y>. Acesso em: 03.fev.2025.

KIRILLOVA, K.; FU, X.; LEHTO, X.; CAI, L. What makes a destination beautiful? Dimensions of tourist aesthetic judgment. **Tourism Management**, v. 42, p. 282-293, 2014. doi:10.1016/j.tourman.2013.12.006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.12.006>. Acesso em: 04.fev.2025.

MIGÓN, P.; PIJET-MIGÓN, E. Viewpoint geosites – values, conservation and management issues. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 128, p. 511-522, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2017.05.007>. Acesso em: 03.fev.2025.

MIKHAILENKO, A. V.; ERMOLAEV, V. A.; RUBAN, D. A. Bridges as Geoheritage Viewpoints in the Western Caucasus. **Geosciences**, v. 11, n. 377, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/geosciences11090377>. Acesso em: 03.fev.2025.

MIKHAILENKO, A. V.; RUBAN, D. A. Environment of viewpoint geosites: evidence from the Western Caucasus. **Land**, v. 8, p. 93, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/land8060093>. Acesso em: 03.fev.2025.

NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, M. L. N.; REIS, F. A. G. V. **Geoparque Seridó: geodiversidade e patrimônio geológico no interior potiguar**. 1. ed. São Paulo: FUNDUNESP e FEBRAGEO, 2020. 108 p.

PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, 2006. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6736>. Acesso em: 03.fev.2025.

**REYNARD, E.** et al. A method for assessing scientific and additional values of geomorphosites. **Geographica Helvetica**, v. 62, p. 148–158, 2007. Disponível em: <https://gh.copernicus.org/articles/62/148/2007/gh-62-148-2007.pdf>. Acesso em: 20.fev.2025.

REYNARD, E.; PERRET, A.; BUSSARD, J.; GRANGIER, L.; MARTIN, S. Integrated Approach for the Inventory and Management of Geomorphological Heritage at the Regional Scale. **Geoheritage**, v. 8, p. 43-60, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-015-0153-0>. Acesso em: 20.fev.2025.

SARAIVA JUNIOR, J. C. **Classificação tipológica ambiental das falésias costeiras do estado do Rio Grande do Norte (RN), nordeste do Brasil**. 2021. 292 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.