

Avaliação de geossítios no Vale do Guaribas, Piauí, como subsídio para o inventário do geopatrimônio piauiense e fomento do desenvolvimento sustentável

Evaluation of geosites in the Vale do Guaribas, Piauí, as a subsidy for the inventory of Piauí's geoheritage and promotion of sustainable development

José Francisco de Araújo Silva, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Brasil,
jfaraujo6@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8869-1998>

Glácia Lopes Araújo, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Brasil,
glacialopestutoria@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6762-5660>

Adriano Severo Figueiró, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Brasil,
adriano.figueiro@ufsm.br

 <https://orcid.org/0000-0002-4988-771X>

Resumo: O inventário e quantificação de geossítios representam as primeiras e fundamentais etapas para a proposição de estratégias de geoconservação. A inventariação de áreas menores propicia condições para realizar o inventário de territórios estaduais, como o do Piauí, por exemplo. No Brasil, são poucos os estados que possuem inventários sistemáticos de seu geopatrimônio. A quantificação do geopatrimônio permite reduzir subjetividades e indicar geossítios prioritários para estratégias de geoconservação. Este estudo tem como objetivo inventariar e quantificar geossítios existentes no Território de Desenvolvimento Vale do Guaribas, no estado do Piauí, a partir de revisão bibliográfica e incursões a campo para a descrição, caracterização e avaliação quali-quantitativa, tendo como base metodológica o aplicativo Geossit, do Serviço Geológico do Brasil. Foram avaliados o valor científico, risco de degradação, potencial valor educativo e turístico e as prioridades de proteção. Os resultados expressam que o Território é dotado de sítios com relevância científica, educativa e turística, risco de degradação moderado e a ausência de urgência para proteção a curto prazo da maior parte dos sítios avaliados. A partir dos resultados desta pesquisa, espera-se que estratégias de Geoconservação, interpretação e divulgação patrimonial possam ser aplicadas nestes sítios, a fim de fomentar o desenvolvimento sustentável dos municípios presentes na área.

Palavras-chave: Inventariação geopatrimonial; Quantificação geopatrimonial; Geoconservação; Vale do Guaribas; Piauí.

Abstract: The inventory and quantification of geosites represent the first and fundamental steps for the proposition of geoconservation strategies. The inventory of smaller areas provides conditions to carry out the inventory of state territories, such as Piauí, for example. In Brazil, there are few states that have systematic inventories of their geoheritage. The quantification of the geoheritage allows reducing subjectivities and indicating priority geosites for geoconservation strategies. This study aims to inventory and quantify existing geosites in the Vale do Guaribas Development Territory, in the state of Piauí, from a bibliographic review and field incursions for the description, characterization and both qualitative and quantitative evaluation, having as methodological basis the Geossit application, from the Geological Service of Brazil. The scientific value, degradation risk, potential educational and tourist value, and protection priorities were evaluated. The results express that the Territory is endowed with sites with scientific, educational and touristic relevance, moderate degradation risk and the absence of urgency for protection in the short term for most of the sites evaluated. From the results of this research, it is

expected that strategies of Geoconservation, interpretation and dissemination of heritage can be applied in these sites, in order to foster sustainable development of the municipalities present in the area.

Keywords: Geopatrimonial inventory; Geopatrimonial quantification; Geoconservation; Vale do Guaribas; Piauí.

Introdução

A avaliação de uma parcela da geodiversidade inclui o inventário e a quantificação de geossítios presentes na área a ser avaliada. Essas ações são as primeiras e mais importantes em uma série de outras etapas essenciais na proposição de estratégias de geoconservação.

Geodiversidade, com a conotação atual do termo, é entendida como o conjunto de todos os elementos abióticos do meio natural. Segundo Borba (2011) o entendimento da palavra com esse sentido data do início da década de 1990, quando foi introduzida por Sharples (1993), após a Conferência da Organização das Nações Unidas de 1992 – Rio 92, a fim apresentar uma similaridade com o termo biodiversidade, esclarecendo o caráter plural da natureza, composta tanto pela vertente biótica, quanto abiótica, as quais apresentam relações mútuas entre seus componentes.

Em razão do seu caráter recente, o conceito ainda não é uno e apresenta contribuições de variados autores, alguns dos quais restringem o termo aos elementos e processos abióticos, tais como Eberhard (1997), Nieto (2001), Sharples (2002), Gray (2004), Briha (2005), entre outros; enquanto há aqueles que ampliam o sentido do termo, abrangendo a natureza viva e os processos humanos, a exemplo de Stanley (2000; 2004), Araújo (2005), Kozłowski (2004), Serrano e Ruiz Flaño (2007) e Franco (2014).

A corrente prevalente é que trata a geodiversidade de forma mais limitada, enfatizando os elementos, processos e substrato físicos, tendo como um dos grandes representantes Murray Gray, professor e pesquisador, autor da primeira obra dedicada exclusivamente à temática (*Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*), para o qual geodiversidade é a variedade de elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (geoformas, processos), pedológicos e hidrológicos, incluindo suas assembleias, estruturas, sistemas e suas contribuições para as paisagens (Gray, 2004; 2013).

Para Gray (2022) oitenta e oito por cento (88%) dos conceitos de geodiversidade se relacionam à definição originalmente proposta por ele próprio em 2004 e atualizada, posteriormente em 2013, quando passou a incluir os elementos hidrológicos no bojo da geodiversidade.

No Brasil, cita-se a definição do Serviço Geológico do Brasil – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) que entende a geodiversidade como todo o meio abiótico formado pela diversidade de ambientes, fenômenos e processos geológicos responsáveis pela origem das paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e demais depósitos superficiais, os quais correspondem à base da vida na Terra,

sendo ainda a geodiversidade possuidora de valores, tais como o estético, científico, educativo, turístico e outros (CPRM, 2006).

Sobre os valores da Geodiversidade, Gray (2004) afirma existirem sete categorias, a saber: intrínseco, cultural, econômico, estético, funcional, científico e didático. Ainda de acordo com Gray (2004), parte da geodiversidade detentora de um ou mais desses valores é considerada excepcional e merece ser conservada, tanto devido ao valor que possui, quanto em virtude das ameaças às quais está exposta, oriundas de fatores naturais e principalmente humanos.

Complementarmente, para Brilha (2005), em razão de não ser possível conservar toda a Geodiversidade, é preciso destinar estratégias de geoconservação ao menos à sua parte dotada de excepcionalidade, também conhecida como patrimônio geológico ou geopatrimônio (Meira, 2016), o qual é composto por variados geossítios.

Geossítios correspondem aos locais que registram a existência de um ou mais elementos da natureza abiótica possuidor de valor singular (seja este científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro), que afloram devido a ação de processos naturais ou em decorrência do manejo humano, com a devida delimitação geográfica (Figueiró, 2022). Atribuir diferentes valores aos geossítios é importante, pois deixa claro que embora o valor econômico seja o mais evidente e fácil de abordar quando se trata de quantificação, há outros valores quantificáveis além do aspecto financeiro. Além disso, torna-se mais fácil justificar a necessidade de conservação dessas áreas.

As ações destinadas à conservação das áreas excepcionais da geodiversidade compõem o que se denomina Geoconservação, entendida por Sharples (2002) como a preservação da diversidade do meio natural, mantendo a evolução de aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos significativos, em velocidade e em intensidade de forma natural. Para Lorenci (2013), refere-se à conservação do geopatrimônio de uma região, a fim de alcançar a sustentabilidade dos geossítios de valor e, para Borba, Nascimento e Melo (2018), é a conservação física ou legal dos elementos excepcionais da geodiversidade.

A partir das considerações anteriores, o presente estudo tem como objetivo inventariar e quantificar geossítios existentes no Território de Desenvolvimento Vale do Rio Guaribas (TDVRG), localizado no Sudeste do estado do Piauí, com 23 municípios, a maioria com baixos indicadores socioeconômicos, em que a execução de estratégias geoconservacionistas podem resultar em fomento ao desenvolvimento sustentável, especialmente por meio do geoturismo e os ganhos oriundos dessa prática.

O inventário de geossítios existentes nessa área irá ajudar a compreender os processos físicos-naturais ali existentes, especialmente como se deu a formação e as progressivas transformações do substrato geológico e relevo da região, permitindo ainda entender aspectos relativos ao clima, pedologia e hidrografia, atuais. Isso vai ao encontro do que salienta Godoy (2013), para o qual a geodiversidade é um testemunho científico dos eventos do passado geológico da Terra, motivo pelo qual é

preciso conservá-la como parte intrínseca do patrimônio natural, sendo necessário ainda garantir seu uso para meios científicos, didáticos e culturais.

Ressalta-se ainda a importância da inventariação de áreas menores como subsídios para a realização de inventários, como o do estado do Piauí, por exemplo, o que se justifica em razão da pequena quantidade de estados que possuem inventários sistemáticos de seu geopatrimônio: São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Goiás, Bahia e Rio Grande do Norte (Nascimento *et al.*, 2022).

A quantificação do geopatrimônio torna-se essencial nesse processo, pois permite reduzir subjetividades e indicar geossítios prioritários para estratégias de geoconservação.

1. Materiais e métodos

1.1. Caracterização da área de estudo

O Vale do Guaribas é um dos doze Territórios de Desenvolvimento do estado do Piauí – unidades de planejamento da ação governamental, com vistas ao desenvolvimento sustentável com base nas peculiaridades locais –, composto por 23 municípios (Figura 1) (Pereira, Nascimento e Rodrigues, 2017), que ocupam uma extensão territorial de 8.091 km² (IBGE, 2019), com uma população estimada de 223.375 habitantes, sendo o município de Picos o mais populoso, com uma população estimada de 78.431 habitantes (IBGE, 2020).

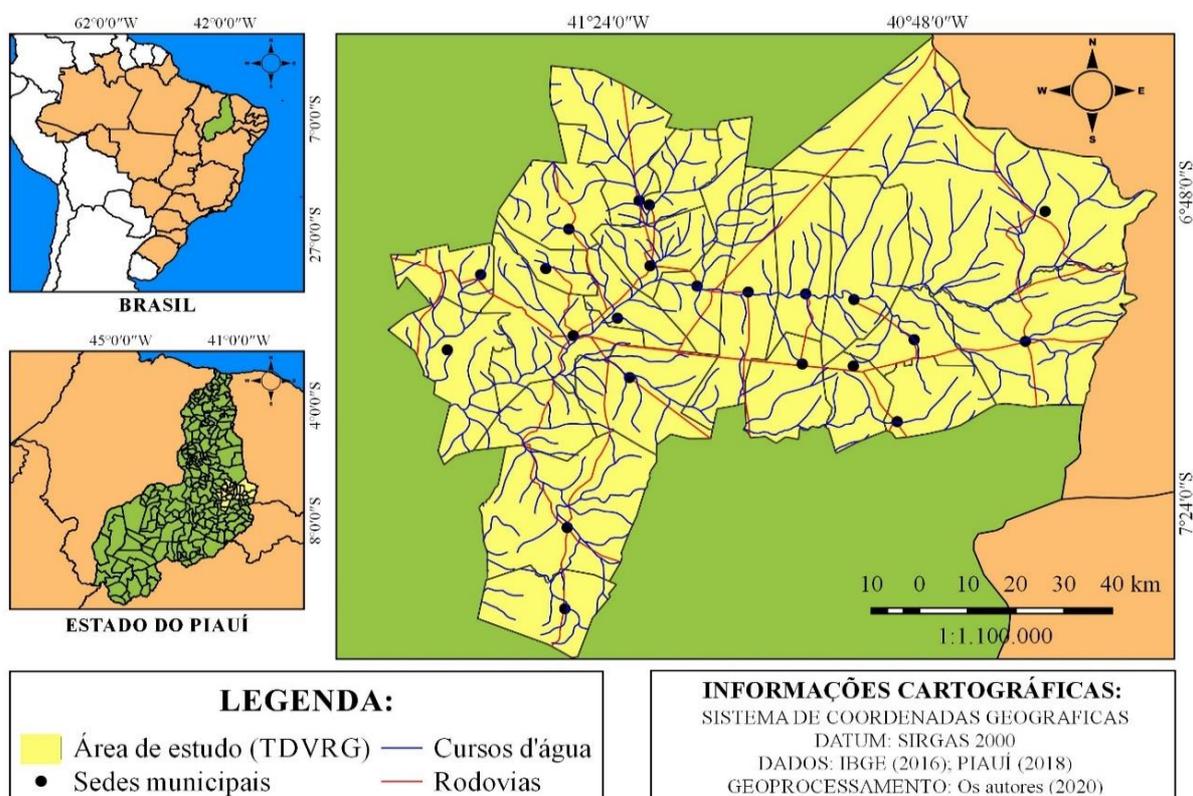


Figura 1: Mapa de localização dos municípios do Território de Desenvolvimento Vale do Guaribas.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Em relação ao peso econômico, os municípios do Vale do Guaribas respondem por 5,5% do PIB do estado do Piauí, obtendo em 2016 um PIB de 2 bilhões e 277 milhões de reais, destacando-se na composição desse valor o setor de serviços, que responde por 87,7% do PIB do território. Picos é o município que mais se destaca, com um PIB de 1 bilhão e 398 milhões de reais em 2016, responde sozinho por 61,4% do PIB do território (BRASIL, 2019).

Em relação a empregabilidade por setor econômico, a administração pública é responsável pela maior parte dos postos de trabalho, seguido do comércio e serviços. Em 2017, a administração pública respondia por 39,5% dos vínculos empregatícios formais, o comércio por 28,2% e os serviços por 20% dos vínculos formais no território. Vale ressaltar, no entanto, que essa participação é muito desigual entre os municípios, uma vez em Picos a administração pública responde por apenas 22,2% dos vínculos formais e em 7 dos 23 municípios do Vale do Guaribas a administração pública responde por mais de 90% dos vínculos formais de trabalho, são eles: Paquetá (99%), São Luís do Piauí (98,6%), Francisco Macedo (97,3%). Bocaina (96,6%), Campo Grande do Piauí (93,5%), São João da Canabrava (93,5%) e Santana do Piauí (93,1%) (BRASIL, 2019).

Do ponto de vista do desenvolvimento social, este território é formado por municípios que apresentam índices de vulnerabilidade relativos a infraestrutura urbana variando de muito baixo (73% dos municípios) a baixo (27% dos municípios). Quanto ao Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) 14 municípios apresentam alta vulnerabilidade, 7 média vulnerabilidade, 1 muito alta e 1 baixa vulnerabilidade (o município de Picos, que ocupa a 2ª posição no ranking dos IVS dos 224 municípios do Piauí) (CEPRO, 2018). No que se refere ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a maioria dos municípios do Vale do Guaribas apresentam um baixo IDH (Figura 2).

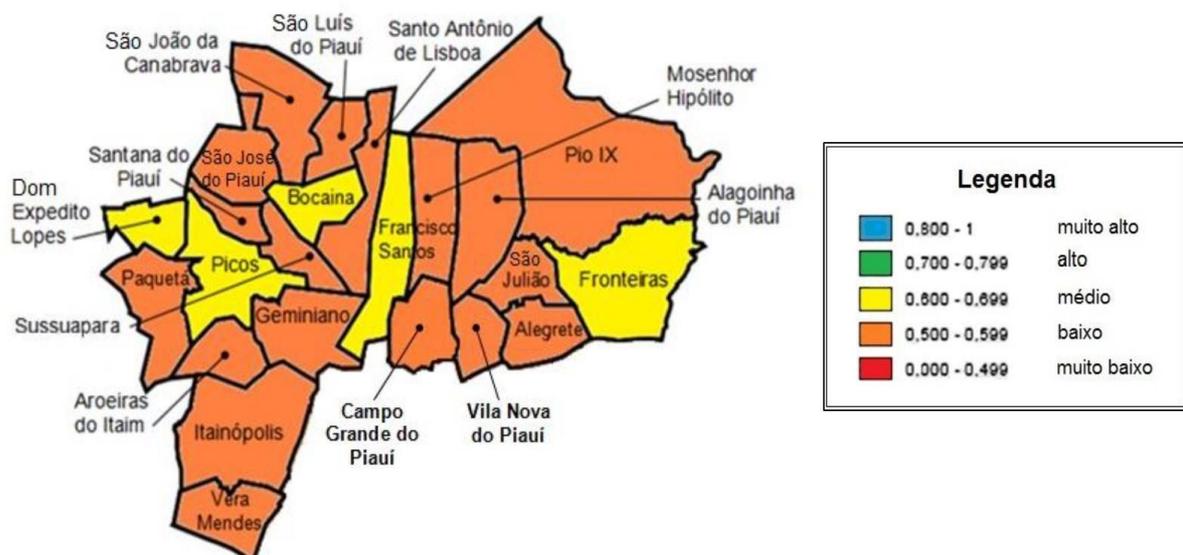


Figura 2: IDH dos municípios do Vale do Guaribas em 2010.

Fonte: CEPRO, 2016.

Em relação as características físicas, o território de desenvolvimento Vale do Guaribas apresenta uma geologia diversificada (Figura 3), onde afloram Depósitos detríticos e/ou lateríticos, terrenos da Bacia Sedimentar do Parnaíba (Formação Cabeças, Formação Pimenteiras e Grupo Serra Grande), terrenos da Bacia do Cococi (Formação Angico Torto e Formação Melancia) e terrenos cristalinos da Província Borborema (Suíte intrusiva Itaporanga – Pluton Campos Sales-Assaré, Suíte Serra da Aldeia, Suíte Serra do Deserto, Grupo Orós e Complexo Jaguaretama).

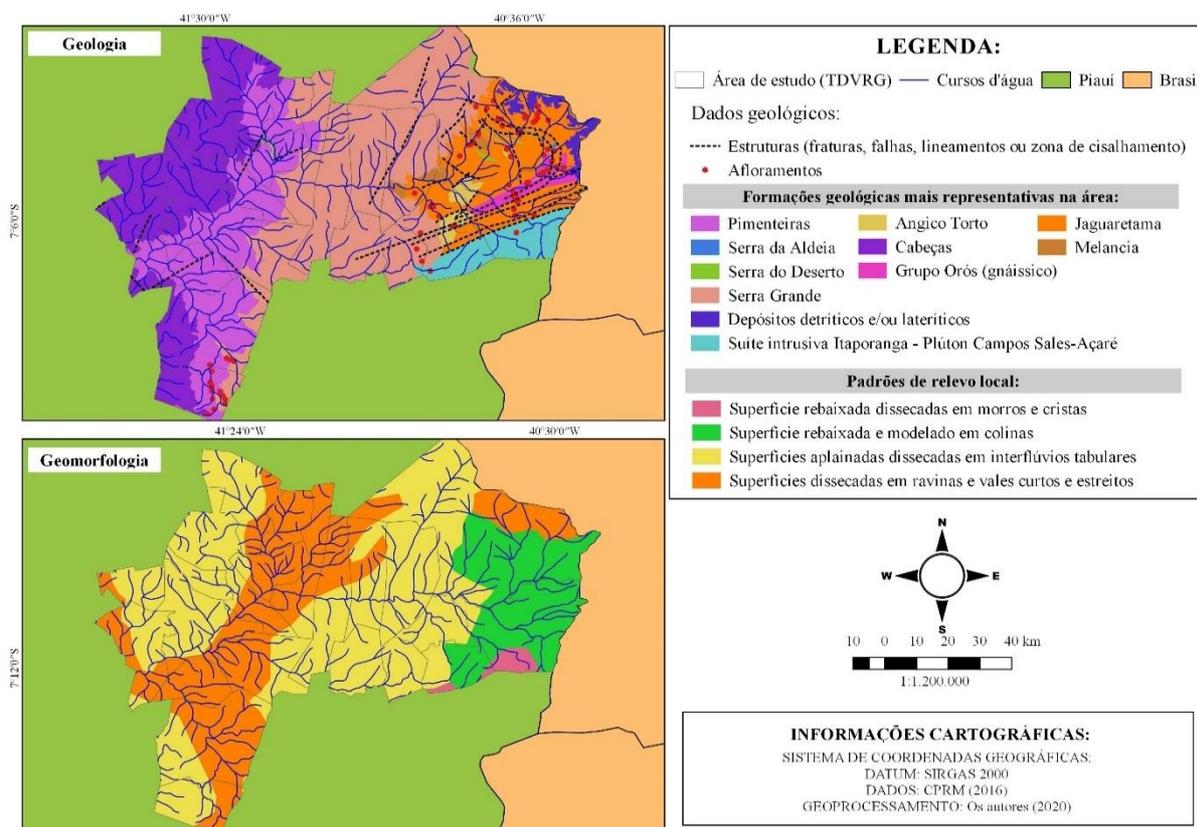


Figura 3: Esboço geológico e geomorfológico do Vale do Guaribas.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Os Depósitos detríticos e/ou lateríticos correspondem a uma formação superficial composta de sedimentos arenosos, areno-argilosos e lateríticos que datam do Neogeno (período terciário da era Cenozoica), que recobrem uma pequena porção do Território do Vale do Guaribas, no município de Pio IX, próximo à divisa do Piauí com o Ceará (CPRM, 2004). A Bacia Sedimentar do Parnaíba é uma bacia intercratônica desenvolvida sobre os riftes carbo-ordovicianos e que apresenta fraturas interiores produzidas por esforços distensivos interior, formada por sequências sedimentares demarcadas por discordâncias regionais (Lima e Augustin, 2010).

No Vale do Guaribas a Bacia Sedimentar do Parnaíba é a estrutura geológica predominante, onde afloram os terrenos da formação Cabeças (arenitos e siltitos de deposição flúvio-deltaicas), de idade devoniana, a formação Pimenteiras (arenitos, siltitos e folhelhos de deposição marinha rasa), de idade devoniana e o grupo Serra

Grande (conglomerados, arenitos e intercalações de siltito e folhelho de deposição fluvial entrelaçada, marinha rasa e glacial), de idade siluriana (CPRM, 2004).

A Bacia do Cococi é uma bacia transtensiva cuja abertura resulta da confluência das zonas de cisalhamento Senador Pompeu e Tauá, com deposição de sedimentos que ocorreu associada a vulcanismos e se encerrou há aproximadamente 440 Ma (Parente *et al.*, 2004 apud Menezes, 2012). Na área de estudo, essa estrutura aflora em trechos dos municípios de Alagoinha do Piauí, São Julião, Alegrete e Pio IX, onde se encontram terrenos das formações Melancia (ortoconglomerado polimítico, com níveis de arenito fino, siltito e folhelho) e Angico Torto (ortoconglomerado, brecha, microbrecha arenito arcoseano e raras lentes de siltito e argilito), que datam do período Ordoviciano (CPRM, 2004).

A Província Borborema é uma extensa faixa colisional, que apresenta uma rede de cisalhamento, e se originou a partir da convergência de placas, consolidando-se no final do Brasiliano (Campelo, 1999). No Vale do Guaribas a Província Borborema está presente nos municípios de Pio IX, Fronteiras, Alegrete, Vila Nova, São Julião e Alagoinha do Piauí, apresentando terrenos da Suíte intrusiva Itaporanga – Pluton Campos Sales-Assaré (granito e granodiorito grosso a porfirítico, de idade neoproterozóica), Suíte Serra da Aldeia (quartzo-monzonito, hornblenda-quartzo monzonito a monzogranitos, de idade neoproterozóica), Suíte Serra do Deserto (ortognaisse garnotiorítico e granítico, de idade Paleoproterozóica, Grupo Orós (xisto, gnaisse, quartzito, mármore, de idade Paleoproterozóica) e Complexo Jaguaretama (orognaisse migmatizado tonalítico a granodiorito e granítico, de idade paleoproterozóica) (CPRM, 2004).

Quanto ao padrão do relevo local, o vale do Guaribas apresenta quatro tipos de superfícies (Figura 3): Superfícies aplainadas dissecadas em interflúvios tabulares, Superfícies dissecadas em ravinas e vales curtos e estreitos, Superfície rebaixada e modelado em colinas e Superfície rebaixada dissecadas em morros e cristas, que resultam da interação entre os fatores estruturais e os fatores climáticos.

Do ponto de vista climático, o Território de Desenvolvimento Vale do Guaribas se caracteriza por apresentar um clima semiárido, com temperaturas médias elevadas, irregularidade pluviométrica e baixo índice de precipitação (Figura 4), o que confere ao território uma drenagem intermitente, onde predomina o bioma Caatinga, com vegetação arbustivo-arbórea ou arbóreo-arbustiva.

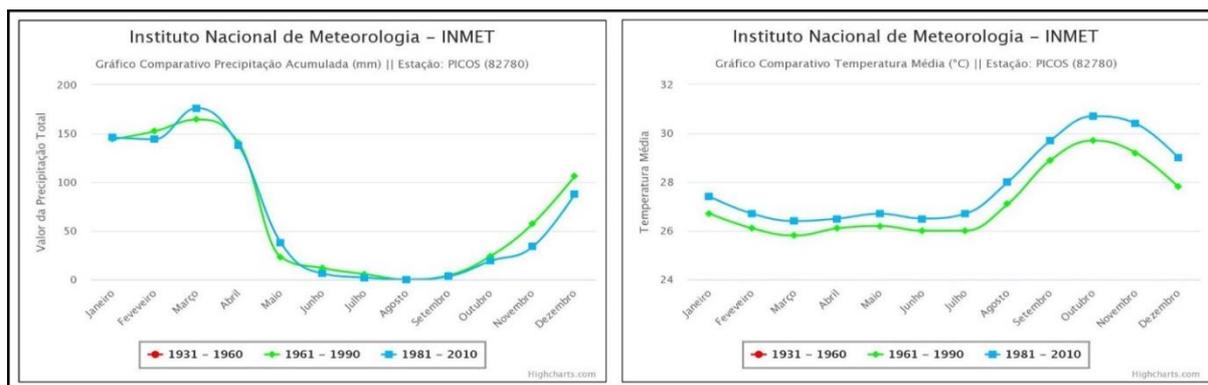


Figura 4: Comparativo de precipitação acumulada (mm) e temperatura média (°C) com base nos dados da estação meteorológica de Picos-PI.

Fonte: INMET (2020).

1.2. Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada parte da revisão bibliográfica, seguida de incursões a campo e atividades de gabinete para a descrição, caracterização e avaliação qualitativa e quantitativa do geossítio e sítios da geodiversidade selecionados, assim como para a elaboração de material cartográfico. Tomou-se como base metodológica o aplicativo Geossit, do Serviço Geológico do Brasil, por meio do qual realizou-se a avaliação do valor científico, risco de degradação, potencial de valor educativo e turístico e as prioridades de proteção.

Na revisão bibliográfica foi feito um levantamento e análise teórica e conceitual através de pesquisa em várias fontes, como livros, teses, dissertações, artigos e órgãos oficiais. Essas fontes abordam temas relacionados à geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação, assim como dados relacionados à área em que foi realizada a pesquisa. Foram utilizados tanto textos antigos relevantes, quanto pesquisas mais recentes, além de autores clássicos e estudiosos menos conhecidos, mas com contribuições fundamentais para a pesquisa. Algumas das fontes pesquisadas incluem Eberhard (1997), Stanley (2000; 2004), Sharples (2002), CPRM (2004), Gray (2004; 2013; 2022), Kozłowski (2004), Araújo (2005), Brilha (2005; 2016), Serrano e Ruiz Flaño (2007), Lima e Augustin (2010), Borba (2011), CEPRO (2016), Meira (2016), Pereira, Nascimento e Rodrigues (2017), Borba, Nascimento e Melo (2018), Brasil (2019), IBGE (2020), Nascimento *et al.*, 2022), entre outros.

As visitas de campo foram realizadas de 2017 a 2023, 2 em cada geossítio / sítio da geodiversidade pesquisado. Durante as observações *in loco* foram anotadas em aplicativos digitais e cadernetas, dados relacionados à caracterização fisiográfica e socioeconômica dos municípios onde estão esses sítios. Além das anotações, foram realizados registros fotográficos com o uso de câmera fotográfica profissional.

Após as incursões a campo, foram realizadas, em gabinete, as caracterizações fisiográfica e socioeconômica da área de estudo e elaborado o material cartográfico. Para tanto, fez-se uso de dados extraídos de fontes oficiais como Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí (CEPRO), Companhia de Pesquisa de Recursos

Minerais (CPRM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Após as caracterizações, foi realizada ainda em gabinete, a síntese do inventário e avaliação quantitativa dos sítios, a qual ocorreu empregando a metodologia do aplicativo Geossit, do SGB/CPRM. Com o uso do referido aplicativo realizou-se quantificação do Valor Científico (VC), Risco de Degradação (RD) Potencial Valor Educativo (PVE), Potencial Valor Turístico (PVT) e foram estabelecidas as relevâncias e as recomendações de proteção dos sítios avaliados. Os critérios avaliados com seus diferentes parâmetros e pesos em porcentagem (Tabela I), encontram-se no Geossit, sendo necessário selecionar no aplicativo o parâmetro referente com as características do sítio avaliado, cujo valor correspondente pode ser 0 (quando a característica não se aplica ao local), 1, 2 e 4.

Uma vez preenchidas as planilhas do aplicativo para quantificar os critérios, os sítios são classificados como geossítios ou sítios da geodiversidade, levando em consideração sua relevância regional, nacional ou internacional. Apenas os locais com um valor de Valor Científico superior a 200 são considerados geossítios. Os locais são considerados de relevância internacional quando o VC é igual ou superior a 300, de relevância nacional quando o VC é igual ou superior a 200 (ou VC menor que 200, mas com um valor de PVE ou PVT igual ou superior a 200), e de relevância regional quando o VC é menor que 200 e o valor de PVE ou PVT é menor ou igual a 200.

Em relação ao Risco de Degradação, ele é classificado como baixo (quando igual ou menor que 200), médio (entre 201 e 300) e alto (entre 301 e 400, sendo esse o valor máximo). O Geossit também determina a prioridade de proteção dos locais com base na urgência de proteção global, atividades educacionais, turísticas e científicas, classificando-as como curto, médio ou longo prazo. Por fim, é recomendada a Unidade de Conservação adequada para cada local.

Tabela I: Critérios e pesos da plataforma Geossit.

VALOR CIENTÍFICO		
Critério	Peso	
A1. Representatividade	30%	
A2. Local-tipo	20%	
A3. Conhecimento científico	5%	
A4. Integridade	15%	
A5. Diversidade geológica/geomorfológica	5%	
A6. Raridade	15%	
A7. Limitações ao uso	10%	
Total	100%	
RISCO DE DEGRADAÇÃO		
Critério	Peso	
B1. Deterioração de elementos geológicos/geomorfológicos	35%	
B2. Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20%	
B3. Proteção legal	20%	
B4. Acessibilidade	15%	
B5. Densidade populacional	10%	
Total	100%	
POTENCIAL VALOR EDUCATIVO E TURÍSTICO		
Critério	Peso	
	Educativo	Turístico
C1. Vulnerabilidade	10%	10%
C2. Acessibilidade	10%	10%
C3. Limitações ao uso	5%	5%
C4. Segurança	10%	10%
C5. Logística	5%	5%
C6. Densidade populacional	5%	5%
C7. Associação com outros valores	5%	5%
C8. Beleza cênica	5%	15%
C9. Singularidade	5%	10%
C10. Condições de observação	10%	5%
C11. Potencial didático	20%	----
C12. Diversidade geológica/geomorfológica	10%	----
C13. Potencial para divulgação	-----	10%
C14. Nível econômico	-----	5%
C15. Proximidade a zonas recreativas	-----	5%
Total	100%	100%

Fonte: Plataforma GEOSSIT (CPRM, 2023). Organização dos autores (2023).

2. Resultados e discussão

Foram inventariados e quantificados nove locais: Açude de Bocaina, Alpes o Buriti, Morro da Cruz, Furna da Quitéria, Sucavão, Afloramento de diabásio, Afloramento da Formação Pimenteiras e Minas de Mármore. De acordo com a metodologia adotada, apenas a Furna do Guilherme é classificada como Geossítio, enquanto os demais são considerados sítios da geodiversidade. A síntese do inventário e quantificação desses sítios é apresentada a seguir.

2.1. Geossítio Furna do Guilherme

O geossítio em questão (Figura 5) está localizado na zona rural do município de São João da Canabrava, a 28 quilômetros a noroeste da sede municipal. Trata-se de uma caverna, conhecida localmente como furna, formada por arenitos da Formação Cabeças. A caverna possui grandes salões, com aproximadamente 330 metros de extensão. Sua formação é resultado da erosão pluvial e eólica, juntamente com o processo de intemperismo.

O geossítio é localizado em uma propriedade privada, com acessibilidade moderada, realizada por estrada carroçável e trilha. A visibilidade do local é baixa devido à dificuldade de observar o trabalho erosivo na caverna, pois o interior é escuro. Apesar de não haver medidas legais de proteção, o estado de conservação é considerado moderado, com desgaste natural e algumas pequenas pichações presentes.



Figura 5: Geossítio Furna do Guilherme.
Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2023).

2.2. Sítio da Geodiversidade Açude de Bocaina

Trata-se de barragem no rio Guaribas, criada com o objetivo de regularizar a vazão do rio e potencializar a agricultura de vazante. Sua capacidade de armazenamento é de 106 milhões de m³ (Cury, 2014). O referido Sítio da Geodiversidade (Figura 6) está localizado no município de Bocaina, a 6 quilômetros da sede municipal.



Figura 6: Sítio da Geodiversidade Açude de Bocaina.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2023), cedida pelo Corpo de Bombeiros.

Geologicamente, encontra-se sobre terrenos da Formação Pimenteiras, conforme já mencionado, formada principalmente por rochas sedimentares, depositadas durante o período Devoniano, e que registram informações valiosas sobre a evolução geológica da região, como a história da deposição sedimentar, mudanças paleoambientais e variações climáticas. A Formação Pimenteiras também contém depósitos minerais, como calcário, argila e areia, que são utilizados em indústrias, como a construção civil e a cerâmica, sendo que a exploração desses recursos minerais pode gerar empregos e impulsionar a economia regional. A Formação Pimenteiras preserva ainda fósseis de plantas, insetos e outros organismos, de grande importância para os estudos paleontológicos.

Além desses, outros estudos científicos são desenvolvidos no âmbito dessa Formação, contribuindo com o avanço do conhecimento geológico, notadamente da região e ajudando a entender melhor a história geológica da Bacia do Parnaíba e suas relações com outras bacias sedimentares do Brasil e do continente sul-americano. Além disso, a área onde encontra-se o sítio da geodiversidade em apreço, possui elevado potencial turístico em razão do uso recreativo instalado e já é utilizada em aulas de campo para estudantes de diferentes níveis, fornecendo oportunidades educacionais para estudos em diversas áreas do conhecimento.

Encontra-se em área pública, com excelente acessibilidade, realizada em estrada asfaltada. A visibilidade é alta, haja vista não haver obstáculos que impeçam a visualização do sítio e dos processos nele atuantes. O estado de conservação é bom.

2.3. Sítio da Geodiversidade Alpes o Buriti

Situado no povoado de Buriti Grande, a 9 quilômetros da sede do município de Dom Expedito Lopes, esse Sítio da Geodiversidade (Figura 7) é caracterizado por

apresentar um relevo ruíniforme, notadamente formado por torres e pináculos, de destacada beleza cênica. Está em uma área isolada, porém de fácil acesso devido à sua localização às margens da BR-316, uma importante rodovia que atravessa parte do estado do Piauí. A visibilidade é boa, permitindo a observação das principais características desse local geomorfológico e dos processos responsáveis por sua constante transformação. Ele não sofre com deterioração significativa, pois está situado em uma propriedade particular com acesso controlado. Vale ressaltar que há uma fonte e uma indústria de extração e venda de água mineral no local.

Esse local possui um potencial relacionado ao aquífero Serra Grande, que possui uma quantidade significativa de água e altas vazões. Essas características são influenciadas, de acordo com Andrade Júnior *et al.* (2004), pela constituição do aquífero, que é composto principalmente por espessos bancos de arenito de granulação média a grossa, favorecendo a transmissibilidade e a capacidade de armazenamento de água.

O Sítio é de grande importância geomorfológica, geológica e hidrológica, uma vez que a constituição e constante transformação do relevo ruíniforme, a fonte de água mineral presente no local e o fato de estar situado em terrenos da Formação Cabeças, atrai a atenção de pesquisadores e acadêmicos devido à sua importância no contexto geológico/geomorfológico/hidrológico da região e como consequência até mesmo da Bacia do Parnaíba. Estudos detalhados desse sítio ajudam a compreender a evolução geológica, geomorfológica e hidrológica da região, a história da deposição sedimentar e os processos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos associados.



Figura 7: Sítio da Geodiversidade Alpes o Buriti.
Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2023).

2.4. Sítio da Geodiversidade Morro da Cruz

O Morro da Cruz (Figura 8) é uma geoforma residual localizada no centro do município de Dom Expedito Lopes, que tem sido utilizado para fins de peregrinação. Desde a década de 1950, uma cruz foi instalada no local, e recentemente, uma imagem de Santo Expedito e uma capela foram construídas no topo do morro, atraindo muitas pessoas, inclusive de outros municípios. Uma missa campal é realizada no dia 19 de abril, dia de Santo Expedito, o que atrai um grande número de peregrinos para o local. Normalmente, o local é visitado por turistas para registros fotográficos e apreciação de uma vista panorâmica do centro da cidade e arredores. Além disso, na parte inferior, na lateral voltada para o povoado Pequis, há o registro de pinturas rupestres, conferindo ao sítio valor científico, educacional e cultural. Embora ainda não utilizado, o sítio tem potencialidade para a prática de esportes, como rapel.

Essa geoforma erosional assume a forma de uma meseta com estratificação horizontal, atingindo uma altitude de 205 metros. É composta por arenitos da Formação Cabeças. O Morro da Cruz está situado em uma área pública, de fácil acesso por meio de uma estrada pavimentada e ruas calçadas. É uma geoforma panorâmica que proporciona uma vista parcial da cidade de Dom Expedito Lopes e da área circundante de depressões. Quanto ao seu estado de conservação, pode-se dizer que é moderado, uma vez que são registradas pichações e desgaste natural no local.



Figura 8: Sítio da Geodiversidade Morro da Cruz.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2023).

2.5. Sítio da Geodiversidade Furna da Quitéria

A Furna da Quitéria (Figura 9) é um abrigo sob rochas localizado na zona rural do município de Dom Expedito Lopes, em uma propriedade particular no povoado Baixa Grande. Com aproximadamente 50 metros de largura, 20 metros de altura e 100 metros de comprimento, essa caverna é acessada por meio de uma trilha na Caatinga. No seu interior, encontram-se dezenas de figuras rupestres da tradição agreste, sendo também cercada por lendas relacionadas ao período da escravidão no país. Embora parte do seu interior esteja soterrada, a abertura frontal possibilita a prática do rapel.



Figura 9: Sítio da Geodiversidade Furna da Quitéria

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2023).

No entanto, é importante destacar que a Furna da Quitéria apresenta sinais de degradação, com pichações sendo encontradas no seu interior, além do desgaste natural ao longo do tempo. Além disso, a visibilidade no local é moderada, devido ao avanço da vegetação em direção à entrada da caverna e à baixa luminosidade em seu interior. Apesar de estar situada em uma propriedade particular, o acesso à caverna é possível por meio de uma trilha, proporcionando uma experiência acessível, porém moderada em termos de dificuldade. A presença das figuras rupestres da tradição agreste e as lendas que envolvem o local adicionam valor cultural e histórico à Furna da Quitéria.

Além disso, esse sítio é de grande importância geológica, notadamente no que se refere ao estudo de seus processos erosivos, permitindo a investigação das ações dos variados tipos de intemperismo e os seus resultados. Cita-se ainda a importância biológica do sítio, uma vez que seu interior abriga organismos adaptados às condições de pouca luz e alta umidade. Cita-se ainda a biodiversidade presente, caracterizada por espécies vegetais e animais típicos da caatinga. Essa biodiversidade contribui

para a conservação da flora e fauna local e desempenha um papel importante na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas na região.

2.6. Sítio da Geodiversidade Sucavão

O Cânion do Sucavão (Figura 10), situado no município piauiense de Paquetá, é um pequeno cânion em formação, escavado nas rochas areníticas da Formação Cabeças, pela força das águas pluviais. Se encontra a poucos quilômetros da área urbana, estando localizado em uma propriedade privada. O acesso até lá é moderadamente fácil, através de uma estrada vicinal e trilhas na região da Caatinga. Ao observar atentamente, é possível admirar os processos geomorfológicos que estão constantemente moldando e transformando esse sítio.



Figura 10: Sítio da Geodiversidade Sucavão
Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2017).

Preservado em sua maior parte e livre de danos causados pela intervenção humana, esse Sítio da Geodiversidade exibe sinais mínimos de deterioração. Com base em seus usos atuais e seu potencial, é considerado um local de grande valor estético e turístico. Os visitantes, sejam eles do próprio município ou de municípios vizinhos, utilizam o local para acampar em áreas onde se encontram poços de tamanhos variados, além de desfrutar das piscinas naturais, como o conhecido Poço do Jacaré.

Embora possa beneficiar-se de mais pesquisas, o Cânion do Sucavão possui um valor científico considerável e potencial didático. Sua beleza cênica impressionante atrai constantemente moradores locais e visitantes da região, especialmente durante o período chuvoso, quando pequenas cachoeiras surgem no local.

2.7. Sítio da Geodiversidade Afloramento de Diabásio

No povoado de Fátima do Piauí, localizado a 13 Km a noroeste de Picos, próximo à rodovia BR 316 (na altura do km 295), encontra-se um interessante afloramento de diabásio (Figura 11) na forma de diques e "sills" (Vidal, 2003). Em anos anteriores, essa área foi utilizada para a produção manual de paralelepípedos. No entanto, com a instalação de mineradoras a alguns quilômetros de distância, no extremo oposto do povoado, o local encontra-se atualmente sem uso aparente.

Acredita-se que esse afloramento de diabásio possa ser explorado de forma didática, especialmente em aulas de geologia e geografia, proporcionando um significativo valor científico e educacional, tornando-se uma ferramenta valiosa no ensino e aprendizado, oferecendo uma abordagem prática e concreta para o estudo dessas disciplinas científicas, haja vista sua composição e características geológicas serem passíveis de serem estudadas e analisadas, contribuindo para o conhecimento dos alunos.



Figura 11: Sítio da Geodiversidade Afloramento de Diabásio.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2017).

Sua proximidade com a rodovia facilita o deslocamento, no entanto, torna a visita ao Sítio da Geodiversidade arriscada para estudantes, pesquisadores e entusiastas da geologia e da geomorfologia. Uma das vantagens desse local é a excelente visibilidade proporcionada pela ausência de obstáculos que possam impedir a observação detalhada do sítio e dos processos geológicos e geomorfológicos presentes. Um exemplo notável é a ocorrência da esfoliação esferoidal, um fenômeno que pode ser facilmente estudado e compreendido nessa área.

No entanto, em relação ao estado de conservação, é importante ressaltar que o afloramento apresenta um nível moderado de preservação. Além do desgaste natural ao longo do tempo, é lamentável constatar a presença de pichações, que prejudicam a estética do local e comprometem a integridade das rochas. Medidas de conscientização e conservação são necessárias para mitigar esses impactos negativos e preservar adequadamente esse importante patrimônio geológico.

Apesar dos desafios de conservação, o afloramento de diabásio em Fátima do Piauí continua a ser uma valiosa oportunidade de aprendizado. Sua acessibilidade, visibilidade e a presença de processos geológicos interessantes o tornam um local ideal para estudos práticos e observações de campo, permitindo aos estudantes explorar e compreender melhor os fenômenos geológicos que moldam nosso planeta. É fundamental promover a valorização desse local, incentivando a consciência ambiental e o respeito pela importância científica e estética do afloramento de diabásio.

2.8. Sítio da Geodiversidade Afloramento da Formação Pimenteiras

O sítio da Geodiversidade em apreço (Figura 12), trata-se de um corte no relevo que expõem camadas de deposição da Formação Pimenteiras sobre a Formação Cabeças, com presença de icnofósseis de ambiente nerítico.

De acordo com Santos e Carvalho (2004), a Formação Cabeças foi inicialmente estabelecida para descrever os afloramentos de arenitos localizados na borda leste da bacia do Parnaíba. Essa formação foi subdividida em três membros distintos, denominados Passagem, Oeiras e Ipiranga. A cidade de Dom Expedito Lopes, anteriormente conhecida como Cabeças, foi escolhida como a localização representativa (seção-tipo) dessa formação.

Segundo Vidal (2003, p.43), a Formação Cabeças é formada por “[...] uma sequência de níveis de arenitos de granulação fina, média e grosseira, por vezes conglomerática, de coloração amarela, esbranquiçada e cinza [...] intercalados por finos níveis de siltitos e folhelhos de coloração cinza, amarronzada e avermelhada”

A Formação Pimenteira é conhecida por abrigar uma rica diversidade de fósseis. A existência de fósseis nessa área amplia significativamente sua importância e enriquece os estudos relacionados à geodiversidade, pois esses registros fornecem evidências valiosas sobre a evolução histórica da região e do planeta como um todo.

Desta maneira, conforme Agostinho *et al.* (2012), infere-se na Formação Pimenteiras um paleoambiente de plataforma rasa e de planície de maré, disposto a tempestades e favorável à preservação fóssilífera.



Figura 12: Sítio da Geodiversidade Afloramento da Formação Pimenteiras.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2018).

A Formação Pimenteiras foi inicialmente designada em 1913 para descrever camadas de folhelhos e siltitos de coloração cinza-arroxeadas, que afloram nas proximidades da cidade de Fronteiras, no Piauí. Posteriormente, em 1967, ela foi incorporada ao Grupo Canindé (Agostinho *et al.*, 2012).

Segundo as pesquisas de Della Favera (1990), citadas por Agostinho *et al.* (2012, p.120), a Formação Pimenteiras é composta por espessas camadas de folhelhos de tonalidade cinza-escuro a preto. Essas camadas retratam um ambiente nerítico de plataforma dominado por tempestades, que depositaram finas camadas de arenito de granulação muito fina. Essa formação é datada do Devoniano.

Portanto, com base nas conclusões de Agostinho *et al.* (2012), pode-se inferir que a Formação Pimenteiras representa um paleoambiente de plataforma rasa e planície de maré, sujeito a tempestades e favorável à preservação de fósseis. Essas características indicam que essa formação geológica oferece um potencial significativo para o estudo de registros fósseis, permitindo uma melhor compreensão do ambiente e da vida marinha que existiram na região durante esse período.

O referido Sítio da Geodiversidade está localizado em uma propriedade pública, às margens da BR 316, na entrada do município de Picos, sentido Teresina-Picos. Possui excelente acessibilidade e visibilidade, sendo facilmente possível chegar ao local e observar as características do sítio, as linhas de estratificações e os processos atuantes. Apesar de estar em uma Área de Proteção Permanente, na prática, não há conservação do local, sendo utilizado para retirada de aterro para a construção civil.

2.9. Sítio da Geodiversidade Minas de Mármore

O geossítio em questão (Figura 13) está localizado na fazenda Quixaba, no município de Pio IX - PI, a 16 quilômetros a sudeste da sede municipal. Trata-se de uma mina de extração de mármore para cantaria. Moço (1981) define cantaria como sendo materiais rochosos passíveis de adquirir lustro pelo polimento e são utilizados como material para revestimento, pisos, moldura, mobiliário e escultura.

De acordo com Moço (1981) as atividades de exploração comercial no geossítio tiveram início ainda na década de 1970, mas não obtiveram muito sucesso, em razão das dificuldades de acesso a área e das impurezas e fraturamento das camadas mais superficiais. Atualmente a prospecção é realizada pela empresa Granistone, que possui sede administrativa na cidade de Fortaleza – CE .



Figura 13: Geossítio Minas de Mármore.
Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2023).

O mármore da fazenda Quixaba apresenta uma variação na cor que reflete um controle geotectônico, na porção norte predomina o mármore puro (branco) e na porção sul ocorrem rochas silcáticas escuras. Além disso, o corpo de mármore apresenta descontinuidades físicas, com quatro sistemas de fraturamento; dois deles são verticais e com forte mergulho para SE ou NW, são de origem tectônica; dois deles são de origem intempéricas, ligados a evolução geomorfológica da área (Moço, 1981).

O sítio da geodiversidade está localizado em uma propriedade privada, com boa acessibilidade, realizada por estrada carroçável em bom estado de conservação. Trata-se de uma lavra de exploração ativa, que permite boa visibilidade das principais características do corpo de mármore, por ser uma mina a céu aberto.

Quanto à quantificação dos sítios objetos desse estudo, a mesma encontra-se sintetizada na tabela II. Na quantificação, foram avaliados Valor Científico (A), Risco de Degradação (B), Potencial Valor Educativo e Potencial Valor Turístico (C). No Valor Científico foram avaliados os critérios: A1) Representatividade, A2) Local-Tipo, A3) Conhecimento Científico, A4) Integridade, A5) Diversidade geológica, A6) Raridade, A7) Limitações de Uso. No Risco de Degradação avaliou-se: B1) Deterioração dos conteúdos geológicos, B2) Proximidade a zonas degradadoras, B3) Proteção Legal, B4) Acessibilidade, B5) Densidade Demográfica.

Os critérios avaliados nos Potenciais Valores Educativo e Turístico foram: C1) Vulnerabilidade, C2) Acessibilidade, C3) Limitações de Uso, C4) Segurança, C5) Logística, C6) Densidade Demográfica, C7) Associação com outros valores, C8) Beleza Cênica, C9) Singularidade, C10) Condições de Observação, C11) Potencial Didático, C12) Diversidade Geológica, C13) Potencial para Divulgação, C14) Nível Econômico, C15) Proximidade a Zonas Recreativas, organizados conforme se observa na tabela 2.

Tabela II: Resultados da quantificação.

Geossítios	Valor Científico (A)								Risco de Degradação (B)								
	1	2	3	4	5	6	7	VC	1	2	3	4	5	RD			
Furna do Guilherme	4	0	0	4	1	4	4	285	1	2	4	1	1	180			
Açude de Bocaina	2	0	0	4	1	2	4	195	1	4	4	4	1	265			
Alpes o Buriti	2	0	2	4	1	1	2	170	1	4	3	4	1	245			
Morro da Cruz	2	0	2	4	1	1	4	190	1	4	4	2	1	235			
Furna da Quitéria	1	0	2	1	1	1	2	95	3	3	3	1	1	250			
Sucavão	1	0	2	4	1	2	2	155	1	1	4	1	1	160			
Afloramento de diabásio	2	0	2	1	1	2	2	140	4	4	2	4	2	340			
Aflor. F. Pimenteiros	2	0	2	1	1	2	4	160	4	4	2	4	2	340			
Minas de Mármore	2	0	2	4	1	2	2	185	3	4	3	2	1	285			
Geossítios	Potencial Valor Educativo (C)												Pot. Valor Turístico (C)				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PVE	13	14	15	PVT
Furna do Guilherme	3	1	3	2	2	1	1	1	2	3	4	1	230	3	1	1	180
Açude de Bocaina	3	4	4	2	3	1	1	1	1	4	3	2	265	3	1	4	235
Alpes o Buriti	3	4	2	2	4	1	1	0	1	4	3	2	255	3	1	3	210
Morro da Cruz	3	2	4	3	4	1	1	0	1	4	3	1	245	3	1	4	215
Furna da Quitéria	3	1	2	2	3	1	1	0	1	2	2	1	170	3	1	3	165
Sucavão	4	1	2	2	3	1	1	0	1	4	3	1	220	4	1	1	185
Afloramento de diabásio	1	4	2	2	4	2	3	0	1	4	2	1	220	3	1	2	200
Aflor. F. Pimenteiros	1	4	4	2	4	2	4	0	1	4	3	2	265	4	1	4	235
Minas de Mármore	2	2	2	4	4	1	1	1	1	4	4	2	270	4	1	3	225

Legenda: VC (Valor Científico); RD (Risco de Degradação); PVE (Potencial Valor educativo); PVT (Potencial Valor Turístico).

Fonte: Organização dos autores (2023).

Em relação ao Valor Científico (A), os sítios obtiveram notas comuns em: A2) Local Tipo, por nenhum se enquadrar como área de exposição (ou testemunho de sondagem ou mina) que constitui uma parte essencial do estabelecimento de uma unidade estratigráfica formal; e A5) Diversidade geológica, em razão da existência de apenas 1 ou 2 tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica em cada local.

Nos demais critérios, notas comuns também foram frequentes: em A1) Representatividade, obtiveram nota 1 (Furna da Quitéria e Sucavão), em razão de ilustrarem apenas razoavelmente elementos ou processos a eles associados e nota 2 (a maior parte dos sítios), por serem um bom exemplo para ilustrar os elementos ou processos. O único sítio a apresentar uma nota 4 foi a Furna do Guilherme, por ser o melhor exemplo, atualmente conhecido, na área de trabalho, para ilustrar elementos ou processos relacionados com a temática em questão, pois trata-se de um exemplo raro de caverna em arenito

Em A3), alguns sítios ora não pontuaram, ora obtiveram nota 2, em razão da existência ou não de artigos em livros e revistas científicas nacionais diretamente relacionadas com a categoria temática em questão.

Em A4), as notas foram 4, quando os elementos geológicos estão muito bem preservados, e 1, quando os sítios apresentam problemas de preservação e os principais elementos geológicos estão alterados ou modificados.

Em A6), a maior parte apresentou nota 2, por existirem, na área de estudo, de 2 a 3 exemplos de locais semelhantes representando a categoria temática em questão. Outros obtiveram nota 1, quando passa a existirem de 4 a 5 exemplos desses locais, e o único com nota 4 foi a Furna do Guilherme por ser a única caverna em arenito na região.

O critério A7) oscilou de 2 a 4, quando da necessidade de ultrapassar barreiras e limitações (autorização, barreiras físicas, etc) para realizar amostragem ou atividade de campo no sítio ou, quando inexistente essa necessidade.

Quanto ao Risco de Degradação (B), as notas em cada critério foram bastante díspares, motivo pelo qual se analisará apenas aquelas que mais influenciaram no valor final.

Os critérios que mais influenciaram no alto Risco de Degradação dos locais em estudo foram B2), proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação, pois a maior parte dos sítios estão a menos de 100 metros de áreas/atividades potencialmente degradantes; B3) Proteção legal, visto que parte significativa dos sítios estão em áreas sem proteção legal e sem controle de acesso, ou no máximo com um ou outro desses itens, e B4) Acessibilidade, em razão da proximidade a estradas asfaltadas e com local para estacionamento de veículos.

São exemplo de sítios com essas características, e que por isso obtiveram o mais alto Risco de Degradação, os Afloramentos de diabásio e da Formação Pimenteiras. Esses sítios ainda pontuaram distintamente no Critério B5), pois são os únicos localizados em município com mais de 100 hab/km².

Os menores Riscos de Degradação foram apresentados pelo Sítio da Geodiversidade Sucavão e pelo Geossítio Furna do Guilherme, posto a reduzida possibilidade de deterioração dos elementos geológicos (Critério B1), estarem situados a uma maior distância de áreas/atividades com potencial para causar degradação (B2), por não possuírem acesso direto por estrada (B4), e estarem em municípios com baixa densidade demográfica (B5).

Do mesmo modo que no RD, nos Potenciais Valores Educativo e Turístico também serão analisados apenas os critérios que mais influenciaram no valor final. Neste sentido, colaboraram para valorar esses critérios: a baixa vulnerabilidade dos elementos geológicos à destruição por atividades antrópicas (C1), uma vez que a maioria desses sítios, quando apresentam vulnerabilidade, esta se refere apenas aos elementos geológicos secundários, havendo apenas dois sítios com possibilidade de deterioração de todos os seus elementos.

Além disso, há a facilidade de acesso (C2), visto que a maioria dos sítios está a menos de 100 metros de estradas asfaltadas e com estacionamento. A logística (C5) também é considerada, uma vez que a maioria dos sítios está a menos de 15 Km de restaurantes e alojamentos capazes de acomodar grupos de 50 pessoas.

Outros critérios incluem as boas condições de observação dos elementos geológicos (C10), o potencial didático (C11), uma vez que a maioria dos sítios em estudo possuem elementos que são ensinados em escolas a partir do ensino básico, e o potencial para divulgação (C13), devido ao fato de os sítios possuírem elementos que requerem apenas conhecimentos básicos para o entendimento dos processos geológicos que ali ocorrem, ou que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público.

Valores baixos e semelhantes são observados em C6, C7, C8, C9, C12 e C14, os quais referem-se respectivamente à baixa densidade demográfica dos municípios onde estão esses sítios; a menor relação com valores ecológicos ou culturais, próximos; ao pouco ou não uso em campanhas turísticas, mostrando os aspectos geológicos desses locais; a existência de aspectos comuns nas várias regiões do país; a baixa diversidade de elementos da geodiversidade e ao baixo nível econômico, estando localizados em municípios com IDH abaixo do verificado no estado. Ressalta-se que todos os sítios em apreço apresentam o PVE maior que o PVT.

Quanto à prioridade de proteção, nenhum sítio apresenta urgência à proteção a longo prazo. Em relação à proteção devido a atividades científicas, todos os 9 locais requerem ser protegidos a médio prazo. No tocante à proteção global, apenas o sítio Afloramento da Formação Pimenteiras apresenta urgência a curto prazo, do mesmo modo, devido a atividades didáticas e a atividades turísticas. Os sítios Afloramento de Diabásio e Minas de Mármore requerem urgência a curto prazo em relação a atividades didáticas.

O aplicativo Geossit, estruturado originalmente segundo as metodologias de Brilha (2005) e Garcia-Cortés e Urquí (2009), passou posteriormente a adotar a metodologia

e conceitos de Brilha (2016), com adaptações no que se refere ao conceito de geossítio (adotado apenas para os locais de valor científico). A análise dos resultados evidencia que dos locais do Território do Vale do Rio Guaribas inventariados e quantificados nessa pesquisa, há apenas um geossítio (Furna do Guilherme) e oito sítios da geodiversidade com relevância científica, mas principalmente educativa e turística, de abrangência nacional, em sua maioria, posto apenas a Furna da Quitéria enquadrar-se como de relevância regional/local. Mostra ainda que a maior parte desses locais apresentam risco de degradação moderado e a ausência de urgência para proteção a curto prazo.

Conclusões

A inventariação e quantificação permitiu avaliar o valor científico, risco de degradação, potencial valor educativo e turístico e as prioridades de proteção de 9 sítios no TDVRG. Os resultados expressam especial destaque para o potencial educativo e turístico dos sítios da geodiversidade, o que os tornam excelentes ferramentas para a educação geopatrimonial e prática do geoturismo, o que poderá fomentar desenvolvimento sustentável na área. Entre os sítios avaliados a Furna do Guilherme merece destaque pelo seu valor científico (285 pontos), o que a enquadra na categoria de Geossítio de Relevância Nacional.

Conflito de Interesses

Os autores declaram que não têm qualquer conflito de interesse relativo a este artigo.

Bibliografia

- Andrade Júnior, A, Bastos, E., Silva, E., Rodrigues, B., Melo, F., Nogueira, C., & Leal, C. (2004). Água subterrânea no semi-árido piauiense. *In Anais da Reunião Nordestina de Botânica*, 27, Petrolina.
- Agostinho, S., Batista, Z. V., Barros, C. L., Gomes, C. R., & Santos, C. A. (2012). Icnofósseis Devonianos da Formação Pimenteira, estado do Piauí e suas aplicações paleoambientais e paleogeográficas. *Estudos e Pesquisas (UFPE)*, 22(1).
- Araújo, E. L. S. (2005). *Geoturismo: conceitualização, implementação e exemplo de aplicação no Vale do Rio Douro no setor Porto Pinhão*. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho, Braga.
- Borba, A. W. (2011). 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*, 38(1), 03-13. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.23832>
- Borba, A. W., Nascimento, M. A. L., & Melo, J. P. (2018). A geoconservação no contexto da Rede Global de Geoparques. *In Vieira, A.; Figueiró, A.; Cunha, L.; Steinke, V. (Orgs.). Geopatrimônio – geoconhecimento, geoconservação e geoturismo: experiências em Portugal e na América Latina* (pp. 105-115). Guimarães: CEGOT-UMinho.
- BRASIL. (2019). *Banco do Nordeste do Brasil: Informações Socioeconômicas Território Vale do Guaribas*. Fortaleza: BNB. Disponível em 09/09/2020 em:

<https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5242186/PI+-+Vale+do+Guaribas+-+2019.pdf/b65c8af6-02d5-ec8f-4a6a-f66203eee414>

- Brilha, J. (2016). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8(2), 119-134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Brilha, J. (2005). *Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Braga: Palimage.
- Campelo, R. C.(1999). *Análise de terrenos na porção setentrional da Província Borborema, NE Brasil: Integração de dados geológicos e gravimétricos*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- CEPRO. Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. (2018). *O Índice de Vulnerabilidade Social no Piauí por Territórios de Desenvolvimento*. Teresina, Fundação CEPRO.
- CEPRO. Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. (2016). *IDH dos municípios do Piauí por Territórios de Desenvolvimento*. Teresina, Fundação CEPRO.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. (2004). *Carta Geológica do Brasil ao milionésimo: Folha SB24 – Jaguaribe. Escala 1: 1.000.000*. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Serviço Geológico do Brasil, Brasília/DF – Brasil.
- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. (2023). *Geossit - Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade*. Disponível em 01/02/2023 em: <https://www.cprm.gov.br/geossit/geossitios>.
- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. (2006). *Mapa Geodiversidade Brasil: Escala 1:2.500.000*. Ministério das Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Serviço Geológico do Brasil. Brasília/DF-Brasil.
- Cury, J. (2019). *Açudes do Piauí operam só com 30 % da capacidade e agrava abastecimento*. Disponível em 20/10/2019 em: <https://cidadeverde.com/noticias/170139/acudes-do-piaui-operam-so-com-30-da-capacidade-e-agrava-abastecimento>.
- Eberhard, R. (1997). *Pattern and Process: Towards a Regional Approach to National Estate Assessment of Geodiversity*. Canberra: Australian Heritage Comm.
- Franco, A. R. (2014). *Etnocartografia e análise dos valores da geodiversidade com comunidades tradicionais de artesãos em pedra-sabão da região do Quadrilátero Ferrífero — Minas Gerais*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte.
- Figueiró, A. S. (2022). A educação para a paisagem no contexto dos 8 Gs: uma visão holística do patrimônio territorial. In Neves, C.S.B. (Org.) *Geografia e Ensino: dimensões teóricas e práticas* (pp. 1-17), 3. Ponta Grossa - PR: Atena.
- Garcia-Cortés, A., & Urquí, L. C. (2009). *Documento metodológico para la elaboración del inventario Español de lugares de interés geológico (IELIG)*. Madri: Instituto Geológico y Minero de España, v. 11. 2009.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*. Londres: John Wiley & Sons Ltd.

- Gray, M. (2013). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2 end Ed. Chichester: John Wiley & Sons.
- Gray, M. (2022). Geodiversity and the ecosystem approach. *Parks Stewardship Forum*, 38(1), 39-45. <https://doi.org/10.5070/P538156117>
- Godoy, L. H. (2013). Potencial Geoparque de Uberaba (MG): geodiversidade e geoconservação. *Soc. & Nat.*, 25(2), 395-410. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/17831>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). *Estimativa de população. Tabela 6579 População residente estimada em 27/08/2020*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em 11/09/2020 em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Área Territorial Oficial*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em 10/09/2020 em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. (2020). *Gráficos Climatológicos*. Disponível em 21/09/2020 em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>
- Kozłowski, S. (2004). Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52 (8/2), 833-837, Disponível em 01/06/2021 em: https://www.pgi.gov.pl/images/stories/przegląd/pdf/pg_2004_08_2_22a.pdf
- Lima, I. M. M. F., & Augustin, C. H. R. R. (2010). O Relevo do espaço piauiense: aspectos de sua estruturação e evolução. In *Anais do VIII SINAGEO – Simpósio Nacional de Geomorfologia, III Encontro Latino Americano de Geomorfologia, I Encontro Íbero-Americano de Geomorfologia, I Encontro Íbero-Americano do Quaternário*. Recife: Universidade Federal do Pernambuco.
- Lorenci, C. T. B. (2013). *Geoturismo: uma ferramenta auxiliar na interpretação e preservação do patrimônio geopaleontológico da região central do Rio Grande do Sul*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Meira, S. A. (2016). *“Pedras que Cantam”: O Patrimônio Geológico do Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.
- Menezes, L. B. (2012). *Mapeamento geológico e aspectos tipológicos das ocorrências de cobre da porção oeste da Bacia Eo-Paleozóica do Cococi – CE*. Fortaleza. Trabalho de conclusão de curso (graduação), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Moço, M. F. (1981). *Prospecção de mármore para cantaria em Quixaba, Município de Pio IX.PI*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Nascimento, M. A. L., Taveira, M. S., Silva, M. L. N., & Medeiros, J. L. (2022). *Geoparques: Diretrizes para o desenvolvimento dos pilares estruturantes dos geoparques: Patrimônio Geológico, Gestão, Visibilidade e Trabalho em Rede*. Ministério do Turismo (Documento Técnico).
- Nieto, L. M. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*. 112 (2).

- Pereira, S. L. B., Nascimento, M. do S., & Rodrigues, J. V. de S. (2017). *Compatibilização entre territórios de desenvolvimento e instâncias de gestão regionais*. Teresina: Fundação CEPRO.
- Santos, M. E. C. M., & Carvalho, M. S. S. (2004). *Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís: 1-226*. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB, CPRM: Rio de Janeiro.
- Serrano, E. C., & Ruiz-Flaño, P. (2007). Geodiversidad: Concepto, evaluación y aplicación territorial: el caso de Tiernes Caracena (Soria). *B. Asoc. Geogr. Esp.*, 45, 79-98. Disponível em: <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/640>
- Sharples, C. (1993). *A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for conservation purposes*. Forestry Commission Tasmania.
- Sharples, C. (2002). *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service.
- Stanley, M. (2004). Geodiversity – linking people, landscapes and their culture. In Parkes, M. A. (Ed.). *Natural and cultural landscapes – The Geological Foundation* (pp. 47-52). Dublin, Royal Irish Academy.
- Stanley, M. (2000). Geodiversity. *Earth Heritage*, 14, 15-18.
- Vidal, C. L. R. (2003). *Disponibilidade e gerenciamento sustentável do Aquífero Serra Grande no município de Picos – Piauí*. Tese de doutoramento Universidade de São Paulo, São Paulo.

Artigo recebido em / Received on: 02/12/2023

Artigo aceite para publicação em / Accepted for publication on: 31/12/2023

Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente

<https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/index>

Página intencionalmente deixada em branco