



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

FRANCISCO DAS CHAGAS DA SILVA MARTINS

GEOPATRIMÔNIO: a relevância dos geossítios em Pedro II, Piauí.

TERESINA

2025

FRANCISCO DAS CHAGAS DA SILVA MARTINS

GEOPATRIMÔNIO: a relevância dos geossítios em Pedro II, Piauí.

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Gestão Ambiental do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes.

TERESINA

2025

GEOPATRIMÔNIO: a relevância dos geossítios em Pedro II, Piauí.

Francisco das Chagas da Silva Martins¹
Érico Rodrigues Gomes²

RESUMO

A valorização crescente do geopatrimônio tem impulsionado estratégias de desenvolvimento territorial sustentável, especialmente sob as diretrizes dos Geoparques Globais da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. No estado do Piauí, embora a geodiversidade seja reconhecidamente rica, a produção científica regional sobre a temática ainda é limitada, uma vez que apenas poucos estudos sobre geodiversidade, dentre os desenvolvidos no Brasil, foram defendidos no estado. Nesse contexto, este trabalho objetivou diagnosticar e inventariar os geossítios localizados na área urbana e no entorno imediato de Pedro II–PI, para além de investigar os principais problemas ambientais e a relevância dos geossítios na socioeconomia da região, de modo a contribuir para a conservação do geopatrimônio local. A pesquisa fundamentou-se nas abordagens de levantamento bibliográfico, trabalhos de campo e na aplicação do inventário sistemático proposto por Brilha (2005, 2016). Os resultados permitiram a caracterização de quatro geossítios: Muro da Entrada, associado ao magmatismo da Central Atlantic Magmatic Province; Pirapora, marcado pela ocorrência de nascentes e icnofósseis devonianos da espécie *Cosmorhappe lobata*; Mirante da Santa, caracterizado por juntas colunares; e Garimpo do Boi Morto, relacionado à gênese hidrotermal de opalas. Concluiu-se, portanto, que embora os geossítios apresentem elevado valor científico, cultural e socioeconômico, a pressão antrópica associada à disposição inadequada de resíduos, ao lançamento de efluentes domésticos e à exploração mineral sem mitigação compromete a integridade ambiental e os recursos hídricos locais. Esse cenário é agravado pela limitada capacidade institucional dos órgãos governamentais para a fiscalização, decorrente do esvaziamento de agências federais e estaduais desde a década de mil novecentos e noventa, e pela ausência de projetos municipais de revitalização. Evidencia-se a necessidade urgente de ações integradas de geoconservação, planejamento territorial e fortalecimento de políticas públicas para consolidar o desenvolvimento sustentável em Pedro II.

Palavras-chave: geodiversidade; geoturismo; geoconservação; opala.

ABSTRACT

The growing appreciation of geoscientific heritage has driven sustainable territorial development strategies, especially under the guidelines of Global Geoparks of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. In the state of Piauí, although geodiversity is recognized as rich, regional scientific production on the subject is still limited, as only a few studies on geodiversity, among those developed in Brazil, have been defended in the state. In this context, this study aimed to diagnose and inventory the geosites located in the urban area and immediate surroundings of Pedro II–PI, in addition to investigating the main environmental problems and the relevance of the geosites to the region's socioeconomics, contributing to the conservation of local geoscientific heritage. The research was based on

¹Graduando em Gestão Ambiental Instituto Federal do Piauí. E-mail: fraancos1966@gmail.com

²Doutor em Geografia (UNESP), docente do Instituto Federal de Educação do Piauí (IFPI). E-mail: erico.gomes@ifpi.edu.br

bibliographic surveys, fieldwork, and the application of the systematic inventory proposed by Brilha (2005, 2016). The results allowed the characterization of four geosites: Muro da Entrada, associated with magmatism of the Central Atlantic Magmatic Province; Pirapora, marked by the occurrence of springs and Devonian trace fossils of the species *Cosmorhapha lobata*; Mirante da Santa, characterized by columnar jointing; and Garimpo do Boi Morto, related to the hydrothermal genesis of opals. It was concluded, therefore, that although the geosites present high scientific, cultural, and socioeconomic value, anthropic pressure associated with inadequate waste disposal, domestic effluent discharge, and mineral exploration without mitigation compromises environmental integrity and local water resources. This scenario is aggravated by the limited institutional capacity of government agencies for inspection, resulting from the emptying of federal and state agencies since the 1990s, and by the absence of municipal revitalization projects. The urgent need for integrated geoconservation actions, territorial planning, and the strengthening of public policies to consolidate sustainable development in Pedro II is evident.

Keywords: geodiversity; geotourism; geoconservation; opal.

Data de aprovação: 04/12/2025.

1 INTRODUÇÃO

A crescente valorização do geopatrimônio tem impulsionado estudos sobre geossítios em diferentes regiões do Brasil, posto que a geodiversidade brasileira é amplamente reconhecida como uma das mais ricas do mundo. Devido à sua vasta extensão territorial, essa riqueza geológica abrange desde a Amazônia até a Caatinga, o Cerrado e a Mata Atlântica, configurando um verdadeiro mosaico de elementos naturais. Tamanha diversidade não apenas reforça a importância do Brasil para estudos geocientíficos, mas também fundamenta o potencial para o desenvolvimento de geoparques e estratégias de geoconservação, que contribuem para o desenvolvimento territorial sustentável e para a valorização ambiental (Falcão Sobrinho *et al.*, 2020).

Nesse ínterim, o patrimônio geológico constitui um importante instrumento de fortalecimento da piauiensidade, com destaque para o Cânion do Viana, em Bom Jesus; a Serra da Capivara, na região de São Raimundo Nonato; a Capadócia Nordestina, em São José do Piauí; além do Cânion do Poti, em Buriti dos Montes; Sete Cidades, em Brasileira; e o Delta do Parnaíba, em Parnaíba. Adicionalmente, têm-se as opalas preciosas de Pedro II, associadas a um rico conjunto de geossítios que despertam encanto e profunda admiração, embora ainda sejam pouco conhecidos.

Complementarmente, o município de Pedro II possui uma grande quantidade de geossítios que influenciam diretamente a cultura e a economia local, especialmente por meio

da mineração, extração e comercialização da opala, atividades que também fomentam o turismo. Entretanto, tais atividades acarretam impactos como modificação da paisagem, degradação do solo e deterioração do patrimônio arqueológico, apesar da ampliação das discussões e iniciativas voltadas à incorporação da dimensão ambiental nesses setores, com vistas à minimização

Não obstante, verifica-se uma ausência de pesquisas sobre a temática, posto que, até 2021, apenas três estudos sobre geodiversidade, dentre 209 desenvolvidos no Brasil, foram defendidos no Piauí (Oliveira *et al.*, 2024). Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo central diagnosticar os geossítios do município de Pedro II, ampliando o conhecimento ambiental da população e evidenciando a importância desses elementos para a conservação do geopatrimônio local. Para tal, estabelecem-se como objetivos específicos: identificar e descrever os geossítios presentes no município; investigar os principais problemas ambientais que os afetam; e realçar sua relevância socioeconômica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GEODIVERSIDADE, GEOCONSERVAÇÃO E A RELEVÂNCIA SOCIOECONÔMICA DOS GEOSSÍTIOS DE PEDRO II

Entende-se que a geodiversidade compreende a variedade de elementos, processos e sistemas geológicos, geomorfológicos e pedológicos que constituem o arcabouço abiótico da Terra, incluindo minerais, rochas, fósseis, formas do relevo, solos e os processos responsáveis pela sua dinâmica que, por sua vez, permite não só condições de existência de seres vivos como as de sua perpetuação (Gray, 2004, 2013). Por conseguinte, pode-se concluir que a geodiversidade também engloba todo o chão que pisamos, além das mais variadas alterações que estes meios sofreram ao longo dos séculos (Oliveira *et al.*, 2024).

Posto isto, os geossítios correspondem a ocorrências geológicas, expostas ou não na superfície terrestre. Essas ocorrências podem incluir afloramentos rochosos, quedas d'água, áreas montanhosas, cavernas, dentre outras feições geológicas de valor significativo. Além do mais, as ocorrências *in situ* de partes da geodiversidade que possuem alto valor científico, em conjunto com as correspondentes ocorrências *ex situ* (coleções de museu), constituem o patrimônio geológico disserta o Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2025).

Contudo, de acordo com o Geoparque Quarta da Colônia (2025) os geossítios possui uma definição mais holística, considerando os geossítios como áreas geograficamente bem delimitadas, mas que abrigam não só formações geológicas de elevado valor científico, mas

também de valor estético, ecológico, turístico, cultural e educativo. Outrossim, o estado do Piauí vem ganhando cada vez mais destaque mediante sua vasta e rica geodiversidade posto que, grande parcela do seu território incluindo o litoral, abriga formações geológicas únicas (Silva *et al.*, 2022).

Nesse ínterim, o município de Pedro II vem se destacando nos últimos anos no desenvolvimento e geoturismo, especialmente na porção norte. Entretanto, a rudimentar atividade garimpeira de extração de opala é prática existente há décadas. As opalas, além de rara beleza, apresentam alta resistência às mudanças de temperatura e maior dureza, o que as coloca em destaque no mercado internacional. Para organizar e fortalecer a cadeia produtiva local, foi criado o Arranjo Produtivo Local (APL), que envolve desde a extração até a comercialização de joias (Lima & Guerra, 2020; SGB, 2024).

Portanto, a geoconservação surge como um ramo das Geociências que trata para da identificação, conservação e promoção da geodiversidade, além do patrimônio geológico, uso sustentável por meio da educação e do geoturismo. Podendo ser entendida como o conjunto de ações que são direcionadas a conservação do patrimônio abiótico do planeta. Em outras palavras a geoconservação está fundamentada no princípio da sustentabilidade ambiental visando à preservação da geodiversidade, compreendida como a variedade de elementos abióticos, incluindo os aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos (Cañizares *et al.*, 2024).

2.1.1 Geopatrimônio no Contexto de Pedro II

A priori, o conceito de geopatrimônio passa a emergir a partir da década de 1990 na área das Geociências, mediante a necessidade de desenvolver estratégias de conservação mais focadas nos elementos abióticos do planeta. Diante disto, a definição de geopatrimônio trata-se do conjunto de toda diversidade geológica que apresenta valor científico, cultural, social e até mesmo econômico. Em outras palavras, geopatrimônio engloba toda uma diversidade de categorias bem como o patrimônio geológico, patrimônio geomorfológico, patrimônio mineralógico, patrimônio hidrológico, patrimônio pedológico, dentre outros, sendo assim, o conceito busca conservar o patrimônio geológico (Guimarães *et al.*, 2022).

O Brasil possui uma vasta geodiversidade em toda sua imensidão territorial, só o semiárido, que, de acordo com o Instituto Nacional do Semiárido ocupa 12% do território nacional, possui diversas características singulares. Marcado por uma condição climática que lhe propicia um sistemático quadro geoambiental diverso. Caracterizado não só pela

irregularidade pluviométrica e secas recorrentes como também pelo embasamento Cristalino de limitações hidrogeológicas que historicamente engendram uma complexa relação com a sociedade (Souza *et al.*, 2022)

Entretanto, o município de Pedro II localizado no Piauí, encontra-se a leste da Bacia Sedimentar do Parnaíba na qual se destaca a cuesta regional da Ibiapaba, formada por camadas paleozoicas com mergulho suave para oeste. Alinhado a isto, a região apresenta intrusões magmáticas de composição básica, da Formação Sardinha, relacionadas a eventos magmáticos mesozoicos que reativaram estruturas tectônicas regionais, como o Lineamento Transbrasiliano (Lima & Guerra, 2020).

Além do mais, a região abriga diversos atrativos turísticos de significativa importância socioeconômica, onde destacam-se os mirantes da Santa e do Gritador e as cachoeiras do Salto Liso e Urubu Rei, além das cavernas e rochas areníticas, como a Furna do Lauro e a Caverna do Morcego, o garimpo e a mina de opala do Boi Morto. À vista de tais aspectos, à região dispõe de um valor científico e econômico relevante, destacando seu potencial para o geoturismo (Gomes, 2015).

Por fim, torna-se evidente que o geopatrimônio exerce grande influência não apenas na economia, mas também na cultura local, integrando-se constantemente à geodiversidade e às manifestações culturais. Dentre essas manifestações, destacam-se o artesanato e os eventos tradicionais, que fortalecem a identidade do município e promovem o turismo sustentável. Além disso, a divulgação e o reconhecimento do geopatrimônio ampliam a consciência ambiental e cultural da população, favorecendo o desenvolvimento socioeconômico aliado à preservação do ambiente natural (Silva *et al.*, 2025).

2.1.1.1 Geopatrimônio Como Instrumento de Educação Ambiental

Quando se compreende o geopatrimônio como o conjunto de toda diversidade geológica que apresenta valor científico, cultural, social e econômico (Guimarães *et al.*, 2022), pode-se definir que a denominação possui potencial enquanto instrumento de Educação Ambiental. Tal afirmação parte do pressuposto de que a Educação Ambiental se baseia na transmissão de conhecimento para promover ações voltadas à sustentabilidade. Por conseguinte, essa abordagem visa capacitar indivíduos a compreenderem as relações socioambientais e atuarem de forma crítica e transformadora na realidade local ou global, por meio do entendimento do termo e de sua importância no contexto ambiental ao qual estão inseridos (Aguilera, 2024).

Outrossim, visitas técnicas aos geossítios que abrigam o geopatrimônio em Pedro II, Piauí, podem ser fundamentais para a promoção da educação ambiental, pois permitem que estudantes, pesquisadores e comunidade local tenham contato direto com os geossítios, facilitando a compreensão dos processos geológicos e da importância de sua conservação. Tais experiências in loco favorecem a sensibilização ambiental ao possibilitar a observação das características geológicas únicas da região, como as formações de opala e os relevos associados à Bacia do Parnaíba, fortalecendo o vínculo afetivo e cognitivo com o território (Silva & Baptista, 2023).

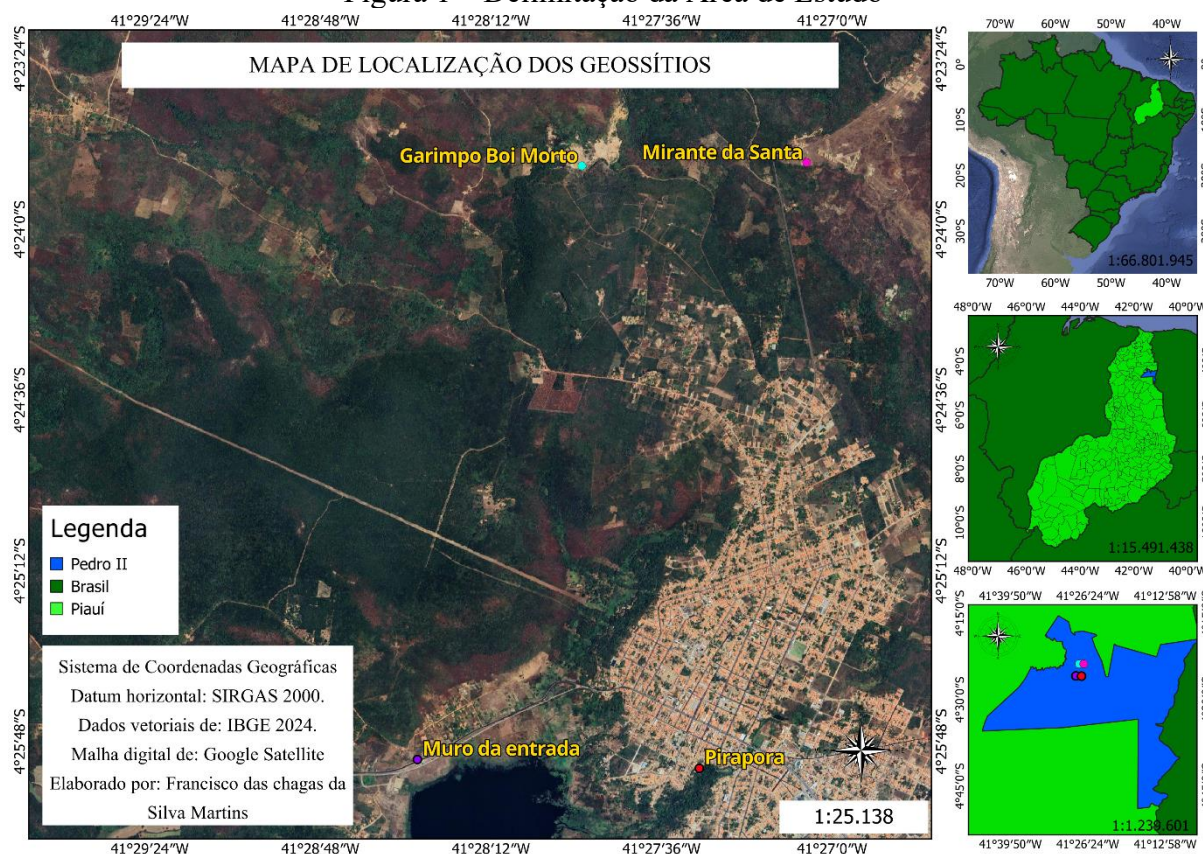
Silva & Baptista (2023) destacam que, além das visitas técnicas, existem outros meios relevantes para promover a educação ambiental, como a elaboração de melhores roteiros geoturísticos e o uso de geotecnologias em oficinas educativas. Assim, roteiros que conectam os principais geossítios facilitam o acesso e o conhecimento do público, enquanto recursos como aplicativos móveis e mapas interativos ampliam o alcance das ações, tornando o aprendizado mais dinâmico e acessível. Oficinas e palestras em parceria com escolas e instituições locais também são estratégias eficazes para disseminar informações sobre o geopatrimônio e incentivar práticas sustentáveis que valorizem e conservem as áreas geológicas da região.

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Pedro II localiza-se a 208 km da capital do estado do Piauí, Teresina, sendo mais precisamente na porção nordeste do estado. A mesma faz parte da Serra dos Matões e é privilegiada com um clima ameno que varia de 16° a 28°. A cidade, popularmente conhecida como Terra da Opala, está georreferenciada na coordenada: latitude 04°25'29" sul e a longitude 41°27'31" oeste, conforme a Prefeitura Municipal de Pedro II (2014). Além disso o Governo do Estado do Piauí (2025) informa que a cidade pode chegar a 729 metros acima do nível do mar no Morro do Gritador. Para mais, os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025) apontam que a cidade de Pedro II tem uma densidade demográfica de 24,54 de habitantes por km², sendo uma população geral de 39.039 pessoas. No entanto, delimita-se como foco deste estudo, os geossítios da área urbana e entorno imediato conforme evidencia a Figura 1.

Figura 1 – Delimitação da Área de Estudo



Fonte: Autor (2025).

No entorno da área de estudo, localizam-se o garimpo e mina de opala do Boi Morto; garimpo de opala do Crispim; garimpos de arenitos (como rocha ornamental) nas localidades Pilões, Canto da Vargem e Palmeira; diversos garimpos de arenitos, com retirada de blocos para alicerces de edificações. Além do mais, localiza-se também no centro da área de estudos a Serra dos Matões que está inserida na unidade de conservação federal Área de Preservação Ambiental da Serra da Ibiapaba (APA da Ibiapaba), constituindo o divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Poti e Longá. Sua base geológica, sustentada principalmente pelos arenitos da Formação Cabeça (Gomes, 2015).

3.2 METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico e cartográfico com o propósito de reconhecer as metodologias aplicadas por outros autores e, assim, assegurar o rigor científico necessário ao inventário dos geossítios. Essa etapa também possibilitou o identificar os geossítios. Portanto, foram analisados mapas geológicos, relatórios técnicos, teses, dissertações e artigos científicos revisados por pares como Sachs *et al.* (2015), Gomes (2015),

Gomes (2011) e Gray (2004, 2013), fundamentais para compreender quais geossítios já haviam sido inventariados na região e identificar aqueles ainda não catalogados.

Com base neste levantamento preliminar, foram selecionados os principais geossítios que apresentaram valores científicos, educativos e turísticos mais expressivos dentro da área delimitada. Para a caracterização dos geossítios, adotou-se a abordagem sistemática proposta por Brilha (2005, 2016) que por sua vez é utilizada pela UNESCO na seleção de seus geoparques. Ela reduzir o grau de subjetividade na descrição e garantir padronização na avaliação. Assim, durante o trabalho de campo, cada geossítio potencial foi avaliado qualitativamente segundo os seguintes critérios:

(i) Representatividade: Este que refere-se à adequação do geossítio para ilustrar um processo ou característica geológica que traz uma contribuição significativa para a compreensão do tópico, processo, característica ou estrutura geológica. (ii) Integridade: relacionada ao estado de conservação atual do geossítio, levando em conta tanto os processos naturais quanto as ações humanas. (iii) Raridade: número de geossítios na área de estudo que apresentam características geológicas semelhantes. (iv) Conhecimento científico: baseado na existência de dados científicos já publicados sobre o geossítio.

A caracterização final de cada geossítio contemplou os seguintes dados: Nome do geossítio; Localização geográfica; Proprietário (público ou privado); Proteção legal (se houver); Acessibilidade; Fragilidade e vulnerabilidade; Descrição geológica; Características geológicas mais notáveis que justificam a necessidade de considerar a ocorrência como um geossítio; Estrutura geológica (quando aplicável); Eventuais limitações ao seu uso científico (necessidade de permissão para amostragem, restrições de acesso sazonais devido a neve, secas, marés, etc.).

Para a investigação dos problemas ambientais associados aos geossítios, adotou-se a abordagem de observação direta em campo. A coleta de dados ocorreu por meio de uma visita à área de estudo, nas quais foram observadas alterações na paisagem, presença de resíduos sólidos, processos erosivos e outros impactos ambientais visíveis. O registro dos problemas ambientais foi realizado mediante anotações em diário de campo e registros fotográficos, possibilitando a organização, análise e interpretação das informações, contribuindo para a compreensão da dinâmica ambiental e dos impactos antrópicos presentes na área analisada.

Nesse interim, a próxima etapa consistiu em um mergulho na dimensão socioeconômica por meio da consulta e análise de registros públicos para além de artigos sobre a temática. Por fim, com esse panorama completo, todas as imagens e dados coletados em campo foram inseridas em tabelas identificando e descrevendo cada aspecto analisado, sendo utilizada como

principal ferramenta para tal o Microsoft Word. Posteriormente, algumas medidas de mitigação aos problemas ambientais analisados foram propostas com o objetivo final de utilizar o geopatrimônio como instrumento de educação ambiental.

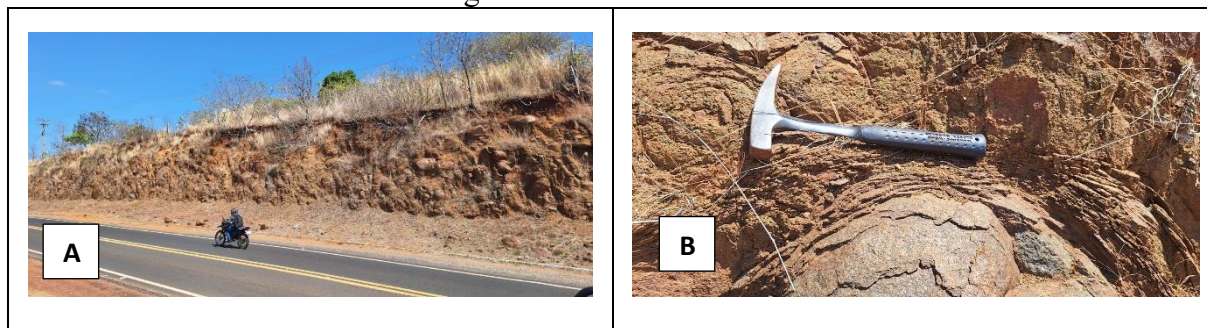
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 GEOSSÍTIO 1: MURO DA ENTRADA

Durante a evolução geológica do Brasil, em especial na região Nordeste, ocorreram diversos episódios de atividade vulcânica relacionados à Província Magmática do Atlântico Central (*Central Atlantic Magmatic Province – CAMP*). Esse evento ígneo de grande magnitude teve início quando os territórios da América do Sul, África e parte da América do Norte ainda estavam unidos no Supercontinente Gondwana e manteve-se ativo de forma intensa durante os estágios iniciais da fragmentação continental. A CAMP é reconhecida como uma das maiores províncias ígneas da história geológica da Terra, ocorrida há aproximadamente 200 milhões de anos, no limite entre o Triássico e o Jurássico, marcando o início da abertura do Oceano Atlântico com a fragmentação do supercontinente Pangeia (Youbi, 2017).

As rochas do geossítio Muro da Chegada, em Pedro II (Figura 2), portanto, são correlacionadas com as formações basálticas associadas à CAMP. No entanto, constitui-se mais especificamente de diabásio e gabro, rochas de composição química equivalente à do basalto, porém, formadas em diferentes condições de resfriamento do magma, em subsuperfície. Nesse ínterim, a mineralogia e textura sugerem cristalização a cerca de 2 km de profundidade.

Figura 2 – Muro da entrada



A- Vista geral do corte expondo afloramentos de diabásio. B- Detalhe do processo de intemperismo químico atuando sobre o diabásio, com exfoliação esferoidal, resultando na formação de matacões.

Fonte: Autor (2025).

A idade de cristalização do corpo magmático foi determinada com precisão em amostra de diabásio da Formação Mosquito, coletada no Garimpo da Roça, por meio de datação U-Pb em zircão. O resultado do *Concordia Age* obtido é de 203 Ma, o que a posiciona

cronologicamente no intervalo do Triássico Superior - Jurássico Inferior e a com idade de compatível com o magmatismo da CAMP. Logo, esse registro geológico representa a intrusão de soleiras e diques máficos durante o rifteamento inicial do Gondwana (Sachs *et al.*, 2015).

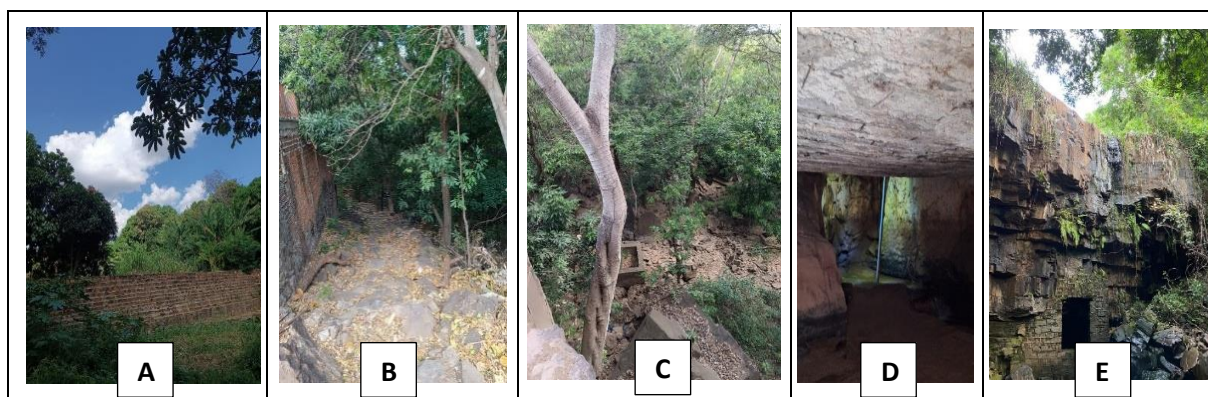
Do ponto de vista ecológico, a região está inserida no domínio da Caatinga, caracterizado por vegetação xeromórfica adaptada à sazonalidade climática, com períodos de estiagem. No contexto local, predominam ecossistemas rupestres associados às formações rochosas do geossítio, nos quais a flora desenvolve estratégias específicas para resistir à alta insolação, solos rasos e baixa disponibilidade hídrica. Entre as espécies mais comuns estão xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), bromeliáceas rupícolas e arbustos de pequeno porte. Esse ambiente fornece abrigo para répteis, como lagartos e serpentes fossoriais (incluindo a cobra-cega, *Epictia borapeliotes*), e pequenos mamíferos que utilizam cavidades rochosas como refúgio.

Contudo, apesar de sofrer processos naturais de intemperismo físico e químico, o Muro da Entrada apresenta um notável grau de conservação, não apresentando nenhuma intervenção antrópica. Porém, a região possuía uma ausência de medidas formais de proteção, soma-se a isto a localizado em área de fácil acesso, na entrada da cidade, tornando sua vulnerabilidade elevada frente a potenciais degradações decorrentes da ação humana. Por fim, torna-se claro que através do ecoturismo, principal potencial de uso para geossítio, é possível transmitir saberes geológicos ao dissertar sobre as características geológicas, ecológicas e processos históricos.

4.1.2 Geossítio 2: Pirapora

Localizado há 500 metros do centro comercial da cidade de Pedro II, o Parque Municipal do Pirapora (Figura 3) fora criado pelo decreto municipal nº 129, no dia 05 de junho de 2001, e apresenta uma vegetação exuberantemente rústica e densa (Coutinho, 2014), além de ser classificada à luz da Lei nº 12.651/2012 do Código Florestal como Área de Preservação Permanente (APP), inserida em uma Unidade de Conservação com área de 11,161 hectares. Ademais, a região é rodeada por três bairros: Santo Antônio, Pirapora e São Francisco. Dentro do parque estão duas nascentes principais: a do Pinga e a do Pirapora, ambas vitais para a hidrografia local e a recarga hídrica do açude Joana, usado para o abastecimento da população residente na zona urbana do município. Há ainda uma cachoeira de aproximadamente 10 metros de altura e uma caverna em arenito, acrescenta Gomes (2015).

Figura 3 – Caracterização do Pirapora



A- Barragem construída no topo do Parque. B- Entrada Principal do Parque. C- Visão do Parque, acima da cachoeira. D- Nascente Pirapora dentro da construção que a protege. E- Nascente do Pinga e a entrada da caverna, popularmente tida como casa da sereia do Pirapora.

Fonte: Autor (2025).

Ainda segundo Gomes (2015) a zona urbana da cidade de Pedro II, em termos geológicos, está nos domínios dos arenitos da Formação Cabeças, sendo uma área de recarga do aquífero homônimo. No perfil geológico da região, logo abaixo das camadas de rochas sedimentares encontra-se uma soleira de diabásio, com até 170 metros de espessura, de acordo com dados de poços tubulares perfurados na região. O topo dessa soleira aparece exposto em alguns pontos: em áreas de solos saprolíticos, nas antigas cavas do garimpo da Barra, também na margem direita do Açude Joana identificados na descrição do geossítio 1. Sendo assim, é justamente na zona de contato entre essas duas litologias, o arenito e a soleira de diabásio, que se encontram diversas nascentes identificadas dentro da área urbana de Pedro II.

A nascente do Pinga recebe este nome em função do gotejar constante de suas águas, e localiza-se na base de uma escarpa associada a uma falha geológica com aproximadamente 40 metros de extensão e orientação predominante NNW-SSE. O desnível estrutural proporciona a formação de uma cachoeira com cerca de 10 metros de altura. No entorno, observa-se a construção de um muro em blocos decimétricos de arenito silicificado, no qual havia uma grade metálica, ambos criados com o intuito restringir o acesso a uma caverna que abriga a nascente, sendo esta, a origem do riacho Pirapora, denominação local atribuída ao leito do rio Corrente. Posteriormente, em função do crescimento urbano, esse curso d'água foi represado pelo Açude Joana, cujo barramento localiza-se a aproximadamente 2 km a jusante, com o objetivo de assegurar o abastecimento de água da população residente na zona urbana de Pedro II.

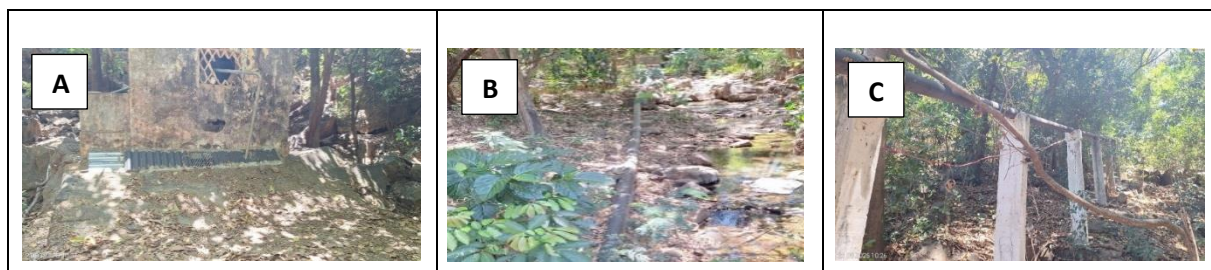
O Pirapora foi durante mais de 100 anos, palco de recreação, banho, lazer, fonte de água potável e renda, sendo envolto em mistérios e lendas, como a Sereia do Pirapora. Segundo Gentirana (2015), a origem do registro da primeira e única lenda do geossítio remonta à década

de 1980, quando o local era o principal ponto de abastecimento de água e convívio da população de Pedro II. Nesse cenário, vivia Helena, uma jovem de espírito sensível e curioso, habituada a buscar diariamente água na nascente conhecida como “Pinga do Pirapora”. Em suas idas ao local, a moça teria se encantado por um enigmático pássaro de pernas coloridas, cuja presença lhe despertava fascínio e afeição. Movida por esse sentimento, Helena desobedeceu aos pais em uma Sexta-Feira Santa, ignorando o costume religioso de não trabalhar em dia sagrado, e foi ao Pirapora.

Logo, Helena ao ver o pássaro refletido na água, acreditou que ele estivesse se afogando e correu para salvá-lo, mas acabou escorregando, batendo a cabeça e morrendo afogada; sem perceber que a imagem que via era apenas o reflexo do pássaro que estava no galho de uma majestosa árvore, localizada acima do poço. Após o trágico desaparecimento, o corpo de Helena jamais foi encontrado, e o lugar passou a ser envolto em mistério e encantamento. Moradores relatam que, nas noites de lua cheia, ouve-se uma melodia suave misturando a voz de uma jovem ao canto de um pássaro, ecoando sobre as águas do Pirapora.

Ademais, a segunda nascente conhecida como a nascente do Pirapora, é a principal da região em função de sua grande vazão, está situada cerca de 20 metros a jusante da nascente do Pinga. A surgência ocorre a partir de fraturas nos arenitos da Formação Cabeças. Ao seu redor, foi edificada uma grande caixa de concreto para “proteção” e armazenamento da água, além de uma casa de bomba que envia água para um chafariz público municipal. E é justamente dessa edificação que sai uma grande tubulação (Figura 4) estendendo-se por aproximadamente 70 metros, paralelamente ao canal fluvial, até uma segunda edificação, que tem a função de armazenar a água, por onde ocorria o bombeamento para o sistema de abastecimento da AGESPISA, como consta Gomes (2015) e, foi assim por muitas décadas até o dia 16 de maio deste ano, quando, de acordo com Souza (2025), a empresa Águas do Piauí assumiu os serviços de água e esgoto de mais de 42 cidades do estado do Piauí, incluindo Pedro II.

Figura 4 – Sistema de coleta de água no Pirapora



A- Estrutura que protege e capta água da nascente. B- Tubulação que leva a água até a estação elevatória. C- Estação elevatória.

Fonte: Autor (2025).

No tocante aos traços ecológicos do geossítio, o estado do Piauí apresenta expressiva diversidade de espécies vegetais nativas, adaptadas aos biomas Cerrado, Caatinga e às áreas de transição entre esses domínios. Na área do Pirapora, essa diversidade é representada por espécies de relevante importância ecológica, como a Bombacácea (*Bombax ceiba*), árvore de médio a grande porte, comum no município, caracterizada por copa concentrada no ápice, presença frequente de raízes tabulares e comportamento decíduo durante o período de estiagem. Seus frutos do tipo cápsula lenhosa liberam sementes pequenas e escuras, envoltas por fibras sedosas semelhantes ao algodão, mecanismo que favorece a dispersão pelo vento e caracteriza a anemocoria.

De maneira associada à dinâmica ecológica local, observa-se a ocorrência de espécies que desempenham funções essenciais para a manutenção da biodiversidade, a exemplo do ipê-amarelo (*Handroanthus albus*), que contribui para a recomposição da vegetação e oferece abrigo a aves e insetos, e das orquídeas (*Oeceoclades maculata*), encontradas sobre troncos de árvores e superfícies rochosas. Essas espécies possuem elevado valor ecológico, uma vez que muitas dependem de polinizadores específicos, como abelhas, fortalecendo as interações ecológicas e o equilíbrio dos ecossistemas presentes na área do geossítio.

Em continuidade, destacam-se espécies arbóreas amplamente distribuídas na área, como o jatobá (*Hymenaea courbaril*), árvore de grande porte e madeira resistente, cujos frutos ricos em nutrientes servem de alimento tanto para a fauna quanto para a população local. Essa espécie contribui para a fertilidade do solo, para o sombreamento natural e para o aumento da resiliência da vegetação nativa. Soma-se a esse conjunto a mata-fome (*Combretum leprosum*), cujas flores atraem abelhas e outros polinizadores, além de apresentar uso tradicional pela população em práticas fitoterápicas, sendo intensamente visitada por animais que se alimentam de seus frutos e flores.

Por sua vez, o tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) configura-se como uma árvore de grande porte, com copa ampla, nativa do Brasil e amplamente distribuída nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. Sua flora é composta por flores pequenas e esbranquiçadas, com numerosos estames evidentes, organizadas em inflorescências globosas dispostas nos ápices dos ramos. Essa espécie reforça a importância ecológica e paisagística do geossítio, contribuindo para a estrutura da vegetação e para a diversidade biológica associada ao ambiente. A ocorrência e as características dessas espécies encontram-se documentadas no conjunto de registros apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Registros ecológicos, flora.



A- Ipê. B- Algodão da bombacácea. C- Orquídea. D- Fruto Tamboril. E- Bombacácea.

Fonte: Autor (2025).

No Pirapora foram encontrados diversos registros de icnofósseis de anelídeos marinhos (Figura 6), correspondentes a vermes segmentados que habitaram profundos, de ambiente nerítico, durante o Período Devoniano, há cerca de 390 a 360 milhões de anos, integrando a Formação Cabeças, (Santos & Carvalho, 2004). Essa formação registra um importante episódio de transgressão marinha que submergiu parte do norte do Piauí sob águas epicontinentais, propiciando um ambiente calmo e bem oxigenado favorável à vida de invertebrados como anelídeos, braquiópodes e trilobitas. O registro fossilífero de Pirapora, por conseguinte, confirma a influência marinha devoniana na região e destaca a relevância paleontológica de Pedro II para o entendimento da evolução sedimentar e biológica da Bacia do Parnaíba, tendo sido identificado, em específico, a espécie *Cosmorhappe lobata*.

Figura 6 – Registros paleontológicos, icnofósseis de anelídeos marinhos.



Fonte: Autor (2025).

Não obstante, a expressiva diversidade de elementos paleontológicos, geológicos e biológicos, que confere elevada relevância científica, ecológica e cultural ao local, o parque

municipal vem sofrendo impactos ambientais significativos. Entretanto, observa-se o aporte contínuo de esgoto doméstico proveniente de residências do entorno, bem como o acúmulo de resíduos sólidos, especialmente plásticos, sacolas e embalagens diversas, dispersos no interior do geossítio. Ademais, foram identificados vestígios de queima desses resíduos, evidenciando a ocorrência de práticas inadequadas de descarte e incineração de lixo no próprio local. Ainda assim, suas características ambientais, geológicas, paleontológicas e culturais permanecem fundamentais para a compreensão dos ecossistemas locais e da dinâmica natural e histórica do município de Pedro II.

Figura 7 – Impactos ambientais no Pirapora



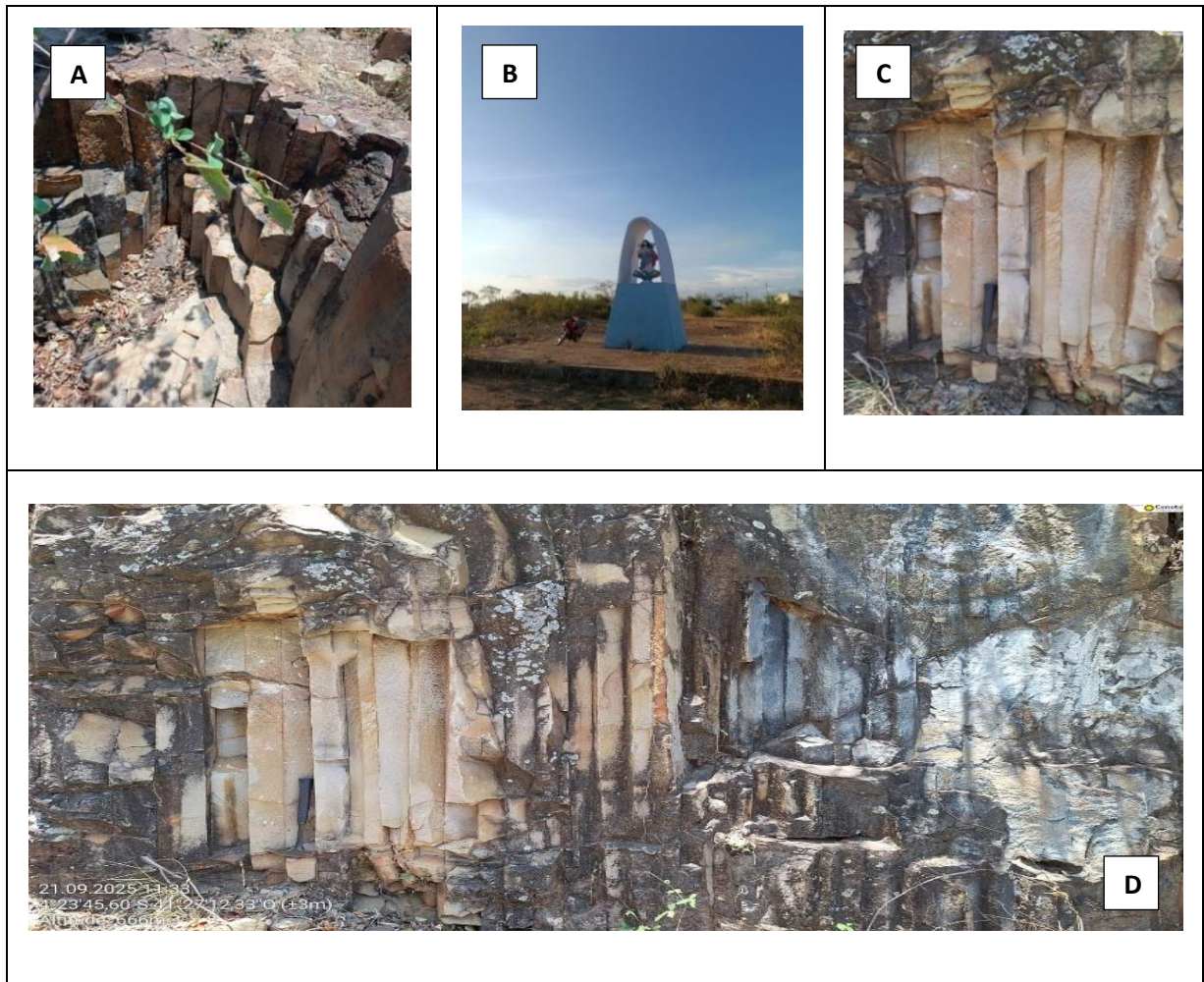
A- Conjunto habitacional as margens do parque. B- Efluente do o junto habitacional em contato com a água. C- Resíduos próximo a nascente do pinga. D- Resíduos próximos a nascente do Pirapora. E- Queima de resíduos dentro do parque.

Fonte: Autor (2025).

4.3 GEOSSÍTIO 3: MIRANTE DA SANTA

O mirante da santa trata-se de um observatório cujo monumento de Nossa Senhora Da Conceição dá nome ao local (Figura 8). Esta, fora construída pelo então prefeito Nogueira Filho no ano de 2002. A Estátua de nossa senhora da conceição conta, ainda, com 3 anjinhos sob seu vestido simbolizando a glória celestial e pureza, para mais, logo em frente ao monumento encontra-se o mirante, sendo possível visualizar a cidade e parte da ladeira da serra. Percorre ainda, de igual modo, formações de juntas colunares por todo o entorno.

Figura 8 – Caracterização da Santa



A- Juntas colunares em formato poligonal e hexagonal. B- Estátua da nossa senhora da Conceição. C e D- Juntas colunares no paredão.

Fonte: Autor (2025).

Apesar deste geossítio apresentar as mesmas características ecológicas do geossítio 1 (Muro da entrada) mediante as condições do ambiente, o processo de diaclasamento colunar ou junta colunar é um processo único na região que por sua vez é caracterizado por fraturas subverticais que se organizam em padrões poligonais, predominantemente hexagonais. Tais estruturas formam-se quando o magma, ainda quente, começa a perder calor para o ambiente, provocando tensões internas que excedem sua resistência à tração, dando origem a fraturas regulares. De acordo com Grossenbacher & McDuffie (1995), o diâmetro e a regularidade das colunas estão diretamente relacionados à taxa de resfriamento, pois fluxos que esfriam mais lentamente tendem a formar colunas maiores, enquanto resfriamentos rápidos geram colunas mais finas e irregulares.

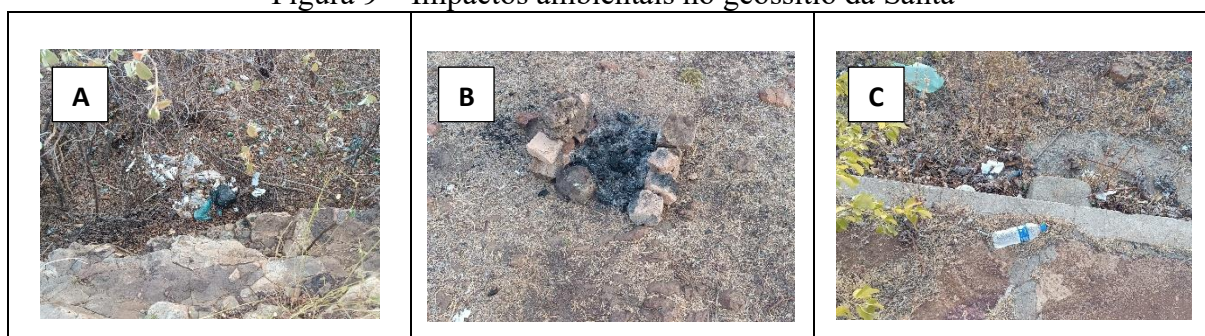
No entanto, foi Lamur *et al.*, (2018) que acrescentaram informações fundamentais acerca da temperatura exata de formação dessas estruturas por meio de experimentos termomecânicos realizados em basaltos da Islândia, determinando assim, que a formação inicial

das juntas ocorre em um intervalo de temperatura entre aproximadamente 890 °C e 840 °C, com a lava já solidificada, mas ainda submetida a elevadas temperaturas, demonstrando que as juntas colunares se originam no estado sólido, por contração térmica.

Lamur *et al.*, (2018) ainda dissertam sobre o fato de que à medida que o sistema continua a perder calor, as fraturas se ampliam e tornam-se vias de circulação para fluidos hidrotermais. Contudo, essa infiltração, iniciada em temperaturas inferiores a 400 °C, intensifica o resfriamento por meio de trocas térmicas advectivas, isto é, pela circulação de água e vapor através das fissuras, ou seja, não apenas aceleram o resfriamento do corpo basáltico, como também promovem a precipitação de minerais secundários.

Contudo, o geossítio possui muitas evidências de resíduos sólidos ao redor do monumento da Santa, demonstrando que ao ir para observar o mirante as pessoas levam itens como vinho, embalagens de comida e água e despejam no local. Também foram registrados vestígios de fogueiras, mesmo em períodos de seca. Essas ocorrências encontram-se registradas e ilustradas na Figura 9, que evidencia os impactos das atividades antrópicas sobre a área.

Figura 9 – Impactos ambientais no geossítio da Santa



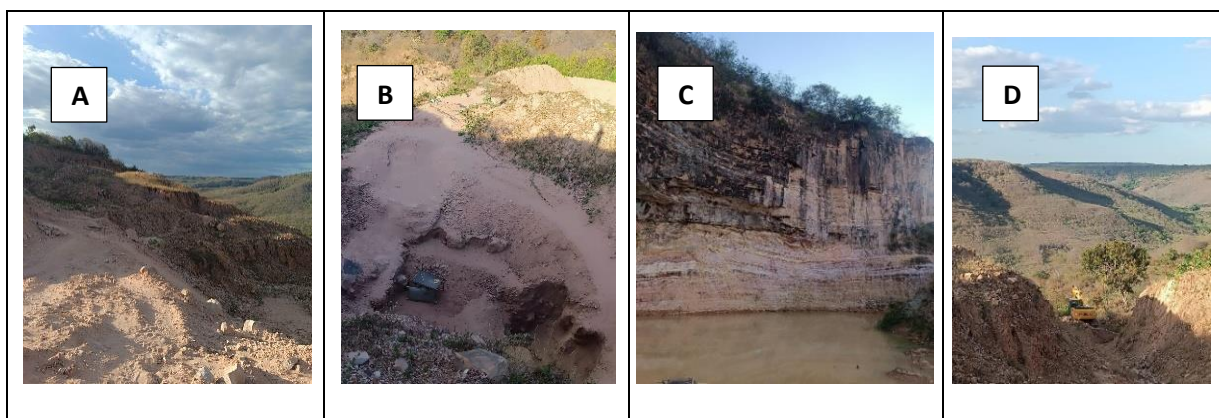
A- Resíduos presentes no geossítio. B- Resquícios de fogueiras. C- Resíduos na base da estátua.
Fonte: Autor (2025).

4.4 GEOSSÍTIO 4: BOI MORTO

O Geossítio da Mina e Garimpo do Boi Morto (Figura 10) é a principal e histórica área de extração da Opala na região de Pedro II. Seu processo de formação se deu, de acordo com Gomes *et al.*, (2022) durante a fragmentação da Pangeia. O ambiente de sua formação trata-se de um ambiente hidrotermal originado pela reativação do Lineamento Transbrasiliiano e pela intrusão de magmas básicos (diabásios) na Formação Cabeças. Nesse contexto, o calor do magma aqueceu a água presente nos poros do arenito, gerando células de convecção de fluidos que dissolveram a sílica dos grãos de quartzo do arenito e da porção superior do diabásio.

À medida que o sistema esfriou, a solução rica em sílica tornou-se supersaturada e precipitou a sílica como opala, calcedônia e quartzo, preenchendo fraturas e cavidades entre o arenito e o diabásio. Mediante a raridade da formação das opalas, este garimpo se tornou um importante local de interesse do turismo geológico, econômico e cultural. Complementarmente, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (2025) ressalta a singularidade do minério, e destaca o fato de que o local é objeto de estudos internacionais, em parceria com o *Gemological Institute of America* (GIA) que busca traçar o "DNA" das opalas, evidenciando a relevância do local, a nível global.

Figura 10 – Garimpo do Boi Morto



A- Visão geral do garimpo. B- Cava de mineração. C- Rochas sedimentares e nascente. D- Vista geral da área com atividade garimpeira.

Fonte: Autor (2025).

Neste geossítio, atualmente a mina está inativa enquanto o garimpo encontra-se ativa. Do ponto de vista socioeconômico, ele é essencial para a economia de Pedro II, movimentando com fornecimento de opala, a cadeia produtiva da gema desde a extração, lapidação, joalheria a comercialização. Conferindo ao local um valor cultural e econômico inegável inteiramente ligada à história e à identidade da comunidade garimpeira (Gomes, 2011). Entretanto, a acessibilidade ao local só é possível por uma estrada rural sem revestimento, sem uma infraestrutura para visitação pública (Carvalho, 2015).

O estado de conservação do geossítio é classifica-se como parcialmente recuperado, onde a maior parte da área de bota fora do rejeito foi revegetado, mostrando um atual estágio de clímax ambiental, enquanto outra área, com atividade ativa dos garimpeiros, encontra-se degradada, com intenso processo erosivo, formando ravinas e voçorocas. As atividades de mineração em pequena escala que ocorrem na região envolvem a remoção da cobertura vegetal

secundária, o decapeamento do terreno até o nível onde se encontram as opalas e a escavação e peneiramento do rejeito com o objetivo de separação das opalas.

Nesse contexto, tais intervenções acarretam impactos como erosão, afloramento de lençol freático e assoreamento de recursos hídricos. Por conseguinte, estas intervenções impactam diretamente a estabilidade ambiental e geomorfológica do local. A remoção da cobertura vegetal, por exemplo, expõe o solo à erosão pluvial e resulta na destruição do habitat da fauna, levando à sua dispersão. Adicionalmente, o decapeamento do solo provoca a alteração da topografia do terreno, implicando na modificação da paisagem com evidente impacto visual (Freitas *et al.*, 2016)

Embora assim como o geossítio 3 (Mirante da santa), o geossítio 4 (Boi morto) apresente as mesmas características relativas a fauna e flora que o geossítio 1 (Muro da entrada) o valor ecológico deste geossítio ainda está diretamente ligado à influência da mineração sobre os ecossistemas locais, apresentando como impactos negativos a flora, fauna, solo e recursos hídricos. Verificou-se, contudo uma ausência de ações voltadas para a mitigação dos impactos ambientais nos garimpos Boi Morto, Roça e Mamoeiro, o que potencializa o processo de erosão hídrica. Além disso, o Projeto Cooperativo em Rede de APL da Opala apresentou falta de metas específicas para a mitigação de impactos e recuperação de áreas degradadas, continuam Freitas, Gomes & Aquino (2016) Também há uma limitação na capacidade institucional dos órgãos governamentais para fiscalização, sendo este um dos fatores que intensifica a informalidade no setor de garimpo e pequenas minas.

Essa capacidade foi reduzida, em parte, devido ao esvaziamento dos órgãos ligados à mineração e às agências federais e estaduais de meio ambiente a partir do início dos anos 1990, no entanto, as políticas públicas voltadas a ao Arranjo Produtivo Local da opala (APLs) vem demonstrando um potencial significativo para melhorar o desempenho de pequenos garimpos e minas de gemas no Brasil. (Milanez & Oliveira, 2007). Os resultados foram evidenciados principalmente em 2023 quando o Arranjo Produtivo Local (APL) da Opala de Pedro II, conquistou o 2º lugar nacional no Prêmio Melhores Práticas em APL de Base Mineral. (Prefeitura Municipal De Pedro II, 2023). Além disso, estima-se que somente a mineração e extração de opala movimentou cerca de R\$ 3 milhões em 2015 (Souza *et al.*, 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante ao diagnóstico evidencia-se que a área de estudo possui um elevado valor científico, cultural e econômico, notadamente também devido aos registros geológicos e, por

consequência, constitui uma relevância vitalícia e intrínseca ao município e sua população. Entretanto, a investigação dos problemas ambientais evidenciou uma tensão crítica entre a importância socioeconômica do geopatrimônio (particularmente o APL da Opala) e a fragilidade ambiental decorrente da ação antrópica. Os impactos observados, como a disposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes domésticos no Geossítio do Pirapora e no Geossítio da Santa junto da exploração mineral sem mitigação de impactos no Geossítio Boi Morto comprometem a integridade dos recursos hídricos vitais e alteram significativamente a paisagem geomorfológica.

Nesse contexto, percebe-se que a poluição decorrente de resíduos recai especialmente no Geossítio e Parque municipal Pirapora que apesar de possuir uma diversidade de elementos paleontológicos geológicos e biológicos, recebe grandes quantidades de resíduos sólidos e efluentes doméstico de boa parte da cidade, haja vista que Geossítio encontra-se em uma região cuja topografia é mais baixa, o que o torna um local natural de convergência para o escoamento de superficial das águas pluviais e resíduos urbanos. Tendo como destino final o açude que é a principal fonte de água para consumo da população podendo alterar a qualidade da água. Ademais, a gestão municipal não apresenta implementação de nenhum projeto para revitalização do local e reestruturação, mesmo tendo características que o tornam essencial para compreender ecossistemas, a paleontologia, cultura e geologia de Pedro II.

Diante desse cenário, medidas mitigadoras que integrem conservação e desenvolvimento sustentável mostram-se necessárias como a implantação de sinalização interpretativa e educativa, o monitoramento ambiental contínuo, a fiscalização das atividades minerárias, o manejo adequado dos resíduos, e a recuperação das áreas degradadas com espécies nativas, além do fortalecimento da educação ambiental e a capacitação de guias locais, de modo a consolidar o geoturismo como ferramenta de valorização do patrimônio natural e cultural. Essas ações, orientadas pelos princípios da geoconservação, podem reduzir significativamente os impactos negativos e fortalecer a identidade territorial de Pedro II. Por fim, os geossítios da região são recursos estratégicos cuja preservação integrada às políticas públicas e ao planejamento ambiental regional é fundamental para o desenvolvimento sustentável do município.

REFERÊNCIAS

AGUILERA, C. G. Integrando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável à Educação Ambiental: um caminho para a sustentabilidade global. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, v. 17, n. 42, 2024. Disponível em:

https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/4953. Acesso em: 25 jun. 2025.

ARAUJO SOUSA, F. W.; NOGUEIRA, V. M.; DE SOUSA, M. G.; MOURA FÉ LIMA, I. M. de. Roteiro Geoturístico da porção norte do município de Pedro II, Piauí, Brasil. **Turismo, Sociedade & Território**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpn.br/revtursoter/article/view/32136>. Acesso em: 11 jun. 2025.

BARROS, J. R. et al. Inventário e avaliação de geossítios no município de Pedro II, Piauí: bases para o geoturismo e a geoconservação. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 14, p. 99-115, dez. 2023. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/1314>. Acesso em: 25 jun. 2025. DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v14i0.1314>.

BLOG EDITORA DA UNICAMP. **Geodiversidade e geopatrimônio: necessários à preservação**. 2021. Disponível em: <https://blogeditoradaunicamp.com/2021/11/11/geodiversidade-e-geopatrimonio-necessarios-a-preservacao/>. Acesso em: 23 jun. 2025.

BRILHA, José. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga: Palimage, 2005.

CAÑIZARES, Andrea Duarte et al. **Glossário - conservação e uso da geodiversidade e do geopatrimônio**. GeoHereditas, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2022. Atualizado em 31 jan. 2024. Disponível em: <https://geohereditas.igc.usp.br/home/sobre/geohereditas-na-midia/glossario-conservacao-geodiversidade/#definicao-geossitio>. Acesso em: 2 jul. 2025.

CARVALHO, Carmen Adriana de. O papel do APL da opala de Pedro II, Piauí, na estruturação do turismo mineral do município. 2015. **Dissertação (Mestrado) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100134/tde-17102016-111229/pt-br.php>. Acesso em: 13 nov. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 24 maio 2016. Seção 1, p. 44. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/ich/wp-content/uploads/sites/221/2025/02/RESOLU%C3%87%C3%83O-N%C2%BA-510.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2025.

COUTINHO, Reinaldo. Pirapora: um paraíso abandonado. **Portal Piracuruca – Desvendando o Piauí**, 2014. Disponível em: <https://portalpiracuruca.com/paisagens-e-belezas-naturais/pirapora-um-paraíso-abandonado/>. Acesso em: 2 out. 2025.

ESTGEO. **Interpretação ambiental do geopatrimônio do Parque Estadual do Rio Doce**. 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/download/14454/11595/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

FALCÃO SOBRINHO, José; NASCIMENTO, Flávio Rodrigues; SALES, Vanda Claudino (orgs.). *Geodiversidade: abordagens teóricas e práticas*. Sobral: **Universidade Estadual Vale do Acaraú**, 2020. (Série Geografia do Semiárido, n. 6). Disponível em: <https://deposita.ibict.br/items/3e3bbe54-b81e-4c74-a4c0-06eee2b2e0ea>. Acesso em: 30 jun. 2025.

FREITAS, Sheila Oliveira de; GOMES, Jaíra Maria Alcobaça; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. Análise dos impactos ambientais da extração de opala no município de Pedro II, Piauí. **Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 5–59, 2016. Disponível em: <https://www.revistageociencias.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/35-3-artigo-09>. Acesso em: 9 nov. 2025.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO PIAUÍ. Pesquisadores do maior instituto de gemologia do mundo iniciam mapeamento do “DNA das opalas” em Pedro II. **Teresina: FAPEPI**, 02 jun. 2025. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/maior-instituto-de-gemologia-do-mundo-visita-pedro-ii-pi-para-mapear-dna-das-opalas/>. Acesso em: 01 nov. 2025.

GEOF. **Geopatrimônio e ensino prático: o trabalho de campo na região centro-norte do Piauí**. 2023. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/download/9206/6512/38642>. Acesso em: 24 jun. 2025.

GETIRANA, Ernâni. *Lendas da Cidade de Pedro II*. 3. ed. **Teresina: Halley**, 2002.

GOMES, Divamélia de Oliveira Bezerra. *Mineração, turismo e ambiente em Pedro II, Piauí* [manuscrito]. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011. Disponível em: https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/76082434/d5e84fd8-c261-4898-a94f-4499d173dc0a/gomes_2011.pdf. Acesso em: 29 jun. 2025.

GOMES, Érico Rodrigues. *Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí*. **Tese (Doutorado em Geologia)** – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/139401>. Acesso em: 3 jul. 2025.

GOMES, Érico Rodrigues; COSTA, Marcondes Lima da; MARQUES, Gisele Tavares. A gênese hidrotermal da opala no estado do Piauí. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, Teresina, v. 3, n. 3, 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ. **Além dos shows do Festival de Inverno, Pedro II tem atrativos naturais, culinária e artesanato**. Teresina: Secretaria de Turismo, 08 jun. 2025. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/alem-dos-shows-do-festival-de-inverno-pedro-ii-tem-atrativos-naturais-culinaria-e-artesanato/>. Acesso em: 13 nov. 2025.

GRAY, Murray. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2004. ISBN 0-470-85384-4.

GRAY, Murray. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2013. ISBN 978-1-118-34423-3.

GROSSENBACHER, Kenneth A.; McDUFFIE, Stephen M. Conductive cooling of lava: columnar joint diameter and stria width as functions of cooling rate and thermal gradient. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 69, p. 95–103, 1995. DOI: 10.1016/0377-0273(95)00032-1.

GUIMARÃES, Thaís de Oliveira; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de; ALMEIDA, Regivania Rodrigues de. **Geopatrimônio: por quê? Para quê? Para quem?** PerCursos, Florianópolis, v. 23, n. 52, p. 332-362, maio/ago. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5965/1984724623522022332>. Acesso em: 8 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pedro II (PI): cidades e estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/pedro-ii.html>. Acesso em: 13 nov. 2025.

INSTITUTO SOCIEDADE, POPULAÇÃO E NATUREZA. **Fauna e flora da Caatinga**. [S.l.]: ISPEN, [s.d.]. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/caatinga/fauna-e-flora-da-caatinga/>. Acesso em: 01 out. 2025.

LAMUR, Anthony; LAVALLÉE, Yan; IDDON, Fiona E.; HORNBY, Adrian J.; KENDRICK, Jackie E.; VON AULOCK, Felix W.; WADSWORTH, Fabian B. Disclosing the temperature of columnar jointing in lavas. **Nature Communications**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 1–7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03842-4>. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5897544/>. Acesso em: 30 out. 2025.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé; GUERRA, Antônio José Teixeira. Ambiente montanhoso e turismo em Pedro II, Piauí. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 35, n. 74, p. 521, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n74p518>. Acesso em: 2 jul. 2025.

MEIRA, Suedio Alves et al. Aportes teóricos e práticos na valorização do geopatrimônio: estudo sobre o projeto Geoparque Seridó (RN). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 71, p. 384–403, 2019. Percursos. Geopatrimônio: por quê? Para quê? Para quem? Florianópolis, v. 23, n. 52, p. 332–362, 2022. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/percursos/article/view/21358>. Acesso em: 25 jun. 2025.

MILANEZ, Bruno; OLIVEIRA, José Antonio Puppim de. Mineração de gemas, APLs e sustentabilidade: o caso do APL de opalas em Pedro II (Piauí). **Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ENANPAD)**, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/2804>. Acesso em: 9 nov. 2025.

OLIVEIRA, Maria da Paz da Cruz Vitorio de; LOPES, Jaelson Silva; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. Geodiversidade no estado do Piauí: um olhar para as dissertações produzidas no Programa de **Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Piauí**. Geotemas, Pau dos Ferros, RN, v. 4, 2024. Disponível em: <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/index>. Acesso em: 28 jun. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PEDRO II. Conheça Pedro II. **Pedro II**, 2014. Disponível em: <https://pedroii.pi.gov.br/index.php?pg=exibe2&id=5>. Acesso em: 10 jul. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PEDRO II. Projeto do APL da Opala de Pedro II conquista 2º lugar nacional em Prêmio de Melhores Práticas. **Pedro II**, 5 dez. 2023. Disponível em: <https://www.pedroii.pi.gov.br/noticia/2504-projeto-do-apl-da-opala-de-pedro-ii-conquista-2-lugar-nacional-em-premio-de-melhores-praticas>. Acesso em: 9 nov. 2025.

RODRIGUES, Rodrigo Amaral. Os impactos invisíveis da mineração de pequena escala da opala no município de Pedro II – PI: fatores inibidores do desenvolvimento local. **Contemporary Journal**, v. 3, n. 9, p. 14565-14586, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N9-058.

SACHS, Liliane Lavoura Bueno; BATISTA, Ivo Hermes; BRAGA, Iramaia Furtado; AMARAL, Elizângela Soares. Projeto avaliação dos depósitos de opalas de Pedro II: estado do Piauí. Teresina: **CPRM**, 2015. 88 p. il. 30 cm. (Informe de Recursos Minerais. Série Pedras Preciosas, n. 8). ISBN 978-85-7499-247-1.

SANTOS, Maria Eugênia de Carvalho Marchesini; CARVALHO, Marise Sardenberg Salgado de. Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís. Rio de Janeiro: **CPRM**, 2004.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. Biodiversidade. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/biodiversidade.htm>. Acesso em: 30 jun. 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB. Opalas de Pedro II, no Piauí, têm qualidade internacional. **Serviço Geológico do Brasil**, 28 jun. 2023. Atualizado em 1 mar. 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/w/opalas-de-pedro-ii-no-piaui-tem-qualidade-internacional>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL – SGB. Saiba mais - Patrimônio geológico. **Serviço Geológico do Brasil**, 2025. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/saiba-mais-patrim%C3%B4nio-geol%C3%B3gico>. Acesso em: 29 jun. 2025.

SILVA, Brenda Rafaela Viana da; BAPTISTA, Elisabeth Mary de Carvalho; MOURA, Liége de Souza. Elementos da geodiversidade para a geoconservação do litoral do Piauí. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 3, n. 3, 2022. Disponível em: https://www.google.com/search?q=rica+geodiversidade+no+litoral+do+piaui&oq=rica+geodiversidade+no+litoral+do+piaui&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQIRgKGKABMgkIAhAhGAoYoAEyCQgDECEYChigAdIBCTEwNjM2ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acesso em: 24 jun. 2025.

SILVA, Brenda Rafaela Viana da; BAPTISTA, Elisabeth Mary de Carvalho. Ensinar pelas pedras, aprender pelas areias: atividades geoeducativas para valorização da geodiversidade da praia de Pedra do Sal, Parnaíba-PI. **Geografia: Ensino & Pesquisa, Santa Maria**, v. 27, e71142, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236499471142>. Acesso em: 8 jul. 2025

SILVA, M. A.; PEREIRA, J. L.; RODRIGUES, A. F. Geoturismo e geopatrimônio no município de Pedro II, Piauí: potencialidades e desafios. **Revista Brasileira de Geoturismo**,

São Paulo, v. 10, n. 2, p. 100-104, abr. 2021. Disponível em:
<https://www.exemplo.com/artigo-pedro-ii>. Acesso em: 4 jul. 2025.

SOUSA, Francisco Wellington de Araujo; NOGUEIRA, Victor Memória; SOUSA, Marcos Gomes de; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Roteiro geoturístico da porção norte do município de Pedro II, Piauí. **Turismo, Sociedade & Território, Currais Novos**, v. 5, n. 1, e32136, p. 18-21, 2023. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/372028831_Roteiro_Geoturistico_da_porcao_norte_do_municipio_de_Pedro_II_Piaui. Acesso em: 9 jul. 2025.

SOUZA, Eric. Águas do Piauí assume serviços de água e esgoto em mais 42 cidades do estado; confira lista. **G1 Piauí**, Teresina, 2 jun. 2025. Disponível em:
<https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2025/06/02/aguas-do-piaui-assume-servicos-de-agua-e-esgoto-em-mais-42-cidades-do-estado-confira-lista.ghtml>. Acesso em: 17 out. 2025.

SOUSA, Márcia Fernanda Miranda de; STORI, Norberto; MARANHÃO, Romero de Albuquerque. A opala de Pedro II: arte, artesanato e design. [s.d.]. [Trabalho acadêmico] – **Universidade Presbiteriana Mackenzie**, [S. l.], [s.d.].

SOUZA, Sérgio Domiciano Gomes de; SOUZA, Anny Catarina Nobre de; SOUSA, Maria Losângela Martins de. Geodiversidade, geoparques e semiárido brasileiro: a valorização do ambiente para o desenvolvimento territorial. **PerCursos, Florianópolis**, v. 23, n. 52, p. 251–281, maio–ago. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5965/1984724623522022251>. Acesso em: 3 jul. 2025.

WINGE, M. Geossítio. **Glossário Geológico SIGEP**. 30 dez. 2021. Disponível em:
<https://sigep.eco.br/glossario/verbete/geossitio.htm>. Acesso em: 29 jun. 2025.

YOUBI, N. et al. The Central Atlantic Magmatic Province: an updated review. In: WEST AFRICAN CRATON AND MARGINS INTERNATIONAL WORKSHOP – WACMA1, 1., 2017, Dakhla, Marrocos. Abstract Book. **Dakhla: Hassan II University of Casablanca**, 2017. p. 11-14.