



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Analysis of Geodiversity in the Municipality of Ibiapina, Ceará, Brazil

José Nelson do Nascimento Neto¹, Pedro Fernandes do Nascimento²

¹ Professor Substituto do Curso de Geografia do Centro de Ciências Humanas - CCH da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU E-mail: josenelsonnascimento@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1595-5216>

² Universidade Estadual Vale do Acaraú, Bacharelado em Geografia, Consulto Técnico Ambienta. Email: pedrofernandes93net@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5300-966X>

Artigo recebido em 29/03/2025 e aceito 05/12/2025

ABSTRACT

Geodiversity is a recent term in geoscience and geography, emerging in the 1990s. Geodiversity is similar to the ecological diversity of an environment, representing its scenic and landscape potential and its limitations of use. To carry out this research, we selected the municipality of Ibiapina, located on the Ibiapaba plateau in the northwest region of the state of Ceará. The municipality of Ibiapina has great geological diversity, with sedimentary, igneous, and metamorphic rocks. Despite its scenic and natural importance, no study has been carried out on this topic. Thus, we used a sequence of methodological procedures to delimit the region's geodiversity, such as literature review, geospatial data analysis, and data analysis in Geographic Information Systems - GIS. As results, we highlight the process of use and occupation of the region in a disorderly manner, where the removal of vegetation cover has an impact on the process of preserving the region's scenic beauty. We highlight the thematic mapping of soil, geological, and geomorphological classes as fundamental elements for understanding the region and propose a summary map of geodiversity that identifies four points with ecotourism potential in the region. As limitations, we highlight the lack of a more detailed study on the region's tourism potential and that the maps developed are fundamental to the process of land management and planning for civil society. We conclude that the region is of great importance for the area of geotourism and that in recent years it has needed specific land planning.

Keywords: Geosciences, Thematic mapping, Geotourism and Land Planning.

Análise da Geodiversidade no Município de Ibiapina, Ceará, Brasil

RESUMO

A geodiversidade é um termo recente na geociência e na geografia, surgindo na década de 1990. A geodiversidade é semelhante a diversidade ecológica de um ambiente, representando o seu potencial cênico e paisagístico e suas limitações de uso. Para realização desta pesquisa, selecionamos o município de Ibiapina situado no planalto da Ibiapaba na região noroeste do Estado do Ceará. O município de Ibiapina, apresenta uma grande diversidade geológica, com rochas sedimentares, ígneas e metamórficas. Apesar da importância paisagística e natural, nenhum estudo foi realizado em torno desta temática. Deste modo, utilizamos uma sequência de procedimentos metodológicos para delimitação da geodiversidade da região, como revisão de literatura, análise de dados geoespaciais e análise de dados em Sistemas de Informações Geográficas – SIG. Como resultados, destacamos o processo de uso e ocupação da região de forma desordenada, onde a retirada da cobertura vegetal tem impacto no processo de preservação da beleza cênica na região. Destacamos o mapeamento temático das classes de solos, geológica e geomorfologia como elementos fundamentais ao entendimento da região e propomos um mapa síntese da geodiversidade onde se identificam quatro pontos com potencial ecoturístico na região. Como limitações, destacamos que se carece de um estudo mais detalhado sobre o potencial turístico da região e que os mapas desenvolvidos são fundamentais ao processo de gestão e ordenamento do território para a sociedade civil. Concluimos que a região possui uma grande importância para a área de geoturismo e que nos últimos anos tem necessidade de um planejamento territorial específico.

Palavras-chave: Geociências, Mapeamento temático, Geoturismo e Ordenamento Territorial.

Introdução

O termo geodiversidade é um conceito recente nas geociências (Rabelo et al., 2021; Mazzucato et al., 2024), sendo equivalente à biodiversidade de uma paisagem, onde se encontra a diversidade de características geológicas como as rochas, os minerais e os fósseis, as formas de relevo, a topografia, os processos pedológicos atuantes numa região e a hidrologia, incluindo suas assembleias, estruturas, sistemas e contribuições (Gray, 2013; Tukiainen et al., 2022).

Os estudos sobre geodiversidade ainda são emergentes no Brasil. Pois, trata-se de um novo paradigma científico que desponta desde a década de 1990, no qual geodiversidade, geoconservação e patrimônio geológico constituem conceitos-chave para compreender a paisagem natural (Shaples, 2002; Brilha, 2005; Meira e Moraes, 2017). Assim, como os serviços ecossistêmicos de uma região (Balaguer et al., 2023).

Graças ao trabalho desenvolvido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO, 2025), tem despontado uma nova visibilidade aos ambientes com potencialidades de integrar o conjunto de Geoparques Mundiais. Além de integrar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) de número 15 da vida terrestre da Organização das Nações Unidas (ONU, 2025), que visa promover até o ano de 2030 a agenda global de consenso ao desenvolvimento sustentável.

O trabalho desenvolvido (Nascimento e Sobrinho, 2020) destacam que a geodiversidade integra a base físico-geográfica de uma região, com forte apelo paisagístico e com o sustentáculo da vida terrestre. Onde, segundo esses autores, se desenvolve a vida humana e animal, e a técnica transforma a paisagem e o ambiente natural.

Ao empregar a abordagem geossistema para o reconhecimento da geodiversidade, nota-se a sua eficiência, onde a análise dos elementos abióticos e bióticos é realizada integradamente, sendo a paisagem um elemento de estudo multidimensional. Apesar do caráter reducionista, persiste a busca em compreender as relações com os subsistemas. Como, por exemplo, os estudos (Oliveira Terto et al., 2024; Aleksova et al., 2025) revelam novas perspectivas sobre geodiversidade hidrológica.

Dentro desse cenário de diversidade paisagística, se destaque a questão norteadora: qual seria a geodiversidade do município de Ibiapina, situado no planalto da Ibiapaba no interior do Estado do Ceará, Brasil, e como ela pode ser

aproveitada para o desenvolvimento de atividades de geoturismo e geoconservação na região? Ademais, objetiva-se analisar o potencial dos elementos da geodiversidade da área de estudo com instrumentos do desenvolvimento local e regional.

Embora a chapada da Ibiapaba destaca-se na paisagem, por apresentar uma riqueza de geodiversidade geológica, as suas características ainda são pouco exploradas na região, o que leva à exploração inadequada do território e à perda da oportunidade de fomentar o desenvolvimento econômico da região.

A falta de conhecimento sobre as formações geológicas e sua importância, aliada à ausência de estratégias de conservação e gestão do território, impede a promoção de atividades geoturísticas sustentáveis, que propicie benefícios diretos para as comunidades locais e para a região.

Nesse sentido, propor um inventário da geodiversidade para o município de Ibiapina, situado no interior do Estado do Ceará, é vislumbrar uma paisagem insular no contexto do ambiente semiárido.

A ausência de um mapeamento sistemático do Planalto da Ibiapaba, que destaque as suas características geológicas e geomorfológicas, também é um desafio que precisa ser superado (Moura-Fé, 2019). A fim de obter um conhecimento mais abrangente sobre o potencial paisagístico local, o sensoriamento remoto emerge como recursos fundamental para análise de regiões mais remotas (Zarnetske et al., 2019).

A análise e a interpretação da paisagem por meio de dados de sensoriamento remoto integrada ao conjunto de tecnologias dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG, podem prevê e monitorar questões sensíveis ao ambiente. Assim como a análise da sustentabilidade e do potencial ecoturístico (Fonseca et al., 2023). Ou monitorar as alterações induzidas pelas ações humanas (Cojocar, 2022).

Com o uso e aplicação da tecnologia SIG, instaura-se nas últimas décadas um importante instrumento de aquisição, coleta, análise e interpretação do espaço geográfico. Um exemplo, é a aplicação do potencial geoturístico (Chrobak et al., 2021), é a delimitação da geodiversidade (Carrión-Mero et al., 2022). Os avanços na tecnologia geoespacial permitiram o desenvolvimento dos SIG, que integram dados geoespaciais e outras informações territoriais para criar mapas úteis à sociedade.

Como forma de compreender as alterações nos sistemas locais, destacamos o impacto das atividades antrópicas, principalmente de uso e cobertura da terra, como resultado de um povoamento sem planejamento adequado que tem provocado uma série de desequilíbrios ambientais na região, principalmente nas comunidades rurais (Lourenço e Caracristi, 2016). Desta forma, é importante conhecer, por exemplo, qual o grau de alteração dos ecossistemas locais decorrentes do processo de uso e ocupação das comunidades locais (Silva e Amorim, 2022).

O potencial desta pesquisa para a região consolida-se com o desafio de identificar o potencial da geodiversidade, assim como as suas aptidões e restrições de uso do meio físico, assim como os impactos advindos de seu uso inadequado. Deste modo, conhecer a geodiversidade de uma determinada região possibilita aos gestores públicos e à sociedade civil desenvolverem formas mais adequadas de uso da terra, do meio ambiente e dos territórios.

Fundamentação teórica

A geodiversidade surgiu em 1993, na Conferência de Malvern (Reino Unido), como uma resposta à necessidade de reconhecer e conservar os elementos abióticos da natureza, em paralelo ao termo “biodiversidade”. A geodiversidade compreende a variedade de ambientes, materiais e processos geológicos que formam rochas, minerais, fósseis, solos, relevo, águas e paisagens, representando a base física que sustenta a vida (CPRM, 2006; Canãdas e Ruiz Flaño, 2007; Aguiar e Moreira, 2024).

Ela está ligada à paisagem e aos serviços ecossistêmicos, sendo essencial para análises espaciais, inclusive em regiões semiáridas, como demonstrado em estudos de geoparques no Seridó (Nascimento et al., 2021) e Araripe (Nascimento et al., 2020). Para Ruban (2011), a geodiversidade pode ser avaliada por meio de medidas como geoabundância e georriqueza, sempre considerando a escala espacial.

A abordagem prática da geodiversidade envolve os fatores físico-geográficos de um geossistema, com unidades mapeadas conforme estruturas e formas do relevo (Ross, 2011), sendo apoiada por metodologias de inventário e avaliação propostas pela CPRM (2020). Gray (2004) define seis valores associados à geodiversidade: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional e científico/educacional.

Por sua vez, o geopatrimônio ou geoheritage refere-se aos elementos da

geodiversidade que possuem importância para a humanidade e cuja preservação é desejável para gerações presentes e futuras (Sharples, 2002). Ele engloba não apenas rochas, mas toda a diversidade de formas e processos abióticos relevantes do ponto de vista científico, cultural, educativo, ecológico, turístico e estético.

O geopatrimônio inclui locais de relevância geológica ou geomorfológica, como geossítios e geomorfossítios, classificados de acordo com a natureza de seus elementos (Sharples, 2002). A definição de patrimônio geológico (Claudino-Sales, 2024) resulta de inventários que identificam sítios com importância regional, nacional ou internacional (Nieto, 2001; Brilha, 2005).

O patrimônio geomorfológico reúne as formas de relevo e os processos associados que revelam a evolução da superfície terrestre, possuindo valor científico, educacional, cultural, estético e socioeconômico (Reynard e Panizza, 2005; Oliveira et al., 2013). Por ser a base onde se desenvolvem atividades humanas e por seu potencial turístico, constitui um patrimônio vulnerável (Vieira e Cunha, 2006).

Como registro da evolução da Terra, o patrimônio geomorfológico deve ser protegido das ações humanas degradantes. A geomorfologia tem papel central na análise ambiental, contribuindo para estudos de fragilidade ambiental, gestão territorial, zoneamento, manejo de bacias e recuperação de áreas degradadas.

Já, o geomorfossítio é uma forma de relevo, processo ou depósito geomorfológico que possui valores atribuídos (científicos, culturais, turísticos etc.) e é reconhecido por sua excepcionalidade, integrando o geopatrimônio (Claudino-Sales, 2021). Pode envolver diferentes tipos de ambientes, como ígneos, sedimentares, costeiros, hídricos ou cársticos.

Para Panizza (2001), o geomorfossítio representa uma paisagem com atributos significativos que compõem o patrimônio cultural de um território. Suas características principais são: Valor estético, frequentemente associado a paisagens marcantes ou monumentos naturais. Dimensão dinâmica, permitindo a observação de processos ativos da Terra. Diversidade de escalas, variando desde pequenas formas até grandes sistemas geomorfológicos (Reynard e Coratza, 2013).

Área de estudo

Localizado na região noroeste do estado do Ceará, no planalto da Ibiapaba, o município de Ibiapina corresponde a uma área de 414,902 km², estando situado nas coordenadas 3°55'31''

Latitude Sul, 40° 53' 43'' Longitude Oeste, com altitude de 878,42 metros, limita-se ao leste com o município de Mucambo, ao norte com Ubajara, ao oeste com o estado do Piauí e ao sul com o município de São Benedito conforme Figura 1.

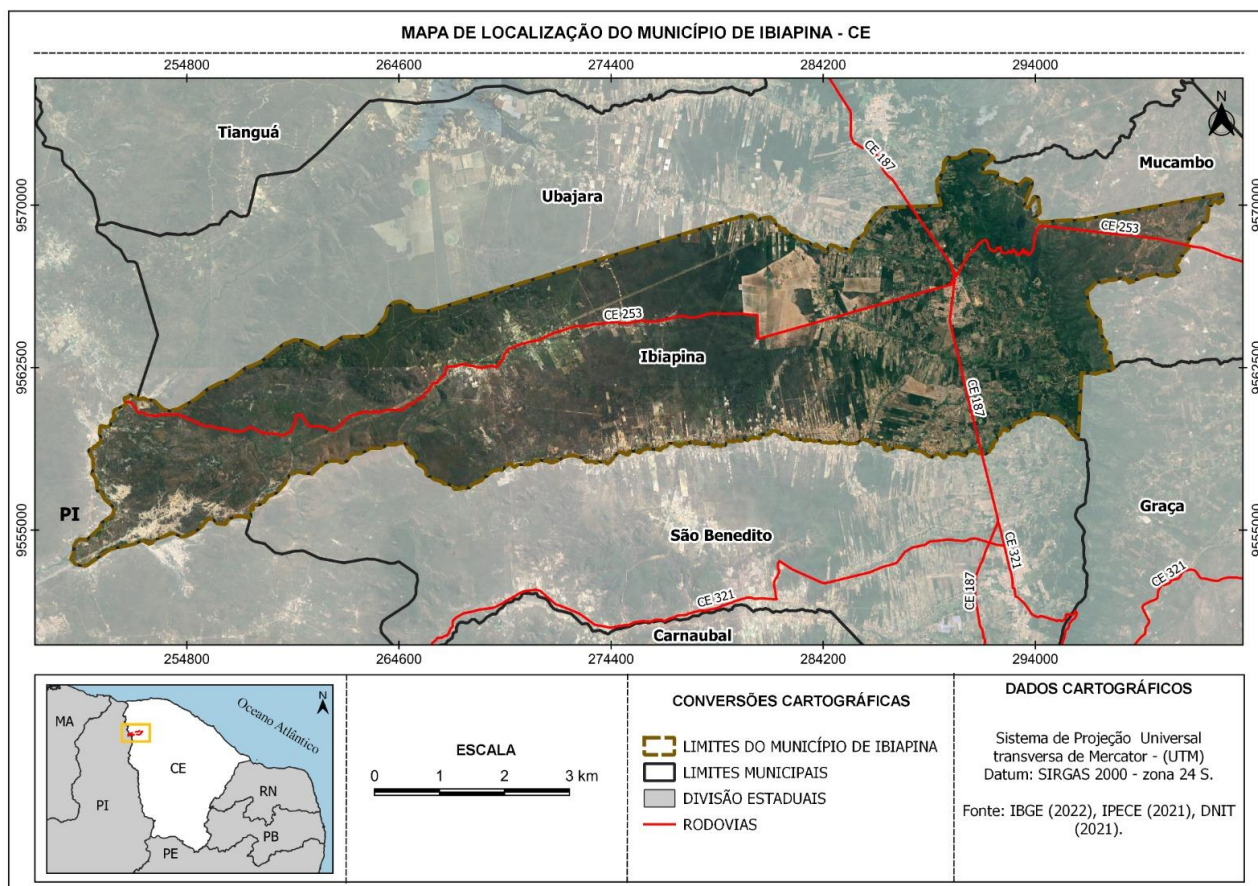


Figura 1. Mapa de localização do município de Ibiapina no Ceará.

Material e método

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se a revisão sistemática da literatura em torno da temática aqui abordada. Seguido pela etapa de campo, cujo intuito é identificar áreas com potenciais interesses a geodiversidade.

A pesquisa enquadra-se em caráter descritivo, a partir da proposta metodológica desenvolvida por (Lopes, 2017), sobre os inventários da geodiversidade voltada à sistematização do patrimônio geomorfológico. Embora coexista subjetividade na etapa de inventário, ainda assim, é necessário utilizar critérios específicos com o intuito de torná-la o mais objetiva possível, pois essa fase é primordial e pressupõe o desenvolvimento de outras etapas sobre os estudos da geodiversidade.

O inventário inicia-se com a identificação dos potenciais sítios de interesse geomorfológico.

Esses locais potenciais podem ser divididos de acordo com os critérios escolhidos pelo pesquisador, que podem ser, por exemplo, a diversidade natural da região. Nesse caso, utilizou-se a divisão municipal de Ibiapina como área de estudo. A identificação desses setores possibilitará o reconhecimento de forma sistemática para não serem escolhidos os sítios de forma aleatória.

O estabelecimento destes setores é importante para a sistematização e caracterização da área de estudo, onde deverá conter informações básicas como o número do sítio, o setor correspondente à classificação do relevo seguido das características das geoformas e dos processos atuantes nessa área.

Para consolidar o processo de inventário, considerou-se o Plano Diretor Participativo do Município de Ibiapina de (2022) para identificar o

seu potencial ecoturístico para o desenvolvimento de atividades de lazer, educação e conscientização ao ar livre.

Ainda segundo (Lopes, 2017) utiliza-se como critério de exclusão da subjetividade o grau de antropização do ambiente que centraliza aqueles ambientes de maior concentração turística, descartando ambientes que ainda não foram reconhecidos. Assim, o grau de representatividade seria aplicado para eliminar os sítios de características geomorfológicas similares.

A terceira etapa será a avaliação qualitativa dos sítios selecionados na primeira etapa do inventário. A ficha de caracterização Quadro 1, contará com dados referentes à descrição geral do sítio geomorfológico como nome, localização, vias de acesso, visibilidade, enquadramento legal, descrição geomorfológica, geológica, valores da geodiversidade e seu nível, dentre outros. A aplicação da Tabela 1, sobre a classificação do potencial da geodiversidade levou em consideração diferentes critérios, como uso e proteção.

Utilizou-se o método de representação do espaço por meio da cartografia temática. Os mapas

produzidos possibilitam a representação dos ambientes e dos espaços em diversas escalas (Maia et al., 2024). No processo de mapeamento, utilizou-se as técnicas da produção cartográfica na plataforma de Sistemas de Informações Geográficas-SIG, no software QGIS. Foi adotado o Datum: SIRGAS2000 UTM Zona 24 S, para a produção e elaboração dos mapas das Unidades Geomorfológicas, Classificação Geológica, Classificação pedológica, uso e ocupação do solo, e Geodiversidade, utilizando escala de 1:200.000.

Para confecção dos mapas, a base de dados compreende os arquivos georreferenciados no formato shapefile (SHP), do IBGE, IPECE, DNIT e CPRM. As composições matriciais que foram utilizadas são oriundas do projeto MAPBIOMAS, que foi utilizado para classificação do mapa de uso e ocupação do solo. Por fim, a análise geoespacial aplicada nesta pesquisa permitiu a elaboração de mapas e o relatório da estatística descritiva da área de estudo.

Tabela 1: Inventário da Geodiversidade do município de Ibiapina no Ceará

Geodiversidade	Científico	Didático	Ecológico	Cultural	Estético
Ponto 1	1	1	1	1	1
Ponto 2	1	1	1	1	1
Ponto 3	1	1	1	1	1
Ponto 4	0,7	0,7	1	0,5	0,5
Uso e Proteção	Acessibilidade	Visibilidade	Deterioração	Proteção	
Ponto 1	0,2	0,5	0	0,7	
Ponto 2	0,5	0,5	0	0,2	
Ponto 3	0,5	0,5	0	0,5	
Ponto 4	1	0,5	0,5	0	
Classificação					
Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito elevado
0	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0

Org: Autores (2025).

Quadro 1: Ficha de identificação e caracterização da geodiversidade

CARACTERIZAÇÃO GERAL						
Localização						
Acesso						
Classificação	Geoforma					
	Processo					
Científico	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Didático	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Ecológico	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Cultural	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Estético	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Vulnerabilidade Antrópica	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Vulnerabilidade Natural	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Condições	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Conservação	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Geomorfologia						
Geologia						
Fotos						

Fonte: Adaptado de Reynard (2006) e Pereira (2006).

Resultados

O município de Ibiapina, situado no domínio geomorfológico do Planalto da Ibiapaba, apresenta classes de solos, como latossolos e neossolos. Sua cobertura vegetal está associada à presença de área de fragmentação do cerrado e floresta subperenifólia, e torna-se divisor topográfico natural entre as principais bacias hidrográficas da região, como, Ibiapaba, Acaraú e Coreaú. Com seu clima tropical quente semiárido branco e úmido, apresenta um regime hídrico que se concentra entre os meses de janeiro a maio, conforme Gráfico 1.

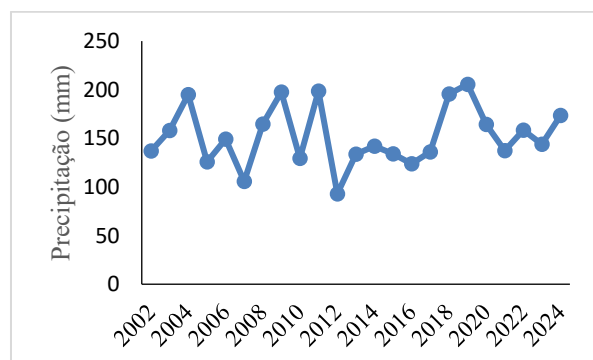


Gráfico 1: Precipitação Média. Fonte: FUNCEME (2025).

A série histórica das duas últimas décadas 2002 a 2024, representa um importante indicador de análise espacial da variação pluviométrica do município, com uma média em torno de 200 a 100 mm/ano, situação que reflete no contexto da geodiversidade da região. No Gráfico 2 a seguir, temos a distribuição espacial da população.

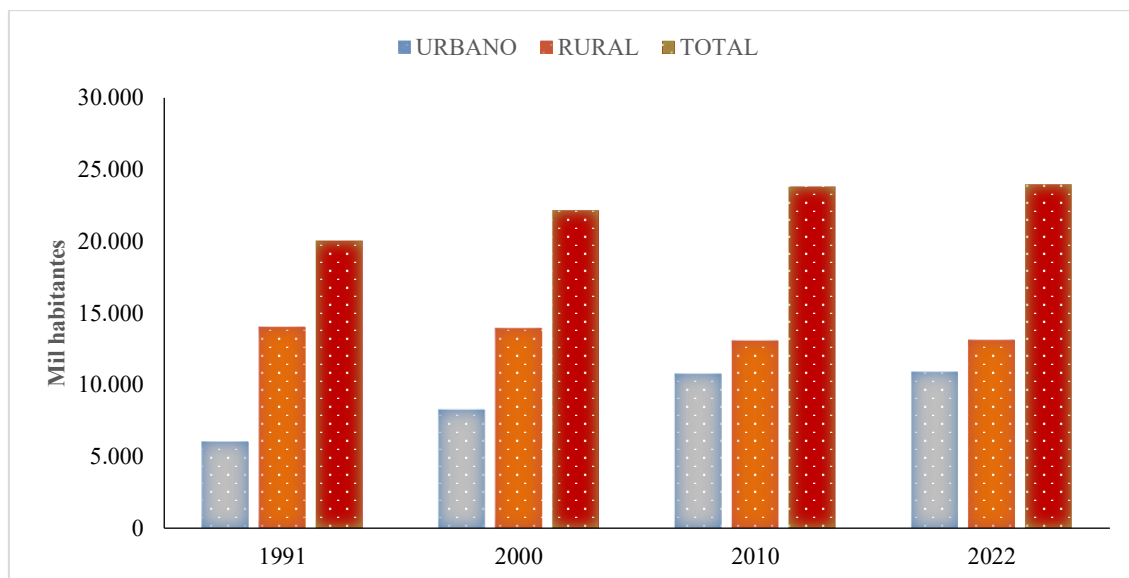


Gráfico 2 - População do município de Ibiapina Fonte: IPECE e IBGE (2024).

A distribuição espacial da população do município de Ibiapina revela que, nos últimos 20 anos, o município teve um crescimento relativo. Porém, se compararmos a população urbana e rural, observar-se uma redução da população rural de 1.000 habitantes, em relação à população urbana que aumentou cerca de 4.000 habitantes, o que evidencia fortes mudanças nas características de uso e ocupação da terra na região.

Outra questão relevante é o processo de expansão da área urbana, que acaba interferindo na organização do território, onde áreas inadequadas e sem estruturas de saneamento básico acabam sendo ocupadas por famílias de baixa renda.

Para compreender as mudanças no uso e ocupação da terra, apresentamos o Gráfico 3A e B, a seguir sobre a utilização da cobertura vegetal natural da região.

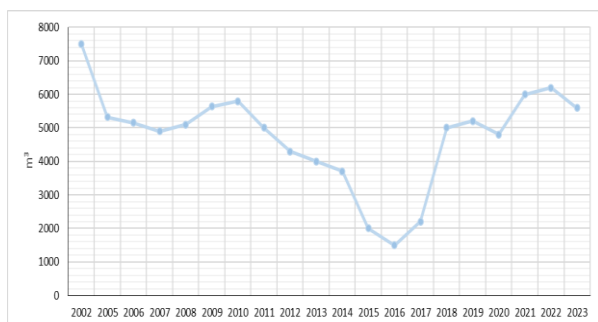


Gráfico 3A: Produção de Lenha no município de Ibiapina. Fonte: IBGE (2025).

Como é possível observar no Gráfico 3A, o município apresenta um intenso processo de extrativismo. Fator esse associado a diversas

questões, como o processo de abastecimento das padarias ao longo da cidade, a ausência, de fiscalização ambiental no município e a prática de agricultura de subsistência, como os roçados. No Gráfico 3B, a seguir, é possível identificar a produção de carvão vegetal no município.

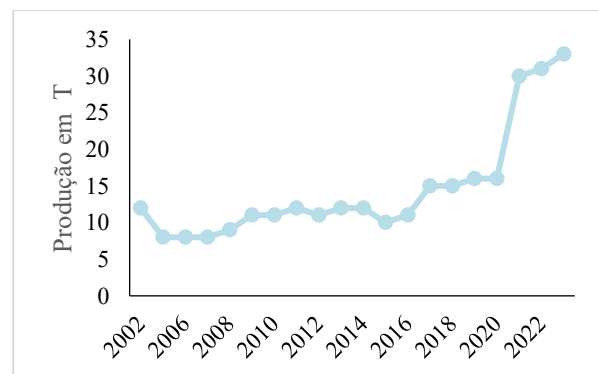


Gráfico 3B: Produção de carvão vegetal no município de Ibiapina. Fonte: IBGE (2025).

O município de Ibiapina, por estar sempre relacionado com o processo de uso do extrativismo vegetal, como a silvicultura, acaba interferindo no processo de cobertura vegetal da região. Deste modo, os gráficos anteriores evidência uma produção de 9.491,5 m³ de lenha e 291 toneladas de carvão vegetal nas últimas duas décadas.

Deste modo, subentende-se que essa relação acaba interferindo no processo de organização espacial do território e na necessidade de estudo mais detalhado sobre o impacto dessas ações sobre os sistemas naturais e como essas questões podem influenciar no reconhecimento da geodiversidade.

Além disso, realizamos o levantamento detalhado do processo de uso e ocupação da terra no município de Ibiapina, no Gráfico 4 a seguir.

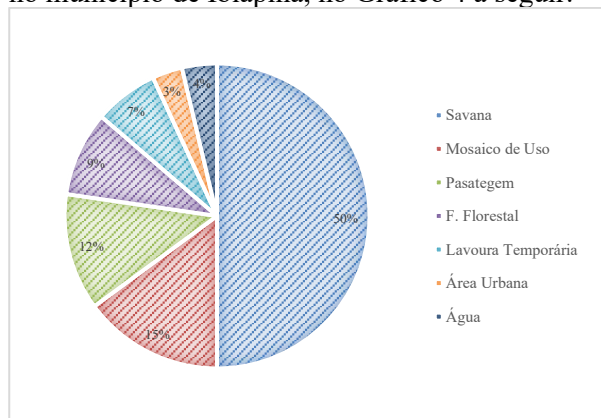


Gráfico 4: Uso da terra em Ibiapina. Fonte: MAPBIOMAS (2022).

A formação savânica é predominante na área, com 51%, seguida pelas áreas de pastagem com 14%, e outros modos de uso, como formações florestais com 10% e áreas de rios e lagos com 1%.

O “mosaico de usos da terra” é bem representativo da região, por ser uma região favorável ao processo de cultivo do solo e de uso comercial da agricultura entre lavouras temporárias, como milho, feijão e mandioca, e permanentes, como frutíferas, como banana, manga, acerola e abacate. Nesta região, as árvores frutíferas acabam sendo utilizadas com maior intensidade, visando abastecer o processo produtivo local.

Discussão

O processo de uso e ocupação da terra no município de Ibiapina é característico por pequenas comunidades rurais situadas na região, que utilizam a propriedade da terra para plantar árvores frutíferas e comercializá-las ao longo das cidades circunvizinhas, ou ainda utilizam para a sobrevivência, como a agricultura de subsistência como o milho, feijão e a mandioca.

Para evidenciar o impacto desse processo produtivo no município, elaborou-se a Figura 2, para identificar as relações espaciais no território.

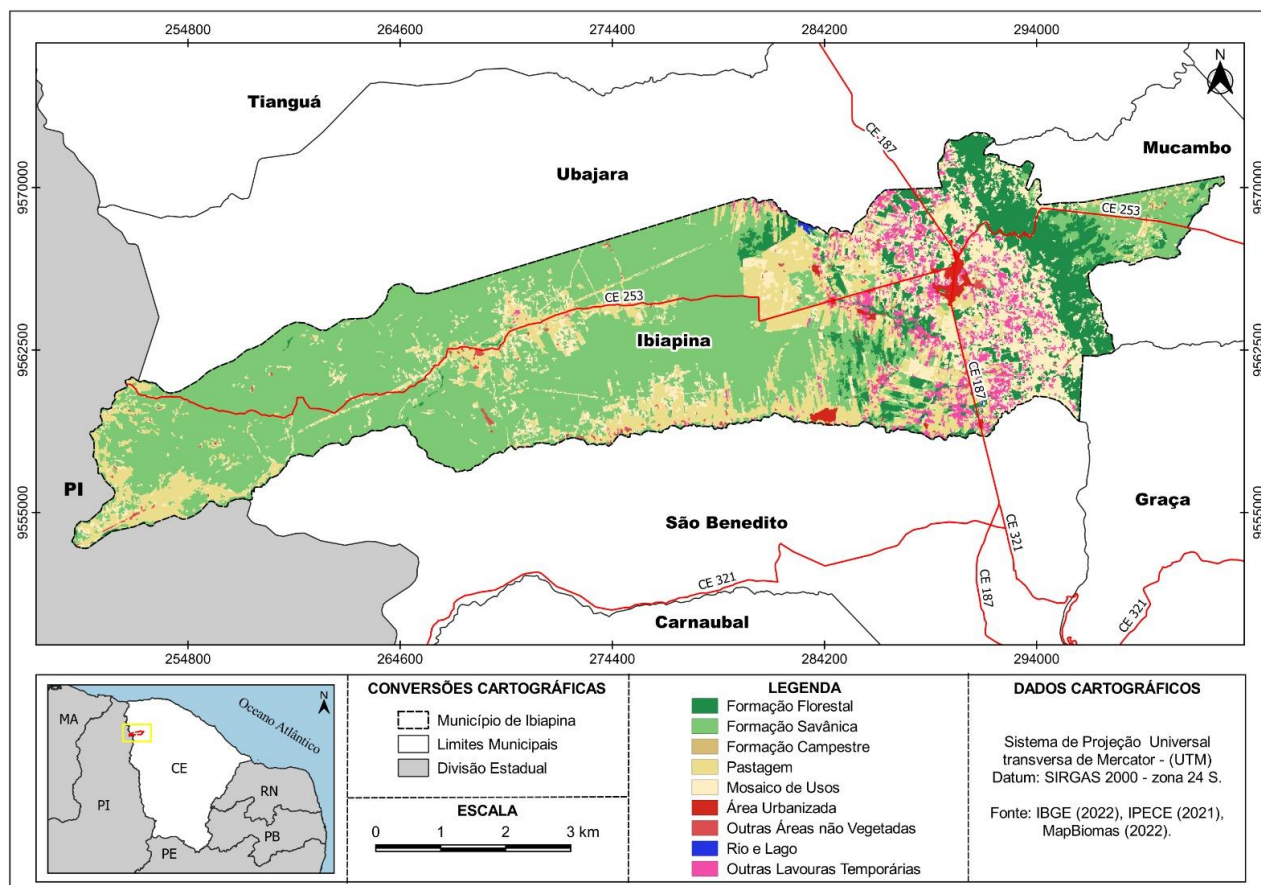


Figura 2: Mapeamento de uso e cobertura da terra.

Conforme a Figura 2, o mosaico paisagístico de uso e cobertura da terra indicam

relação de exploração intensa da sua cobertura vegetal, o que reforça os dados apresentados nos

Gráficos 3A e 3B. Além disso, as formações vegetais existentes associadas ao processo produtivo da região evidenciam a mudança na paisagem e a necessidade um desenvolvimento territorial integrado a região.

Para isso, compreender a delimitação espacial das unidades geomorfológicas é fundamental para entender o processo de planejamento e organização espacial do território. Pois, o processo de gestão territorial pressupõe o entendimento das características locais, para o estabelecimento estratégico e adequado do planejamento local. Onde pode considerar os limites, as fragilidades e as vulnerabilidades espaciais dos sistemas naturais, e as potencialidades específicas da área, e os desafios da região.

Assim, o desenvolvimento estratégico do setor de turismo na região e principalmente no município deve passar por uma série de ações que considere as principais características das paisagens, como os pontos turísticos, as trilhas e os processos de sinalização da área.

Deste modo, considerar os pontos ecoturísticos que levem em consideração as belezas cênicas da região e a arquitetura histórica local pode potencializar a criação de um circuito ecoturístico regional do Planalto da Ibiapaba, que fomenta o desenvolvimento sustentável do turismo.

Com tudo, é relevante destacar que a região da Chapada da Ibiapaba tem sido atraída por investidores do setor agrícola que devem fomentar a produção de fruticultura na região. A exemplo dessas questões, podem ser citadas empresas como a Indústria de Flores Regis, situada em São Benedito, e a Fazenda Amway Nutrilite no município de Ubajara, que estão instaladas na região e devem expandir as suas unidades fabris.

Desta forma, evidencia-se que o mapeamento dos sistemas ambientais permite visualizar a característica física do ambiente. Para isso, mapeamos as unidades geomorfológicas que são importantes ambientes que representam a diversidade local.

Grande parte do município de Ibiapaba está situada dentro da unidade de chapadas e platôs, o que corresponde a 68%, que é a área mais predominante na serra da Ibiapaba. Outra observação importante é a oeste, próximo à divisa com o município de São João da Fronteira no Piauí, onde estão as “superfícies aplainadas conservadas” com 10%, justamente na parte mais conservada do município. Degraus estruturais e rebordos erosivos correspondem a 12%, superfícies aplainadas degradadas correspondem a 4% e escarpas serranas correspondem a 6%.

Entretanto, para compreender essa relação espacial, utilizamos a Figura 3, sobre as unidades geológicas da região.

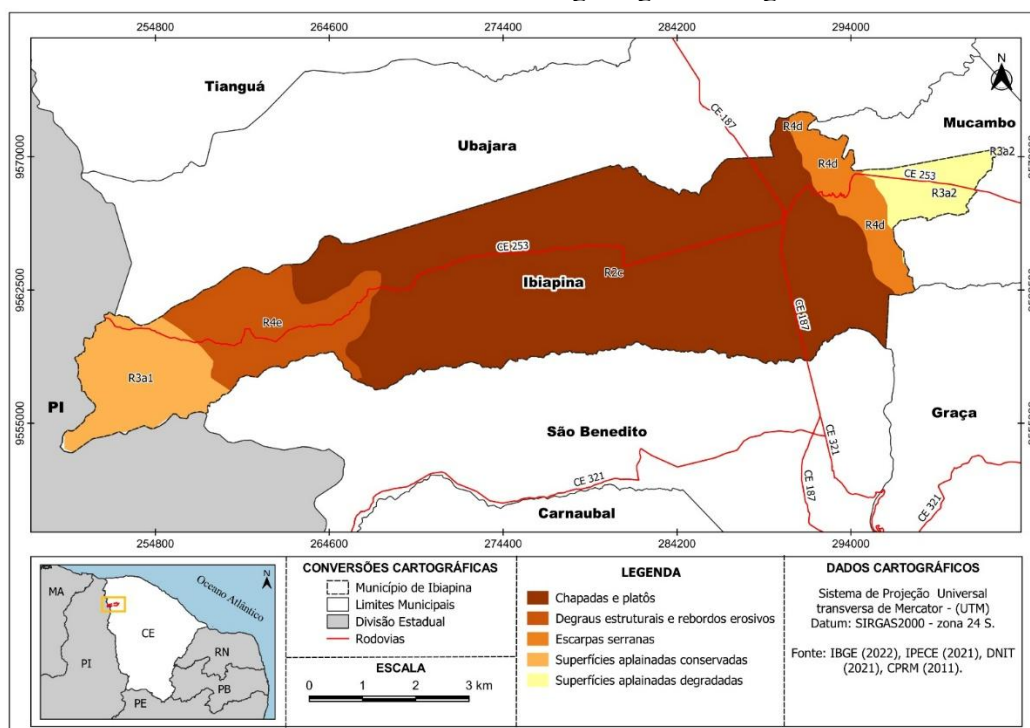


Figura 3. Mapeamento das unidades geomorfológicas do município de Ibiapaba.

O município de Ibiapina está situado em sua maior parte dentro da formação geológica de Jaicós, correspondente a 65%, seguida pela formação Tianguá com 25%, além de apresentar algumas falhas e também um pouco da formação Trapiá com 7% e Coreá com 1%.

Para (Ab' Saber, 1970), tal fenômeno refere-se ao processo de formação de patamares de erosão deprimidos de periféricos na borda de bacias sedimentares do Rio Parnaíba. Nesse caso, a incisão desses processos no planalto cüstiforme da Ibiapaba possibilitou o surgimento de depressões periféricas resultantes do recuo pronunciado do *front*, exumando as rochas pertencentes ao embasamento cristalino que estavam recobertas pelos pacotes sedimentares da formação Serra Grande. Segundo destacam (Souza, 1988; Santos et al., 2020), estas rochas têm feições morfológicas dissecadas com cristas perpendiculares à escarpa.

A formação Trapiá é caracterizada pelo fraco entalhamento pela drenagem, com interflúvios de feições tabulares. As alterações têm profundidades superiores a 1,00 m e são revestidas por vegetação de porte arbóreo no pé da serra.

A formação Trapiá corresponde a áreas de quartzitos conglomeráticos, arenitos grosseiros epimetamórficos, mal classificados, arenitos finos a médios epimetamórficos, com matriz siltítico-argilosa de coloração cinza-clara, associado a um ambiente deposicional litorâneo a marinho.

Na formação Caiçaras: Ardósias vermelhas a roxo-avermelhadas, com intercalações de ortoquartzitos frequentemente cristalizados e cortados por veios de sílica. Sua deposição se deu em ambiente marinho raso.

Assim, o município de Ibiapina corresponde à formação de rochas cristalinas e sedimentares com variedade de formações diferentes. Deste modo, identifica-se que o mapeamento geológico evidencia como as unidades permitem classificar a variedade paisagística da região, e como ela, pode interferir na identificação de áreas de interesse ecológico da região.

A classificação geológica da área de estudo pode ser identificada na Figura 4 a seguir, com as diversas formações geológicas existentes.

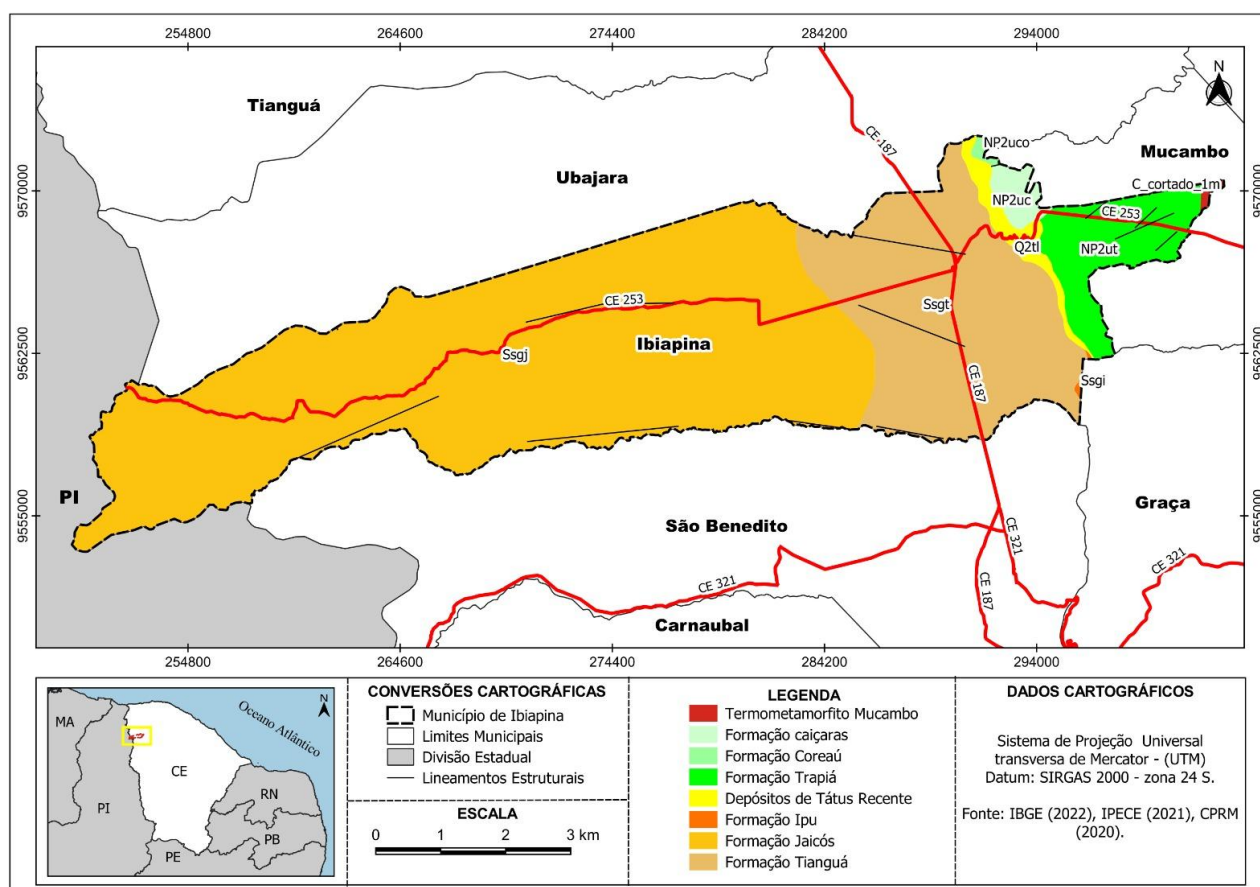


Figura 4: Mapeamento das unidades geológicas do município de Ibiapina-CE.

Após o mapeamento geológico, identificamos os tipos de solo do município. A pedologia que é o estudo integral dos solos e suas características, é fundamental para os seus processos de formação. Identificamos que a área representada tem em sua maioria os latossolos amarelos equivalentes a 46%, seguido pelos Neossolos quartzarênicos correspondentes a 27% concentrados na parte Oeste do território, além de conter trechos de Neossolos Litólicos 14% e Gleissolos Melânicos 8% e Argissolo Vermelho Amarelo 5%, que são muito comuns na serra da Ibiapaba e a diversidade de solos que vão atribuir principalmente no uso e manejo de solos.

Assim como a caracterização do solo, podemos falar sobre o uso e ocupação destes apresentados no mapa a seguir, que também contém as formas de uso e ocupação da terra. Sobre as características dos solos, temos os Solos litólicos encontrados nas cotas altitudinais mais baixas do Parque Nacional de Ubajara (Lima et al., 2022). Suas características correspondem a solos rasos sobre rocha, com horizonte A-R ou A-C-R, sendo

o C pouco exposto, onde há afloramentos de rocha, muitas vezes estes solos estão presentes. Onde, ocupam áreas de intenso rejuvenescimento.

Os solos litólicos são eutróficos, com fertilidade natural média a alta. Apresentam alta capacidade de troca catiônica, elevada saturação de bases, baixa saturação de alumínio, pouca acidez e ótimos teores de fósforo.

O latossolo vermelho-amarelo distrófico é um solo encontrado no platô úmido do Planalto da Ibiapaba. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, os Latossolos são os solos mais velhos e geralmente mais profundos, apresentando pouca diferenciação entre os horizontes, bastante intemperizados. Apresentam argilas de baixíssima atividade, pouca retenção de bases e virtual ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis. Esta classe de solo é bastante ampla no que se refere à coloração e teores de Fe₂O₃. Estes solos são muito expressivos no domínio pedobioclimático do Mar e Morros Florestados, conforme a Figura 5.

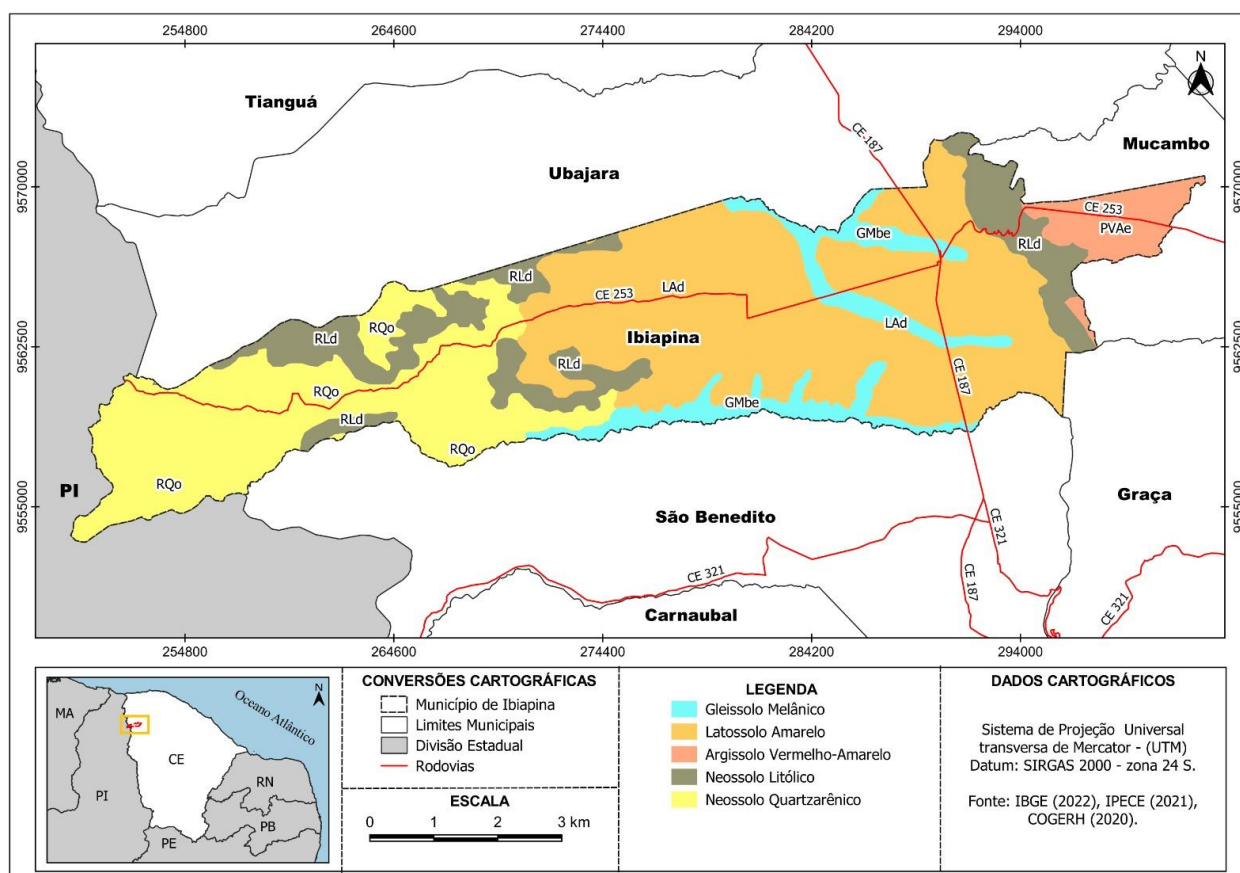


Figura 5: Mapeamento das classes de solos do município de Ibiapina-CE.

Após a sistematização dos sistemas ambientais e suas características, propomos o inventário da Geodiversidade para o município de Ibiapina, onde destacam-se as belezas cênicas e paisagísticas da região, sendo elas as cachoeiras nos pontos 1, 2 e 3 e o mirante no ponto 4. A Serra da Ibiapaba em si tem suas belezas naturais como principal atrativo do turismo, tendo, portanto, um potencial de geodiversidade (Brandão e Freitas, 2014; Meira et al., 2024). O que possibilita a prática de esporte de aventura, como ciclismo, ecoturismo, trilhas e acampamentos ecológicos. Inclusive existem na região parques o Parque Nacional de Ubajara, hotéis como Gospel Park Hotel e Fazenda Park Tucano ambos no município de Guaraciaba do Norte.

O turismo ecológico tem se destacado nos últimos anos, considerando as trilhas, banhos de cachoeira e as práticas de atividades físicas ao ar livre. Que proporcionam o desenvolvimento de práticas sustentáveis no município. Do mesmo modo, surge a necessidade de uma melhor proteção das áreas ambientais, possibilitando a criação de parques municipais ou outras estruturas de lazer que possam atender o público com conforto e segurança. Exemplo semelhante ao contexto da geodiversidade no norte de Minas Gerais (Aguiar e Moreira, 2024).

No caso de Ibiapina, o inventário pode fomentar o potencial paisagístico e ecoturismo com a utilização de diversas práticas de esportes de aventura e radicais, além disso, possibilita o desenvolvimento de pesquisas científicas na região.

Mapear o potencial da geodiversidade no município da Ibiapaba é um desafio que possibilita aos gestores públicos planejarem as ações de turismo ecológico de forma sustentável, além de visibilizar a região no circuito do turismo estadual e intraestadual na região entre os estados do Ceará e do Piauí, como por exemplo, no contexto da bacia do Parnaíba.

O potencial ecológico do inventário constitui-se como campo prático da produção científica e da valorização do território. Deste modo, limita-se ao presente estudo o levantamento da quantificação da geodiversidade (Meira e Silva, 2021). Assim, como a necessidade de proteção da Ibiapaba no contexto regional (Moura-Fé, 2018).

No contexto mundial, o geoturismo vem sendo discutido por (Tessema et al., 2021; Resmi, 2023), onde a geodiversidade ganha novas concepções do valor geomorfológico. A geodiversidade, neste caso, possibilita avaliação dos elementos paisagísticos com base na relação científica, cultural, social e educacional Figura 6.

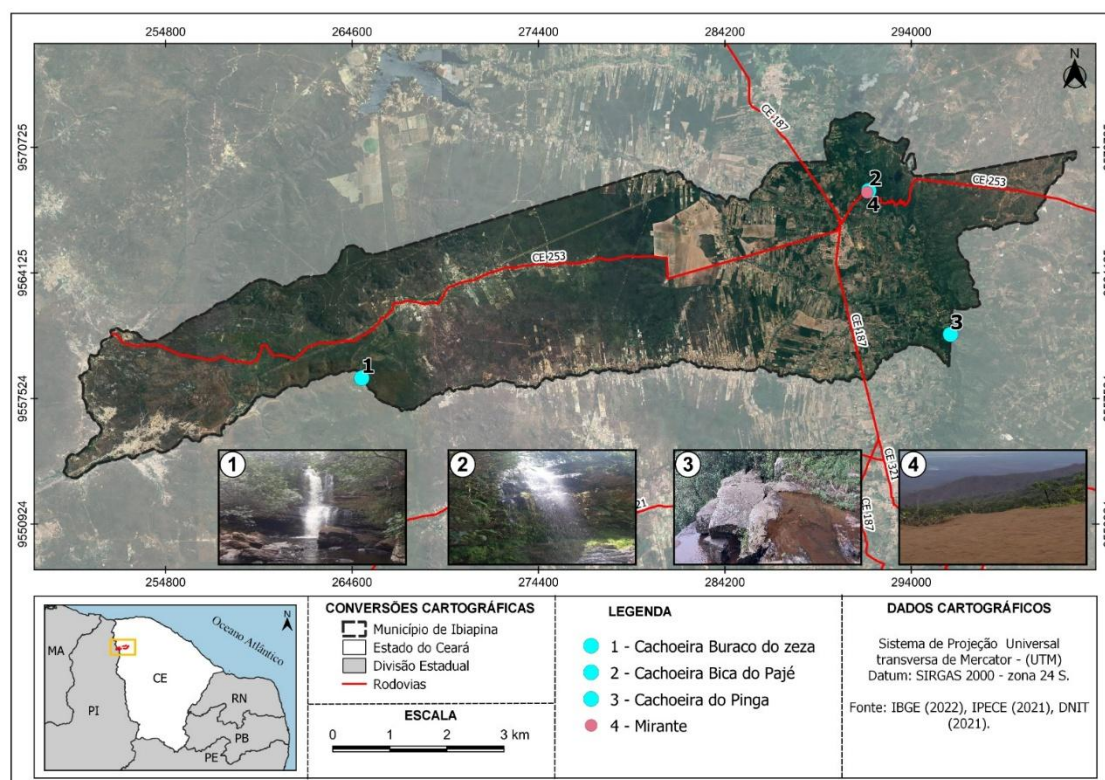


Figura 6. Mapeamento da Geodiversidade do Município de Ibiapina-CE.

Ademais, destacamos que são necessários reformulações nas políticas municipais de turismo, objetivando valorizar o patrimônio ambiental, material e imaterial de Ibiapina, no sentido de fomentar o desenvolvimento sustentável comunitário, respeitando as múltiplas inter-relações de importância social, econômica, cultural e ambiental envolvidas nesses processos, de maneira a estabelecer um equilíbrio adequado entre o processo de uso e ocupação da terra, assim como a educação ambiental nestes espaços segundo (Oliveira et al., 2024).

As limitações práticas destes estudos envolvem a necessidade de estudos complementares à gestão territorial, como o levantamento detalhado dos pontos turísticos e sua sinalização adequada com placas e informes, e um mapa síntese é um ponto de apoio regional, bem como a sua integração no circuito de turismo associado aos eventos culturais e religiosos

Conclusão

O reconhecimento da geodiversidade para o município de Ibiapina identifica áreas com potencial ecoturístico, como os pontos 1 Cachoeira Buraco do Zeza, 2 Cachoeira Bica do Pajé, 3 Cachoeira do Pinga e 4 Mirante.

As unidades geomorfológicas destacam que os pontos 2, 3 e 4 estão situados nas áreas de chapadas e platôs e o ponto 1 está situado na divisa dos degraus estruturantes e rebordos erosivos. Situados ainda entre as formações Jaicós e Tianguá na sua composição litogeológica.

O mapeamento de uso e cobertura da terra revela que cerca de 24% da área é utilizada para fins de extrativismo, pastagem e cultivo da agricultura, o que gera risco de preservação do potencial paisagístico da região.

Com clima semiárido e uma precipitação média de 200 mm/ano, a região tem se destacado

existentes na região, como a rota mirante da Serra da Ibiapaba (Falcão et al., 2024), ou associado ao ecoturismo como estratégia vinculada ao planejamento da paisagem (Moraes de Jesus et al., 2024).

Os apontamentos realizados ao longo da (Tabela 1), indicam, por exemplo que o potencial ecológico dos pontos 1, 2 e 3, possuem um potencial Científico, Didático, Ecológico, Cultural e Estético muito elevado. Ficando o ponto 4, com classificação Elevada. Em relação aos aspectos de Acessibilidade os pontos 1, 2 e 3, apresentam Baixa classificação, em relação ao aspecto de Proteção a classificação variou de Baixa a Elevada.

Essa classificação da geodiversidade, indicam por exemplo, a necessidade de investimentos estratégicos para garantir o acesso adequado dos visitantes, a segurança dos espaços e a promoção da educação cultural e ecológica da área.

com cerca de 9.491,5 m³ de lenha produzida e 291 mil toneladas produzidas de carvão vegetal nas últimas duas décadas, o que tem gerado uma alteração da paisagem local.

Com isso, ressalta-se que o mapeamento da geodiversidade subsidia a gestão do território, além de demonstrar o real potencial ecoturístico da região. Os limites esbarram na sensibilidade do poder público em planejamento adequado às formas de uso do território.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa, a FUNCEME, ao Projeto MapBiomias e ao IBGE pela disponibilização dos dados.

Referências

- Ab'Saber, A. N. 1970. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. *Geomorfologia*, V, 20, 1-26. https://biblio.fflch.usp.br/absaber_an_1348920_provinciasgeologicas.pdf
- Aleksova, B., Milevski, I., Lukić, T. *et al.* 2025. Preliminary assessment of hydrological heritage in north Macedonia: A novel contribution to geodiversity

- protection. *Geoheritage* 17, 47. <https://doi.org/10.1007/s12371-025-01098-1>
- Balaguer, L. P., Garcia, M. Da G. M., Reverte, F. C., & Ribeiro, L. M. 2023. Em que medida os serviços ecossistêmicos fornecidos pela geodiversidade são afetados por impactos antrópicos? Um estudo quantitativo em Caraguatatuba, litoral sudeste do Brasil. *Land Use Policy*, v131. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106708>

- Brandão, R. L., Freitas, L. C. B. 2014. Geodiversidade do estado do Ceará. Programa Geologia do Brasil levantamento da Geodiversidade. Fortaleza. CPRM. 214p.
- Brilha, J. 2005. Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na vertente geológica. Editores Palimage. Braga, Portugal.
- Cañadas, E. S, Ruiz Flaño, 2007. P. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial: el caso de Tiermes-Caracena (Sorial). *Botetín de la asociación de geógrafos Españoles*, La Rioja, N. 45, P. 79-98.
- Carrión-Mero, P, Dueñas-Tovar, J, Jaya-Montalvo, M, Berrezueta, E, Jiménez-Orellana, N. 2022. Geodiversity assessment to regional scale: ecuador as a case study, *Environmental science & policy*, V 136, Pages 167-186. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.06.009>.
- Chrobak, A, Novotný, J, Struś, P. 2021. Geodiversity assessment as a first step in designating areas of geotourism potential. case study: Western Carpathians. *Frontiers in earth science*. V9. DOI=10.3389/Feart.2021.752669. ISSN=2296-6463
- Claudino-Sales, V. 2021. Geodiversity And Geoheritage In The Perspective Of Geography. *Bulletin Of Geography. Physical Geography Series*, (21), 45–52. <https://doi.org/10.2478/bgeo-2021-0008>
- Claudino-Sales, V. 2024. Geodiversidade e geopatrimônio em uma leitura geográfica. *Revista Equador*. v.13(n1). <https://doi.org/10.26694/equador.v13i1.14421>
- Cojocar, O. 2022. Initial research using GIS to examine anthropic modified ecosystem. *Natural resources and sustainable development*, vol. 12, no. 1, 173-188 ref. 18 ref. doi:10.31924/nrsd.v12i1.098, 2601-5676 2066-6276.
- CPRM. Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. 2020. Geodiversidade. Brasília Disponível em> <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/14692> < Acesso em 20 mar 2025.
- CPRM. Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. 2006. Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geodiversidade do Brasil. Brasília: CPRM, 1 MAPA. Escala 1:2.500.000.
- Do Nascimento, M.A.L., Da Silva, M.L.N., De Almeida, M.C. 2021. evaluation of typologies, use values, degradation risk, and relevance of the Seridó Aspiring UNESCO Geopark Geosites, Northeast Brazil. *Geoheritage* 13, 25. <https://doi.org/10.1007/S12371-021-00542-2>
- Falcão, E. C., Silva, E. V., Fernandes, L. M. M. 2024. A geoecologia das paisagens como contributo ao planeamento de rotas turísticas no ceará – Brasil. v22, n3. *Revista Estudos Geográficos* ISSN: 1678—698X.
- Fonseca, C. De O., Gonçalves, D., Lage, N., & Elmiro, M. A. T. 2023. Sensoriamento remoto e métricas da paisagem como ferramentas de análise do potencial de ecoturismo em unidades de conservação: estudo de caso no parque estadual serra do Intendente – MG - Brasil. *Caminhos de Geografia*, 24(92), 166-176. <https://doi.org/10.14393/rcg249263292>
- Gray, M. 2013. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Chichester: John Wiley & Sons, 495p.
- Lima, S., S., Cordeiro, J., L., P., Teixeira, L., P., Maia, R., P., Silva, M., V., C., Moro, M., F. 2022. Caracterização geográfica e dinâmica de uso da terra da Ibiapaba e seu entorno, Domínio Fitogeográfico da Caatinga. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.15, n.05.p 2500-2524.
- Lopes, L. S. O. 2017. Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico: aplicação no litoral do estado do Piauí. Tese Doutorado em Geografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/28468/1>. Acesso em 23 de Maio de 2023.
- Lourenço, B. F. M., Caracristi, I. 2016. Uso dos recursos naturais: desafios das populações do entorno do parque nacional de Ubajara (CE). *Revista de geociências do nordeste*, 2, 1279–1288. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2016v2n0id10594>
- Maia, M. A. M., Pfaltzgraff, P. A. S., Lacerda, A., Dantas, M. E., Conceição, R. A. C. 2024. *Guia de procedimentos técnicos do departamento de gestão territorial: volume 5 - versão 4 levantamentos da geodiversidade 1:100.000 a 1:50.000*. Rio De Janeiro: Serviço Geológico Do Brasil. Chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj /https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/24804/1/guia_procedimentos_tecnicos_deget_vol5_v4.pdf
- Mazzucato, E., Mucivuna, V. C., Toledo, D. D. L. C. B., Garcia, M. Da G. M. 2024. Patrimônio geomorfológico brasileiro: análise das publicações sobre inventários de geomorfossítios. *Revista brasileira de geomorfologia*, [S. L.], V. 25, N. 2, DOI: 10.20502/Rbgeomorfologia.V25i2.2433.

- Disponível Em:
<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2433>. acesso em: 19 mar. 2025.
- Meira, S. A., & da Silva, E. V. 2021. Índice de geodiversidade do parque nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. *Revista de geociências do nordeste*, 7(2), 35–40. <https://doi.org/10.21680/24473359.2021v7n2id20534>
- Meira, S. A., & De Moraes, J. O. 2017. Os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação: abordagens sobre o papel da geografia no estudo da temática. *Boletim de geografia*, 34(3), 129-147. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v34i3.29481>
- Meira, S. A., Nascimento, M. A. L. Do, & Silva, E. V. Da. 2024. Inventário e avaliação do geopatrimônio do parque nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. *Caminhos de Geografia*, 25(97), 44–64. <https://doi.org/10.14393/rcg259765555>
- Moraes de Jesus, D. M., Vicente Da Silva, E., & Borges Machado, A. M. 2024. Ecoturismo como estratégia de educação ambiental orientado pelo planejamento da paisagem. *Caderno Prudentino De Geografia*, 2(46), 42–60. Recuperado de <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/10482>
- Moura-Fé, M. M. 2019. Caracterização geológica-geomorfológica da Ibiapaba setentrional (Ceará, Brasil). *Revista de Geociências do Nordeste, [S. L.]*, V. 5, N. 1, P. 01–21. DOI: 10.21680/2447-3359.2019v5n1id15427. Disponível Em: <https://periodicos.ufn.br/revistadoregne/article/view/15427>. Acesso Em: 19 Mar. 2025.
- Moura-Fé, M. M. 2018. Proteção ambiental da geodiversidade da Região da Ibiapaba (Ceará, Brasil): quadro estabelecido e novas possibilidades. *Ciência e Sustentabilidade - CeS v. 4, n.1, p. 178-199*.
- Nascimento, F. R., Sobrinho, J. F. 2020. Reflexões teóricas geodiversidade e abordagens em estudos ambientais (In): Falcão Sobrinho, José, Rodrigues do Nascimento, Flávio, & Claudino Sales, Vanda. Geodiversidade: Abordagens teóricas e práticas. Geografia do semiárido, volume 6. Sertãoocult. Doi: <https://doi.org/10.35260/87429403-2020>
- Nascimento, M. A. L., Silva, M. L. N., Moura-Fé, M. M. 2020. Os serviços ecossistêmicos em geossítios do geopark Araripe (CE), nordeste do Brasil. *Anuário do instituto de geociências – UFRJ*. v43(n4). p.119-132. https://doi.org/10.11137/2020_4_119_132
- Nieto, L. M. 2001. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín geológico y minero*, S.L., V. 112, N. 2, P. 3-12.
- Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura. 2025. Dia Internacional da Geodiversidade. <https://www.unesco.org/en/days/geodiversity>
- ONU. Organização das Nações Unidas Brasil. 2025. Nações Unidas Brasil. ODS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/15>
- Oliveira Terto, M. L., Diniz, M. T. M., Araújo, I. G. D., Queiroz, L. S. 2024. Method for evaluating the hydrological heritage of geodiversity: Case study in the Cerrado enclave–Rio Grande do Norte, Brazil, *Geomorphology, Volume 460*, 109265, ISSN 0169-555X, <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109265>.
- Oliveira, M. P. C. V., Lopes, J. S., Aquino, C. M. S. 2024. Etapas da geoconservação no contexto do município de alto Longa-PI: Apontamentos iniciais. À educação ambiental e à conservação de elementos da geodiversidade. V18(N49). <https://doi.org/10.18227/2177-4307.acta.v18i49.8074>
- Oliveira, P. C. A., Pedrosa, A. S., Rodrigues, S. C. 2013. Uma abordagem inicial sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e patrimônio geomorfológico. *Ra' Ega*. Curitiba: V. 29, p. 92 - 114.
- PMI. Prefeitura Municipal de Ibiapina. 2022. Plano Diretor Participativo e Plano de Mobilidade Urbana de Ibiapina. Ibiapina. Disponível em> <https://www.ibiapina.ce.gov.br/publicacoes.php?id=554> Acesso em 4 de Dezembro de 2025.
- Panizza, M. 2001. Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, V. 4-6, N. 46, P. 4-5.
- Rabelo, T. O, Lima, Z. M. C, Nascimento, M. A. L. 2021. Inventariação de Geossítios/Sítios da geodiversidade costeiros no setor sudeste da Ilha do Maranhão, MA-Brasil. *Revista de Geografia, [S. L.]*, V. 38, N. 3, P. 96–116. DOI: 10.51359/2238-6211.2021.248042. Disponível <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/248042>. Acesso Em: 19 Mar. 2025.
- Resmi, M.R. 2023. geomorphological heritage assessment and potential geotourism prospects: a case study from Chambal

- River. *Geoheritage* 15, 78.
<https://doi.org/10.1007/s12371-023-00833-w>
- Reynard, E., Panizza, M. 2005. Géomorphosites: définition, évaluation et cartographie: une introduction. *Géomorphologie: relief, processus, Environment*. Paris, N.3, P. 177-180.
- Ross, J. L. S. 2011. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do departamento de geografia*, 6, 17-29. <https://doi.org/10.7154/rdg.1992.0006.0002>
- Ruban, D. A. 2011. How diverse should be geodiversity? Reply to knight “evaluating geological heritage” proc. Geol. Assoc, *proceedings of the geologists' association*, volume 122, issue 3, pages 511-513. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2010.12.009>.
- Rynard, E., Coratza, P. 2013. Scientific research on geomorphosites: a review of the activities of the iag working group on geomorphosites over the last twelve years. *Geog. Fís Dinam Quat*. N. 36.
- Santos, F. L. De A., Rodrigues Do Nascimento, F., Claudino Sales, V. 2020. Ciclo dos supercontinentes e reflexos morfoestruturais no noroeste do Ceará/Brasil. *Ateliê Geográfico*, Goiânia, V. 14, N. 2, P. 67-90. DOI: 10.5216/Ag.V14i3.63793. Disponível Em: <https://revistas.ufg.br/ateliê/article/view/63793>. Acesso Em: 19 Mar. 2025.
- Sharples, C. 2002. Concepts And Principles Of Winge, M., Schobbenhaus, C., Souza, C.B.G., Fernandes, Geoconservation. Tasmanian Parks And Wildlife Service, A.C.S., Berbert-Born, M., Sallun-Filho, W. & Queiroz, E.T. Electronic Publication, 81p.
- Sharples, C. A. 2002. concepts and principles of geoconservation. publicado eletronicamente pela tasmanian parks and wildlife service website. Disponível Em: <http://dpiwwe.tas.gov.au/documents/geoconservation.pdf>. Acesso Em: 20 De Mar. 2025.
- Silva, K. B., Amorim, R. R. 2022. Geosystem approach assisting water resources management in Brazil. *Environ Earth Sci* 81, 57. <https://doi.org/10.1007/s12665-022-10166-6>
- Souza, M.J. N. Et Al. 1978. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. Fortaleza. *Rev. de Geologia*, N 1. 1978.
- Tessema, G.A., van der Borg, J., Minale, A.S. et al. 2021. Inventory and assessment of geosites for geotourism development in the eastern and southeastern lake tana region, Ethiopia . *Geoheritage* 13, 43. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00560-0>
- Tukiaianen, H., Toivanen, M, Maliniemi, T. 2022. Geodiversity and biodiversity. *The geological society of London*, ISSN0305-8719, Pages31-47.
- Vieira, A., Cunha, L. 2006. Patrimônio geomorfológico: do conceito ao projeto. *Publicações da associação portuguesa de geomorfólogos*. V. 3, P.147 - 153.
- Zarnetske, P. L., Leia, Q. D., Sydne, R., Gaddis, K. D., Pau, S., Hobi, M. L., Malone, S. P., Costanza, J., Dahlin, K. M., Latimer, A. M., Wilson, A. M., Grady, J. M., Ollinger, S. V., Finley, A. O. 2019. Towards connecting biodiversity and geodiversity across scales with satellite remote sensing. *Global ecology and biogeography*. V28. <https://doi.org/10.1111/geb.12887>