



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 10, n° 2 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n2ID37101>



## **Patrimônio geomorfológico e identificação de potenciais geomorfossítios no município de Ubajara – CE /Brasil**

### ***Geomorphological heritage and identification of potential geomorphosites in the municipality of Ubajara - CE/Brazil***

**José Falcão Sobrinho<sup>1</sup>; Nayane Fernandes de Sousa<sup>2</sup>; Cleire Lima da Costa Falcão<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGE) da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral, Brasil. E-mail: [falcao.sobral@gmail.com](mailto:falcao.sobral@gmail.com).

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-7399-6502>.

<sup>2</sup> Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/RPES/CNPq – PROPGE/UVA, Sobral, Brasil E-mail: [nayanebsousa@gmail.com](mailto:nayanebsousa@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4108-9411>

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: [cleirefalcao@gmail.com](mailto:cleirefalcao@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2250-0236>

**Resumo:** Geomorfossítios são definidos por feições do relevo em que um valor é atribuído e apresentam dimensões variadas. Com o objetivo de identificar os potenciais geomorfossítios do município de Ubajara – CE, estes foram identificados a partir de uma avaliação preliminar, considerando os parâmetros de raridade, representatividade, relevância cultural, estética e ecológica, como também o conhecimento científico, além da caracterização dos aspectos físicos e por meio dos trabalhos de campo com base na metodologia de Santos *et al.*, (2020). Os geomorfossítios propostos por este estudo foram dois, que são classificados espacialmente como complexos geomorfológicos e grupos de formas de relevo, os quais ao serem delimitados e descritos evidenciam as potencialidades e geodiversidade do município.

**Palavras-chave:** Geomorfossítios; Patrimônio Geomorfológico; Geoturístico.

**Abstract:** Geomorphosites are defined by relief features in which a value is assigned and have varied dimensions. In order to identify the potential geomorphosites of the municipality of Ubajara - CE, these were identified from a preliminary evaluation, considering the parameters of rarity, representativeness, cultural, aesthetic and ecological relevance, scientific knowledge, as well as the characterization of physical aspects and through field work based on the methodology of Santos *et al.*, (2020). The geomorphosites proposed by this study were two, which are spatially classified as geomorphological complexes and relief shape groups, which when delimited and described evidence the potentialities and Geodiversity of the municipality

**Keywords:** Geomorphosites; Geomorphological Heritage; Geotouristic.

Recebido: 27/07/2024; Aceito: 28/08/2024; Publicado: 30/09/2024.

## 1.Introdução

O relevo constitui-se como um elemento norteador deste artigo, pois trata-se de uma unidade de análise indispensável. É um dos elementos fundamentais do ambiente natural, exibindo uma diversidade impressionante de formas e também de acordo com Falcão Sobrinho (2007; 2020) o relevo é o palco das atividades humanas, ocorrem desde a construção de habitações até o uso e exploração da Terra. Nesse contexto, uma análise detalhada das características e dos processos relacionados à evolução geomorfológica fornece dados cruciais para a conservação e preservação das condições ambientais.

O patrimônio geomorfológico é constituído por um conjunto de geomorfossítios, ou seja, áreas naturais onde os atributos principais estão relacionados à dinâmica geomorfológica e as formas de relevo, em diferentes escalas aos quais é atribuído algum tipo de valor como econômico, cultural, dentre outros. Através da valorização da geodiversidade e de seu patrimônio seja ele geológico ou geomorfológico, contribui-se para o uso sustentável e conservação destes territórios e seu entorno. Aos quais são atribuídos valores (científico, ecológico, cultural, turístico, didático, estético, dentre outros) para a sociedade e quando apresentam valores excepcionais, devem ser alvos de medida de geoconservação (LOPES, 2017).

Trata-se de temas atuais e necessários ao avanço da Ciência e da própria humanidade, haja vista a grande dependência da espécie humana em relação a elementos da parcela abiótica do meio natural, como por exemplo, os recursos minerais. Por conta da notoriedade à qual vem ganhando, autores em diversos países tem buscado evidenciar os valores desses elementos com o intuito de valorização e conservação dos mesmos, ao mesmo tempo que busca uma padronização metodológica.

O patrimônio atrelado à uma preocupação ambiental, tem desenvolvido junto aos aspectos socioeconômicos e até mesmo a nível legislativo, um movimento no âmbito da sensibilização e conservação patrimonial em diversos países, incluindo o Brasil. Atualmente as sociedades e a opinião pública exibem um maior interesse em relação às temáticas relacionadas com a condição do ambiente, com a paisagem e a sua proteção e com o patrimônio natural, em virtude do agravamento das condições ambientais provocadas pelas atividades antrópicas e agressões cometidas sobre o ambiente.

A importância dada à proteção ambiental e de sensibilização, geralmente não são interligadas a valoração do patrimônio, especificamente ao patrimônio geomorfológico este enquanto recurso ambiental, turístico ou mesmo enquanto suporte da vida e palco das atividades humanas. A reduzida consideração por este tipo de patrimônio é particularmente grave a nível governamental, condicionando o desenvolvimento de políticas de cunho preservacionistas e de divulgação.

Segundo Reynard et al. (2007) diversas tentativas têm sido feitas para avaliar qualitativamente o patrimônio geomorfológico e ressalta a importância de analisar estes locais de acordo com os valores científicos, estéticos, econômicos, culturais e ecológicos, existem propostas diversas de aplicação que dificultam em uma unificação os estudos geomorfológicos, por apresentarem complexidade de representação.

Dada à importância da temática no âmbito internacional e nacional, tornam-se imprescindíveis estudos mais específicos. Devido à grande variedade de processos geomorfológicos existentes, a classificação adotada pode ser pautada nos sistemas morfogênicos que originam e modelam os geomorfossítios, que podem ser do tipo fluvial, cárstico, estrutural, lacustre, entre outros.

Faz-se necessário o estudo dessa temática tanto no âmbito teórico como ambiental, baseado nesses conceitos objetiva-se com o presente artigo identificar os potenciais geomorfossítios no município de Ubajara – CE. A escolha dessa área deve-se a importância que a mesma representa para o desenvolvimento turístico, ambiental e socioeconômico do município e seu entorno, por apresentar uma geodiversidade plural. O município de Ubajara situa-se a noroeste do estado do Ceará no Planalto da Ibiapaba (FALCÃO SOBRINHO, LIMA, (2024), com aproximadamente, 421km<sup>2</sup> de extensão (Figura 1).

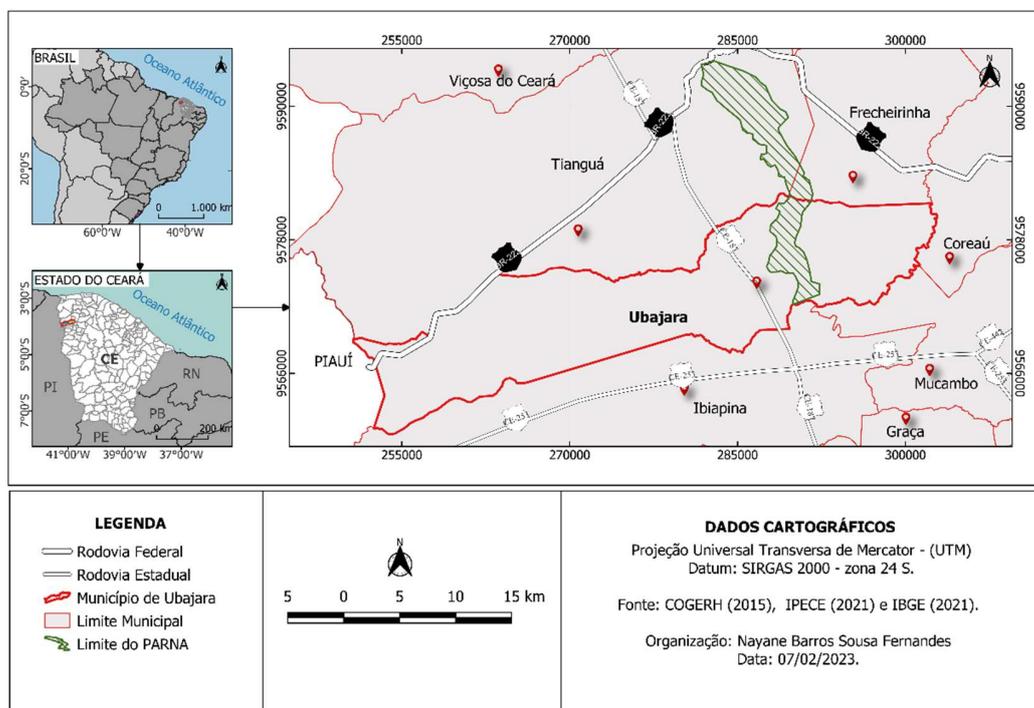


Figura 1 – Localização do município de Ubajara -CE.

Fonte: Os autores (2023).

O município é conhecido por seus cenários exuberantes, com modelados em escarpa, gruta, cânion, morros, áreas aplainadas e caracterizado como um dos mais belos exemplares de relevo cárstico do Brasil e este encontra-se dentro do Parque Nacional de Ubajara, que abriga o mais importante patrimônio espeleológico do Ceará (VERÍSSIMO, 2005). É uma área que apresenta potencialidades geoturísticas, dada a incidência de numerosos atrativos naturais, como cachoeiras, cavernas, mirantes entre outros.

## 2. Aporte teórico

A natureza é composta por dois elementos fortemente conectados, interdependentes e inseparáveis: a biodiversidade e a geodiversidade. A manutenção da integridade dos mesmos é fundamental para a qualidade devida da sociedade e determinante para o equilíbrio dos ecossistemas (BORBA, 2011).

Desde o início dos anos 90 o termo biodiversidade aparece definido de forma inequívoco, foi formalmente definido na Segunda Convenção sobre Diversidade Biológica, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Entendido como diversidade biológica, a variedade de elementos bióticos sobre a terra. No presente, são numerosos os procedimentos que permitem valorar a biodiversidade, metodologias que contam com ampla aceitação e difusão. (SERRANO *et al*, 2007).

Contrariamente, ao conceito de biodiversidade, já muito visionado e percebido pelo público através dos notáveis documentários existentes, o conceito de geodiversidade é ainda praticamente desconhecido para o cidadão. Enquanto a biodiversidade se refere à componente viva da natureza (biótica), a geodiversidade refere se à componente não viva da natureza (abiótica), (FORTE, 2008, p.26).

Diversos autores tem se inclinado nos últimos anos sobre a temática geodiversidade seja a nível internacional (STANLEY, 2001; SHARPLES, 2002; GRAY, 2004; KOSLOWSKI, 2004; SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007), seja a nível nacional (BRILHA, 2005; PEREIRA, 2006; etc.). Não sendo a proposta dessa pesquisa analisar toda a temática referida à geodiversidade, bem como todos os autores associados à mesma, torna-se importante explicitar de forma

objetiva, este conceito e como alguns autores utilizam-no, por se tratar de um tema de grande relevância no âmbito científico, ambiental e social.

O termo geodiversidade foi apresentado pela primeira vez à comunidade científica durante a Conferência de Malvern, sobre a Conservação Geológica e Paisagística, realizada no Reino Unido, em 1993. No entanto, só ganhou maior propagação a partir da publicação do artigo Geodiversity, de autoria de Mick Stanley em 2000 na revista trimestral Ciências da Terra, do Reino Unido.

Inicialmente, o tema era utilizado de forma restritiva como em Stanley (2001 apud Gray, 2004, p. 7) em que se define geodiversidade como o elo entre pessoas e cultura, variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que fazem essas paisagens, rochas, minerais, fósseis e solos que fornecem a estrutura para a vida na Terra.

Segundo Sharples (2002), geodiversidade é a diversidade de características, conjuntos, sistemas e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, dotados de valores intrínsecos, ecológicos e antropocêntricos.

Gray (2013, p. 12) define a geodiversidade como a variedade natural (diversidade) de feições geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (geofomas, relevo, processos físicos), pedológicas e hidrológicas. Isso aumenta os sistemas e contribuições para as paisagens.

Koslowski et al. (2004), define geodiversidade considerando-a uma variedade natural da superfície terrestre, em seus aspectos geológicos, geomorfológicos, de solo e águas superficiais (nascentes, pântanos, lagos e rios), bem como outros sistemas resultantes de processos naturais ou atividades humanas.

Serrano e Ruiz-Flãno (2007) seguem a mesma linha de pensamento, definem geodiversidade como a variabilidade da natureza abiótica, incluindo os elementos litológicos, tectônicos, geomorfológicos, solos, processos hidrológicos, topográficos e físicos na superfície das terras, mares e oceanos, gerados por processos naturais, endógenos e exógenos, sistemas e pelo homem. O fator antrópico traz uma complexidade muito grande, considerando a aplicação prática do conceito, uma vez que tornará mais difícil a definição do que faz e do que não faz parte da geodiversidade (CARCAVILHA *et al.*, 2008).

Nieto (2001, p. 70, tradução nossa) afirma que a geodiversidade é a variedade de estruturas e materiais geológicos que constituem o substrato físico de uma região, sobre o qual se baseia a atividade orgânica, incluindo a atividade antrópica, atividade essa capaz de modificar o ambiente.

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) definiu geodiversidade como o estudo da diversidade abiótica (meio físico) considerando diferentes ambientes, composição, fenômenos e processos que dão origem as paisagens, rochas, solos, clima e outros depósitos superficiais. Nesse contexto a geodiversidade pode-se relacionar a algum tipo de valor seja intrínseco, cultural, estético, científico, econômico, educativo ou turístico (SILVA, 2008, p. 24).

Dado o objetivo de preservar e gerenciar os recursos físicos do planeta, vários autores têm debatido sobre os valores que esses recursos possuem na natureza. Um dos primeiros trabalhos que definiram um sistema de valores para a geodiversidade foi o de Gray (2004), que determinou 6 valores e 32 subvalores para os elementos da natureza. Os valores elencados por Gray (2004) são: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional e científico/educacional (Tabela 1)

*Tabela 1 – Valores da geodiversidade*

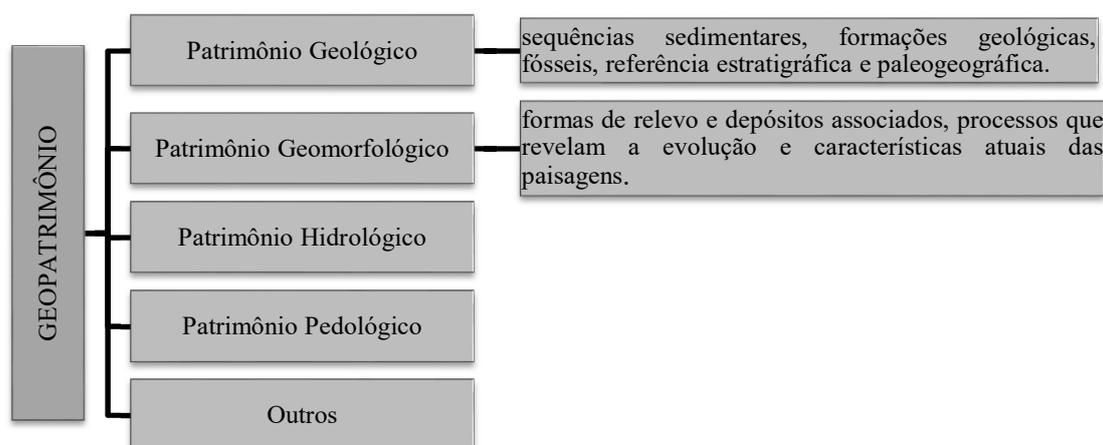
|                  |   |
|------------------|---|
| Valor intrínseco | Refere-se à crença ética de que, no caso específico da geodiversidade, possuem valor próprio de existência, algo que é inerente ao que pode ser útil ou não para o homem. É o valor mais difícil de descrever, por envolver dimensões éticas e filosóficas da relação entre sociedade e natureza.   |
| Valor cultural   | É facilmente percebido, ele se revela nas inúmeras relações que existem entre a sociedade e o ambiente físico, no qual está inserido e ao qual ele pertence. Há uma estreita conexão entre os elementos da geodiversidade e as comunidades humanas. Esses elementos podem influenciar a ocupação de determinada região, o uso para sobrevivência e desenvolvimento, a toponímia local, o folclore, a religiosidade e a identidade cultural dessas populações. |
| Valor estético   | Conceito bastante subjetivo, logo difícil de ser avaliado, por se tratar de uma apreciação estética e esta ser muito ligada à sensibilidade do ser humano. Torna-se mais fácil a avaliação quando o objeto é uma área com apelo a valorização turística, como exemplo de estruturas exuberantes geomorfológicas.  |
| Valor econômico  | Esta categoria de valor é facilmente reconhecida por sua tangibilidade e objetividade em comparação às outras. Por exemplo rochas, minerais, sedimentos, fósseis, água subterrânea, formas de relevo e solo são exemplos de elementos que, em determinadas concentrações e aplicações, podem ser atribuídos o valor econômico.  |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Valor funcional                | A geodiversidade exerce uma função essencial na regulação dos ecossistemas, abrangendo rochas, solos e relevo. Embora esses elementos muitas vezes sejam considerados imutáveis em relação ao desenvolvimento dos ecossistemas, na verdade possuem um papel funcional crucial nos sistemas ambientais tanto físicos quanto biológicos. As diversas combinações de elementos da geodiversidade podem oferecer funções úteis em diferentes paisagens, trazendo benefícios para a sociedade. |
| Valor científico e Educacional | O ambiente físico é um laboratório de pesquisa, o que evidencia um valor científico/educacional. Os estudos dos registros geológicos permitiram a reconstrução da história da Terra e a compreensão de fenômenos como mudanças climáticas globais. Além da pesquisa científica, os registros geológicos servem também para demonstrar, didaticamente, princípios e processos geológicos e geomorfológicos em diversos níveis de ensino.   |

*Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Gray (2004).*

Seguindo a concepção de geodiversidade e seus valores, esta tem enfoque na conservação e sustentabilidade do meio ambiente considerando as influências antrópicas, logo, se considerada como patrimônio abrange diversas temáticas. Devido à amplitude do tema, diversos autores, ao discutir sobre patrimônio geológico, geomorfológico e afins, consideraram mais apropriado o uso do termo geopatrimônio. Este engloba não apenas os aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), mas também os geomorfológicos (formas de relevo e processos), hidrológicos, climatológicos e do solo (Figura 2). Isso é feito com o devido respeito às particularidades de cada um, incluindo seus conceitos e métodos específicos.

Guimarães *et al.*, (2022), consideram adequados os elementos da geodiversidade, seus objetivos específicos e seus valores associados serem aplicados de forma particular, por exemplo as feições geomorfológicas ser referida como patrimônio geomorfológico, do mesmo modo para patrimônio geológico, patrimônio pedológico, entre outros.



*Figura 2 – Esquema classificatório do geopatrimônio.*

*Fonte: Os autores, adaptado de Rodrigues e Freire (2010).*

Para Reynard e Panizza (2005), o patrimônio geomorfológico, integrado ao geopatrimônio, representa o conjunto de geoformas e processos associados ao relevo capazes de expressar de forma singular uma parte da evolução da superfície da Terra. O relevo mantém uma memória geodinâmica que se sucede ao longo do tempo e por isso possui valores científico-educacional, histórico-cultural, estético e econômico/ social significativo.

Diversos termos são utilizados para descrever os elementos do patrimônio geomorfológico, incluindo ativos geomorfológicos, bens geomorfológicos, locais de interesse geomorfológico e geomorfossítios, derivado do termo em inglês “geomorphosites”. De acordo com Lopes (2017) Geomorfossítio são representações de relevos, depósitos ou processos geomorfológicos presentes em uma paisagem, e podem ser identificadas em diversas escalas, a estes elementos são atribuídos valores (científicos, educacionais, culturais, turísticos, entre outros) mantendo interação com outros componentes da geodiversidade, incluindo aspectos biológicos e culturais.

Segundo Panizza (2001) um geomorfossítio é uma paisagem com particulares e significativos atributos que a qualificam como componente do patrimônio cultural (no sentido amplo) de determinado território. Os atributos que podem conferir valor são o científico, o cultural (no sentido restrito), o econômico e o cênico. Novamente, tem-se o valor científico atrelado ao cultural na avaliação de paisagens.

Geomorfossítio (geomorphosite), este termo foi proposto por Panizza (2001), cuja definição consiste em um geomorfossítio ser uma feição do relevo para qual um valor pode ser atribuído. De acordo com Reynard (2009a), além dos valores dos geossítios (científicos, em especial), há três aspectos específicos para os geomorfossítios: 1) Dimensão estética: a composição da paisagem geomorfológica em que é atribuído um alto valor estético. Geralmente esta é a característica central, todavia forçoso ressaltar que nunca deve ser o único aspecto a ser considerado, de forma que a expressão física precisa estar aliada à importância científica, assim como pode existir geomorfossítio sem valor estético; 2) Dimensão dinâmica: a observação dos processos dinâmicos naturais atuantes no relevo e/ou registro de processos passados. Quanto à atividade dos processos, Reynard (2009a) separa em Ativos, os processos geológicos/geomorfológicos estão ocorrendo, portanto, é possível e importante observá-los na superfície, e passivos (ou fóssil), nos quais o geossítio é a testemunha dos processos e/ou condições naturais não mais existentes. Em relação a esta dinâmica, em ambos os casos a interferência antrópica pode causar danos irreparáveis, ou pelo menos, irreversíveis na escala humana (REYNARD, 2009a). 3) Escalas: tanto geossítios quanto geomorfossítios não possuem um tamanho padrão a ser seguido, nem um máximo ou mínimo, podendo abranger formas isoladas ou grandes feições na paisagem, contudo, é importante que seus limites sejam bem delimitados. Reynard (2009a) exemplifica alguns tipos de escala, como forma isolada, objeto, grupo de feições e paisagem, ou seja, podendo ser em micro ou macroescala. O fator contrastante dos geomorfossítios é sua característica dinâmica, pois se observam os processos geomorfológicos atuando na evolução da forma. Todavia, sua particularidade é também a vulnerabilidade o que é um desafio de gestão, tendo em vista que os processos ativos levam à autodestruição da feição do relevo e até de outros processos (REYNARD, 2009a).

Nas últimas duas décadas, diversas tentativas têm sido feitas para avaliar qualitativamente o patrimônio geomorfológico, que tem sido feito de acordo com vários contextos, tais como: avaliação de impacto ambiental, inventário de patrimônio natural, promoção turística ou gestão de unidades de conservação.

Isto reforça a necessidade de adoção metodologias adequadas como também, medidas e estratégias de geoconservação, o que vem despertando grande interesse da comunidade científica, sendo um dos intuitos deste artigo de contribuir para o desenvolvimento de outros trabalhos na área.

### 3. Metodologia

As etapas metodológicas que nortearam esse trabalho foram estabelecidas com base em uma ampla revisão bibliográfica sobre as principais temáticas: valores da geodiversidade, geopatrimônio, patrimônio geomorfológico e geomorfossítios. Os trabalhos de campo auxiliaram na identificação e detalhamento das feições geomorfológicas e seus potenciais geomorfológicos.

Conforme citado anteriormente, o conceito de geomorfossítios refere-se as formas de relevo com determinado valor, valores estes que podem contribuir para o desenvolvimento sustentável do ambiente considerando seus potenciais geomorfológicos. O levantamento dos potenciais geomorfossítios considerou as áreas com contexto geomorfológico que representam a geodiversidade local, entre as áreas de interesse foram considerados dois geomorfossítios, estes com características distintas. Os critérios de escolha dos geomorfossítios basearam-se nas propostas metodológicas de Santos *et al.*, (2020), Santos *et al.*, (2022) e Reynard *et al.*, (2016).

O primeiro estabelece uma etapa de pré-seleção que ele chama de avaliação preliminar, essa etapa é uma das mais negligenciadas nos métodos de avaliação de geomorfossítios, por isso a importância em estabelecer uma relação e tornar um método de análise estrutural em aplicação. A segunda proposta estabelece alguns parâmetros para determinar os geomorfossítios considerando a escala espacial, temporal e sua dimensão dinâmica, esses parâmetros implicam em questões relacionadas diretamente com os valores, potenciais usos e riscos de degradação dos geomorfossítios. O terceiro autor defende a proposta de inventário relacionado diretamente com a geomorfologia regional, propondo o método dividindo em etapas como a definição dos principais contextos geomorfológicos, como as unidades morfoestruturais, morfoesculturais, processos, etc.

Com base na proposta de Santos *et al.* (2020) a avaliação preliminar necessita de dados geomorfológicos e suas formas, assim como de alguns critérios e pontuações para que não seja incluso geomorfossítios não relevantes a pesquisa em fases posteriores como inventário ou avaliação quantitativa, a tabela com os parâmetros utilizados e suas pontuações está representada na tabela 2.

**Tabela 2 – Parâmetros e pontuações necessárias para a Avaliação Preliminar**

| Parâmetros                        |                    | Pontuação              |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------|
| Parâmetros Centrais               | Representatividade | 1 – baixo              |
|                                   | Integridade        | 2 – médio              |
|                                   | Raridade           | 3 – alto               |
|                                   | Científico         | 4 – muito alto         |
| Parâmetros adicionais             | Ecológico          | 0 – nenhum             |
|                                   | Cultural           | 1 – baixo              |
|                                   | Estético           | 2 - médio<br>3 – médio |
| Parâmetros de uso e gerenciamento | Accessibilidade    | 1 – baixo              |
|                                   | Segurança          | 2 – médio              |
|                                   | Infraestrutura     | 3 – alto               |
|                                   | Visibilidade       |                        |

**Fonte:** Os autores, adaptado de Santos et al., (2020).

Após a avaliação preliminar, a identificação e localização dos potenciais geomorfossítios foi realizada com base nas características geomorfológicas e possíveis valores por eles apresentados, principalmente, o estético, cultural, ecológico, educacional, científico e geoturístico. Para a identificação dos pontos, foi utilizadas técnicas de geoprocessamento e relacionando com o conhecimento prévio e atividades de campo. Para elaboração dos mapas foi utilizado o software Qgis na versão 3.22, os dados adquiridos ao longo dos dois campos foram em formato de registros cartográficos, pontos e planilhas. Com suporte das imagens do Google Earth e do GPS(Global Positioning System) com finalidade de registrar as coordenadas (Tabela 3).

**Tabela 3 – Coordenadas dos potenciais geomorfossítios do município de Ubajara**

| Geomorfossítios       | Latitude      | Longitude      | Tipo       |
|-----------------------|---------------|----------------|------------|
| Cânion do Frade (GCF) | 3°49'55.70" S | 40°53'57.70" O | Panorâmico |
| Cones Cársticos (GCF) | 3°52'22.60" S | 41°7'13.78" O  | Área       |

**Fonte:** Os autores (2024).

A partir do levantamento das coordenadas e produção cartográfica, os registros e descrições se tornaram possível para um detalhamento maior dos potenciais geomorfossítios da área de estudo.

#### 4. Resultados e discussão

A partir da avaliação preliminar dois geomorfossítios foram nomeados para a área de estudo, considerando suas geoformas representativas assim como seus possíveis valores educativos, geoturístico e científico. Antes de descrever os potenciais geomorfossítios proposto para a área de estudo se faz necessário uma breve caracterização dos aspectos geológicos e geomorfológicos desses geomorfossítios.

No que consiste ao contexto geológico, a área de estudo apresenta litologias sedimentares e do embasamento cristalino, o Geomorfossítio Cântion do Frade(GCF) possui predomínio litológico do Grupo Serra Grande, formação basal da bacia do Parnaíba, de idade Paleozóica, diferentemente do seu entorno, o qual apresenta em maioria uma topografia rebaixada, onde a composição litológica apresenta-se bem mais diversificada e conseqüentemente complexa com a intercalação e sobreposição de diversos grupos geológicos de idades variadas (MOURA-FÉ, 2015).

A Formação Jaicós (Ssgj), é predominante no GCF, esta é constituída por arenitos de textura média a grossa, com espessura máxima estimada em mais de 400m, na borda nordeste da bacia. De coloração cinza-claro, predominantemente compostos de quartzo, apresentando uma seleção granulométrica irregular. Estes apresentam estratificação cruzada tabular e canalizada, além de laminações de argilito. Caputo e Lima (1984) interpretaram que a sedimentação regressiva desta formação se deu em sistemas de leques aluviais e deltaicos, nas áreas de afloramento, e em subsuperfície, também em frente de leque deltaico, o que potencializa os aspectos de erosão da área.

Já o contexto geológico do Geomorfossítio Cones Cársticos (GCC), tem predomínio litológico do Grupo Ubajara que é uma sucessão vulcano-sedimentar de plataforma do Neoproterozoico (650-850 Ma), constituída, de base a topo, pelas unidades das formações Caiçaras (sedimentos predominantemente argilosos e areno-argilosos, com ocorrência de arenitos finos), Trapiá-Frecheirinha (arenitos e calcários) e Coreáú (arenitos e grauvacas).

A Formação que representa a área do GCC é a Formação Frecheirinha (NP2uf) que tem origem em ambientes marinhos e é constituída por metacalcários calcíticos e dolomíticos, variando de cinza escura a cinza azulada, com granulação fina. Estes metacalcários são encontrados em estado puro ou com impurezas, formando camadas de margas, metassiltitos e quartzitos, frequentemente cortados por veios de calcita, conforme descrito por Pinéo et al. (2020).

No ponto de vista geomorfológico, a Ibiapaba é definida como sendo um *glint*, essa nomenclatura foi determinada por Peulvast e Vanney (2002) que descreveram o *glint* como sendo uma escarpa angular e ininterrupta originada pela intersecção discordante de uma formação sedimentar diretamente sobre o substrato erodido. Na Ibiapaba esse contato em *glint* ocorre entre a superfície sertaneja e as zonas mais elevadas do planalto, em geral podemos afirmar que *glint* é uma escarpa de grande porte.

O setor leste é reconhecido por seu front escarpado com suave vertente e uma cornija arenítica, a porção oeste do município apresenta uma geomorfologia diferente da parte do reverso úmido, caracterizados por rebordos erosivos e degraus estruturais, com caimentos abruptos e formação em cânion onde se localiza o Geomorfossítio Cântion do Frade. De acordo com Machado (2010) o GCF está inserido no padrão de formas de degraus estruturais e rebordos erosivos, caracterizado por um relevo acidentado constituído por vertentes predominantemente retilíneos e côncavos, declives e topos levemente arredondados, representam um relevo de transição.

O GCC está inserido nas formas de escarpa serrana, caracterizado por ser um relevo montanhoso, muito acidentado, representa um relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas, exemplificado na área pelo planalto sedimentar da Ibiapaba e pela superfície sertaneja. Em geral, a área do Geomorfossítio Cântion do Frade tem variação topográfica entre 440 a 680 metros de altitude, com declividade bem acetuada. Já o Geomorfossítio Cones Cársticos apresentam entre 200 a 440 metros, uma área mais rebaixada comparada com o primeiro geomorfossítio, como mostra a figura 3.

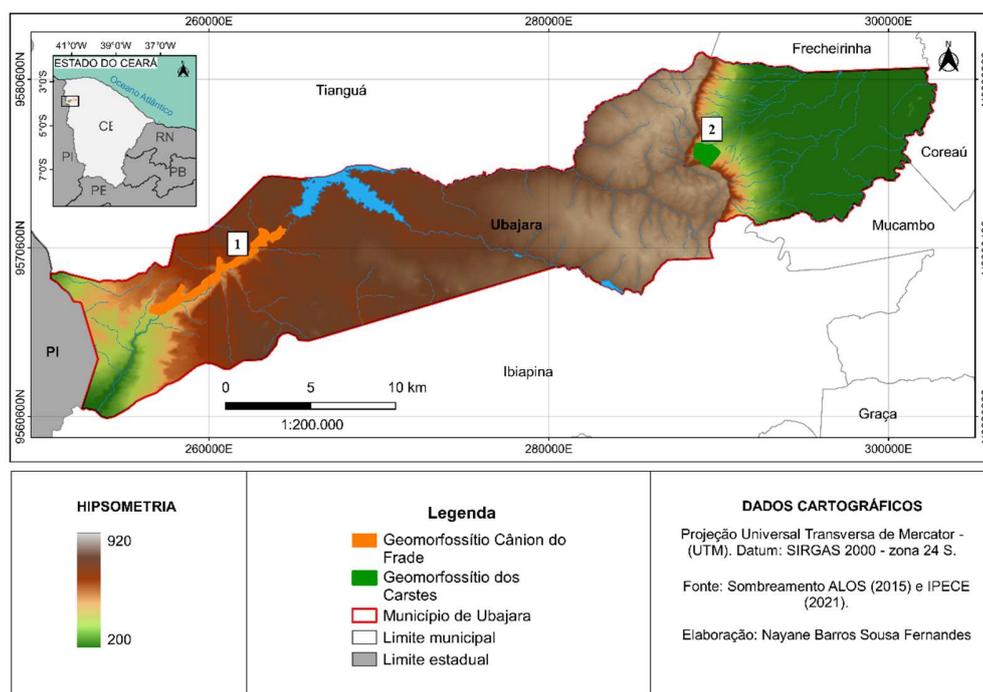


Figura 3 – Hipsometria dos geomorfossítios do município de Ubajara  
 Fonte: Os autores (2024).

Após a definição do contexto geológico e geomorfológico da área de estudo, os geomorfossítios foram selecionados para compor a lista preliminar. Dos seis geomorfossítios elencados, dois foram selecionados para compor a lista preliminar de geomorfossítios do município seguindo todos os parâmetros estabelecidos pela metodologia base, os demais não foram considerados tão relevantes no âmbito geoturístico, educativo e científico. Com base nesse índice a Tabela 4, apresenta uma breve caracterização desses geomorfossítios.

Tabela 4 – Potenciais geomorfossítios incluídos após a avaliação preliminar

| Local                 | Contexto geomorfológico | Contexto geológico           | Classificação espacial                 | Recursos                                  | Processos  |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------|--|---|--|
| Cânion do Frade – GCF | Planalto Sedimentar     | Bacia Sedimentar do Parnaíba | Superfície – Complexo geomorfológico   | Área de vale fechado em rebordos erosivos | Processos tectônicos (inativos) / Processos denudacionais (ativos) |
| Cones Cársticos - GCC | Superfície Sertaneja    | Embasamento Cristalino       | Superfície – Grupo de formas de relevo | Área de carste com lapias e cavernas      | Processos tectônicos (inativos) / Processos de dissolução (ativos) |

Fonte: Os autores (2024).

Espacialmente os geomorfossítios apresentam uma classificação diferente um como complexo geomorfológico, apresentando formas complexas e dinâmica própria em rebordos erosivos, o qual representa aproximadamente 19km<sup>2</sup> de extensão que segue até a depressão monoclinial da Ibiapaba e o outro com superfície em grupo de formas, caracterizado pelos cones cárticos como o próprio nome diz, trata-se de um grupo de forma pontual e local. Agregando as formas e processos fica evidente o potencial geoturístico e científico da área, os geomorfossítios catalogados representados na figura 4. Ambos se situam em áreas declivosas em contexto geológico – geomorfológico distinto.

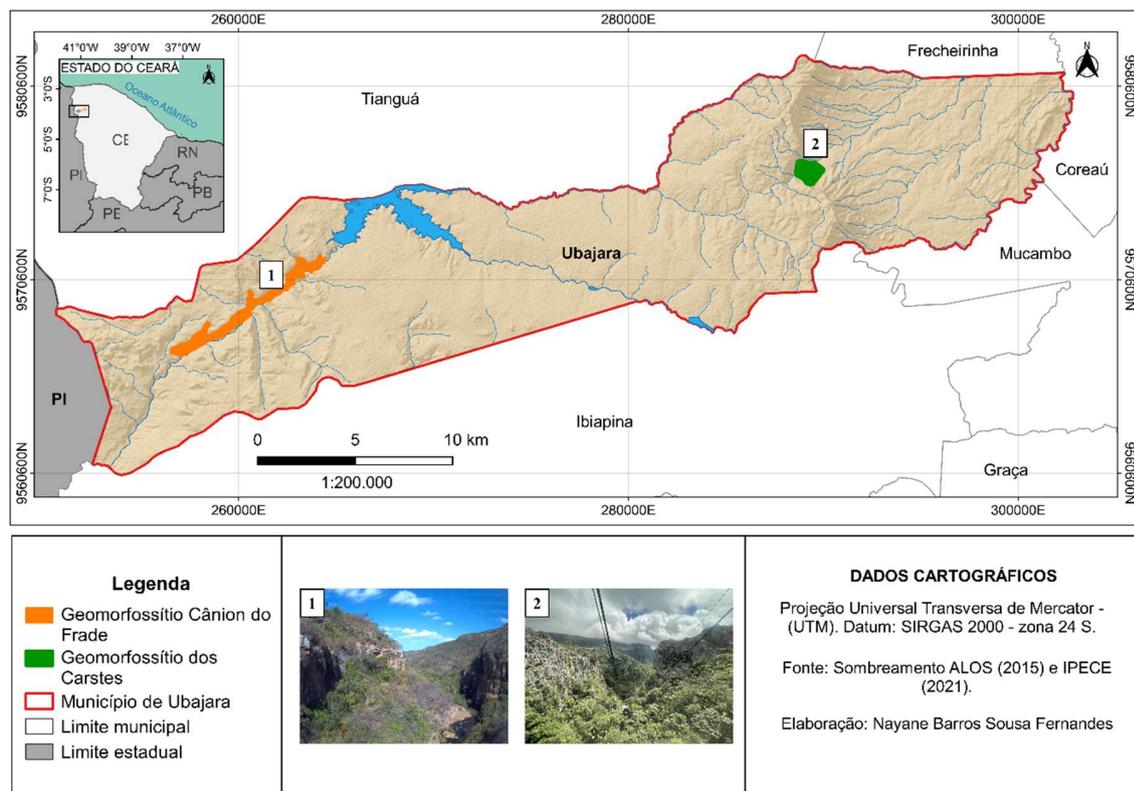


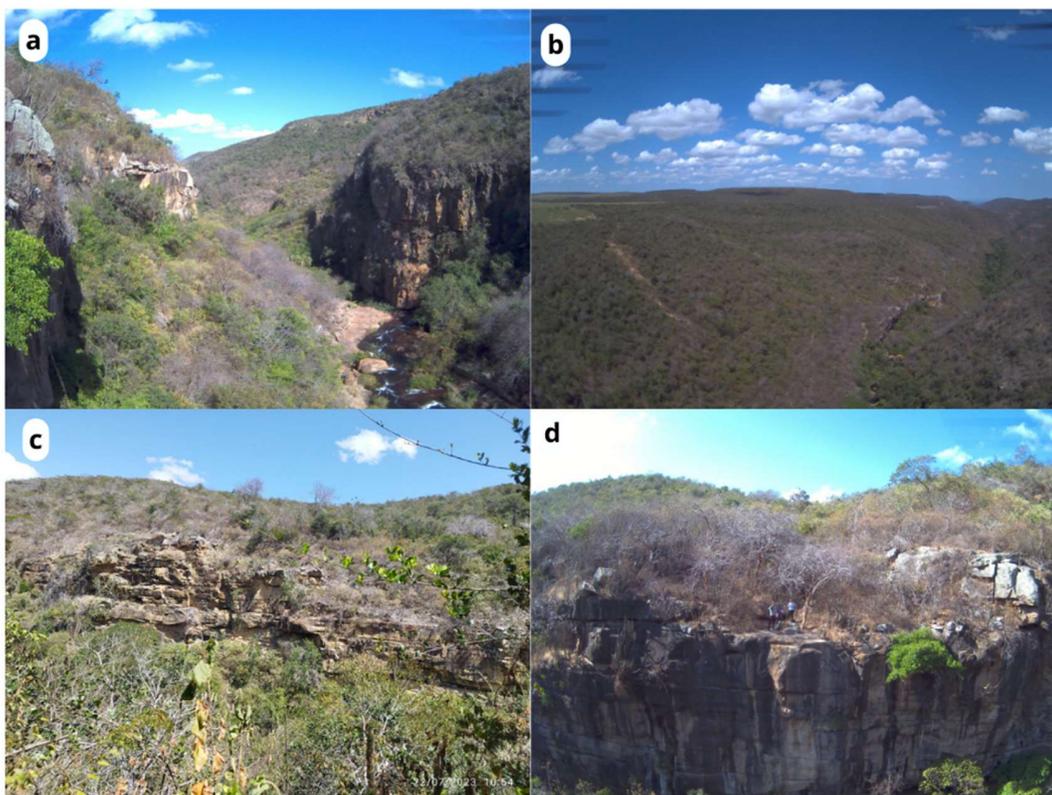
Figura 4 – Os geomorfossítios do município de Ubajara  
Fonte: Os autores (2024).

### Geomorfossítio Cânion do Frade (GCF)

Localizado no município de Ubajara (CE), especificamente no distrito de Jaburuna, apresenta altitude entre 440 a 680 metros, no sentido leste-oeste. O GCF apresenta extrema beleza cênica panorâmica, com grandes desfiladeiros, paredões rochosos imponentes que apresentam dezenas de metros entre o topo e o fundo da calha fluvial como na figura 5a e 5b. Em geral, a área tem limitações de acesso com trilhas extensas e os trechos não estão adequadamente sinalizados, mas, a área apresenta boa visibilidade evidenciando os processos erosivos e características das rochas que pertencem geologicamente ao Grupo Serra Grande, formação Jaicós composta em maioria por rochas areníticas, por se tratar de uma área sedimentar a sobreposição de sedimentos ao longo de milhares de anos, fica evidente na paisagem da estratificação paralela de rochas, ou seja, das camadas (figura c).

O CGF apresenta uma extensão de aproximadamente 19 Km<sup>2</sup>, uma área de complexidade geomorfológica com áreas em vale fechado e variação topográfica caracterizadas como degraus estruturais e rebordos erosivos, o que favorece as dez cachoeiras ao longo de sua extensão que acompanham a inclinação das camadas litológicas de origem sedimentar (figura 5a e 5b). Considerando os valores, esse geomorfossítio apresenta potencialidades geoturísticas, de valor científico,

educativo, estético e ecológico. Um local com grande beleza cênica e inexplorado cientificamente, que apresenta potencial uso para fins turísticos.



*Figura 5 – Características gerais do geomorfossítio Cânion do Frade  
Fonte: Os autores (2024).*

A área necessita de investigação científica em relação aos seus processos de intemperismo e como esses condicionam as características atuais, assim como o arraste de materiais e quedas de bloco ocasionados por movimento de massa, se tratando de áreas altamente declivosas, evidenciando o potencial educativo e científico. Quanto a conservação da área essa apresenta-se como conservada, justificado pela falta de exploração turística em grande escala e outros fatores. Um bioindicador de conservação são os líquens que são frequentemente encontrados ao longo do GCF (figura 6c). De acordo com Käffer (2011) os líquens são sensíveis à poluição do ar e estes podem ser usados como bioindicadores, por apresentar íntima relação com atmosfera e servirem como monitoradores da poluição do ar, onde sua proliferação ocorre em locais apropriados com qualidade do ambiente favorecendo suas modificações. Ao longo de algumas cachoeiras são formadas algumas marmitas como mostra a figura 6b, as quais de acordo com Christofletti (1981) são formadas pela abrasão giratória de seixos ou blocos, que sofrem rotação por influência energética da água. Já Bigarella (1994), definiu as marmitas como painéis de dissolução com feição de intemperismo de pequeno porte que se desenvolve por coalescência lateral dos alvéolos. Em geral, a vegetação é naturalmente de carrasco com porte fechado e a vegetação de mata ciliar apresenta-se conservada.

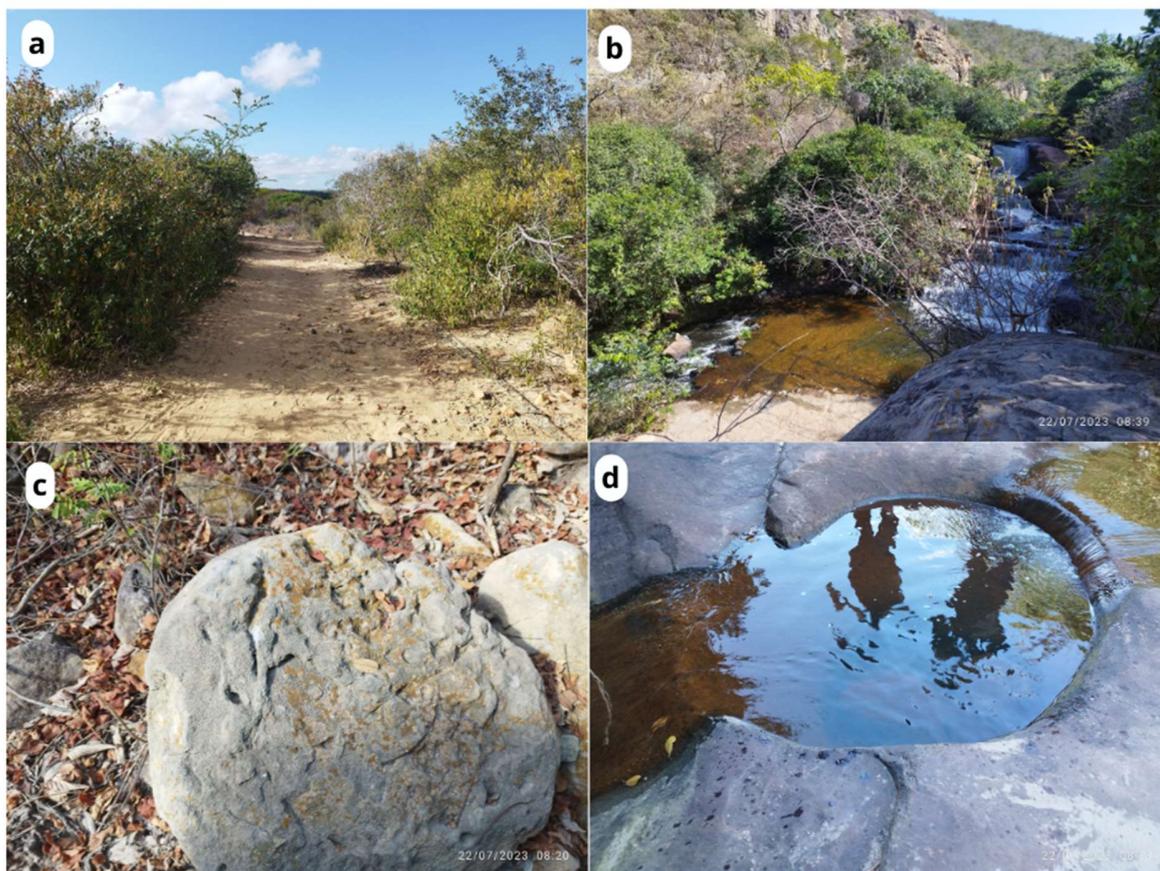


Figura 6 – Aspectos naturais do GCF.  
Fonte: Os autores (2024).

### Geomorfossítios Cones Cársticos (GCC)

A área é representada entre a vertente úmida (escarpa) e depósitos de tálus recente, os quais foram formados a partir de fragmentos rochosos e deposição de sedimentos ocasionado por efeito da gravidade, a frente da vertente temos na paisagem representações dos modelados cársticos, que trata-se de afloramentos metacalcários conhecidos por “cones cársticos” devido a sua forma. Esses cones cársticos são constituídos de rochas calcárias provenientes da exumação dos metacalcários da Formação Frecheirinha (Grupo Ubajara), que Karmann (2003) definem-os como relevos residuais fortemente inclinados que representam morros testemunhos que resistiram dissolução, resultando em feições de grutas, lapíás e cones cársticos como mostra a figura 7.

Um fator determinante na modelação desse relevo são as condições climáticas, por se tratar de uma área úmida com ocorrência frequente de chuvas orográficas, contribui de acordo com Bigarella *et al.*, (1999) para a dissolução das rochas calcárias através das fissuras e diáclases do material constituinte pela infiltração. Por se tratar de rochas com alto teor de solubilidade e ser um ambiente úmido, conforme Kohler (1995) esses fatores contribuem para a formação de um sistema cárstico, além dos componentes geoquímicos como pressão, temperatura, entre outros.

O GCC representa um dos modelados únicos e representativos do estado do Ceará, área já protegida pela legislação ambiental que ainda necessita de avanços no que consiste a geodiversidade e sua valoração. Localiza-se nos limites do Parque Nacional de Ubajara e permite ter uma ampla visão das feições geomorfológicas como a superfície sertaneja e maciços, apresentando um potencial científico, geoturístico e geoeseducativo, além das trilhas e mirantes que permitem a análise de aspectos fitoecológicos e morfopedológicos por exemplo.

Apesar do potencial geoturístico a área apresenta um bom estado de conservação, assim as medidas de conservação do Parna de Ubajara podem assegurar a conservação do GCC, por já promover atividades geoturísticas como trilhas, cachoeiras e grutas que possuem via de acesso através do teleférico, conhecido por “bondinho de Ubajara” que fica suspenso em cabos de aço e entre uma estação e outra percorre um trajeto de 0 metros seguindo o declive escarpado. A região é localizada entre dois modelados geomorfológicos, ou seja, é uma zona de transição apresentando peculiaridades climáticas, com pluviosidade superior as áreas adjacentes como superfície sertaneja.

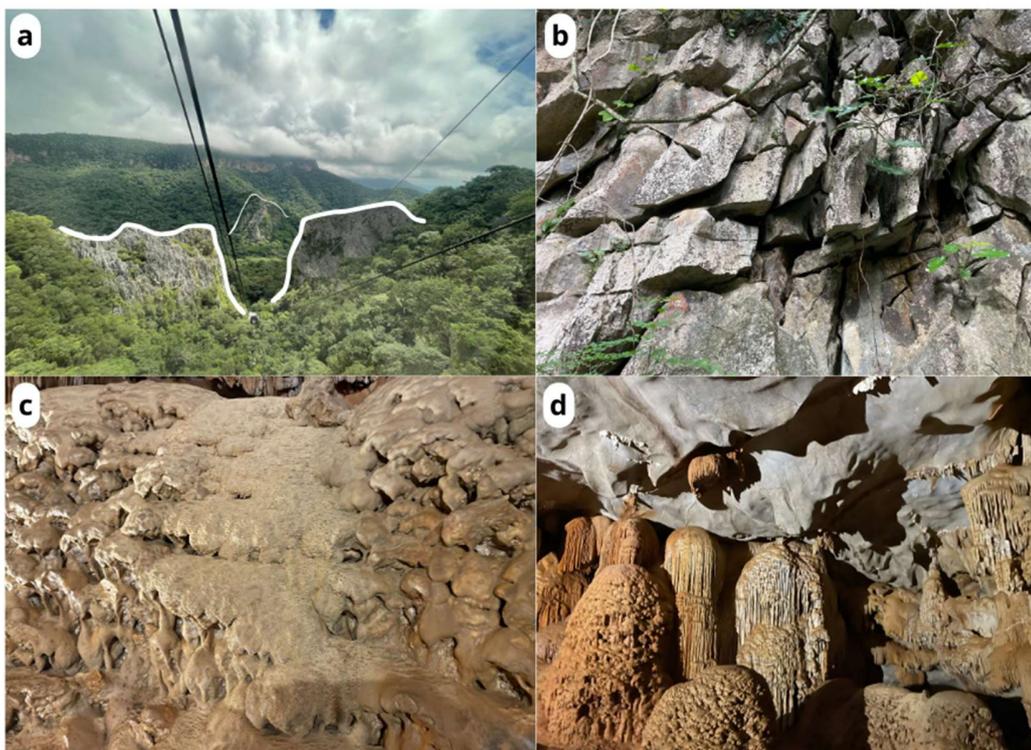


Figura 7 – a) Cones cársticos, b) formação de lapiás típico de modelados cársticos, c) Calcita (partículas de brilho) evidência da dissolução do calcário e d) Presença de espeleotemas na gruta de Ubajara.

Fonte: Os autores (2024).

O GCC apresenta altitude entre 320 a 540 metros, com declividade suave que representa uma faixa de transição geomorfológica e com características vegetacionais de mata úmida que contribui para a infiltração de água e considerando outros agentes geoquímicos condicionam a dissolução das sobreposições carbonáticas, formando os espeleotemas que resultam da dissolução dos metacalcários do GCC. Em termos gerais a feição geomorfológica predominante da área são as superfícies aplainadas que são suavemente onduladas, promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente. Caracteriza-se por extenso e monótono relevo suave ondulado sem, contudo, caracterizar ambiente colinoso, devido a suas amplitudes de relevo muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade (MACHADO, 2010).

Contudo, na paisagem ressaltam feições que resistiram na forma de torres cársticas que estão situadas entre o Planalto da Ibiapaba e a Depressão Periférica, caracterizadas por formação de lapiás na morfologia cárstica de acordo com as características de rochas metacalcárias conforme a figura 7a, vista panorâmica dos três cones possibilitada pela descida do bondinho.

## 5. Considerações finais

Falar sobre geodiversidade e geomorfossítios é uma tarefa necessária, posto a carência de estudo com esta finalidade. Os resultados indicam em caráter preliminar a indicação de dois potenciais geomorfossítios no município de Ubajara-CE, aos quais destaca valores, didático, turístico, estético entre outros. Primeiramente, este estudo é o primeiro passo para se trabalhar com os geomorfossítios a partir da geodiversidade. Como se verificou as áreas dos geomorfossítios apresentam feições únicas e com raridade até mesmo a nível nacional, com geodiversidade plural apresentam formas e processos que compõem uma paisagem de valor geoturístico, científico, educativo e estético. O geomorfossítio Cones Cárticos já apresenta infraestrutura adequada, diferente do Geomorfossítio Cânion do Frade que necessita de planejamento e conservação da área para que se possa promover atividades turísticas em grande escala.

Embora o conceito norteador presente no trabalho especifica-se nos aspectos geomorfológicos, os dois geomorfossítios selecionados indicam correlação com outros componentes da geodiversidade e potencialidades no município, o que comprova a necessidade de estudos mais aprofundados, com riqueza de detalhes. O que vai contribuir para o planejamento e promoção da geodiversidade da área de estudo.

## Referências

- BIGARELLA, J. J. et al. *Estrutura e Origem das Paisagens tropicais e Subtropicais*. Florianópolis: Editora da UFSC, Volume 1. 1994, 426p.
- BORBA, A. W. De. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências*. Porto Alegre: n.38, v.1, p. 03-14, 2011.
- BRILHA, J. *Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Viseu: Palimage Editores, 2005, p. 190.
- CARCAVILHA, L.; DURÁN, J. J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación com el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10:1299-1303, 2008.
- CARCAVILHA, L.; DURÁN, J. J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación com el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10:1299-1303, 2008.
- CARVALHO, B. L.; FALCAO SOBRINHO, J.; GRAMATA, A. P. P. P. Cartografia do relevo e os registros da ação antrópica na sub-bacia hidrográfica do rio macambira no estado do Ceará, Brasil. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 17, p. 181-204, 2023.
- CHRISTOFOLETTI, A. *A variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem*. 1981. p. 3-22,
- CAPUTO, M. V.; LIMA, E. C. Estratigrafia, idade e correlação do grupo Serra grande – Bacia do Parnaíba. *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, 1994. 1-14p.
- FALCÃO SOBRINHO, J. *Relevo e Paisagem: proposta metodológica*. Sobral: Sobral Gráfica, 2007.
- FALCÃO SOBRINHO, J. A Natureza do Vale do Acaraú: um olhar através das sinuosidades do relevo. *Sertão Cult*. 2020.
- FALCAO SOBRINHO, J.; LIMA, E. C. Expedição Geográfica ao Planalto da Ibiapaba. *William Morris Davis - Revista de Geomorfologia*, v. 5, n. 5, 2024, p. 1-79.
- FORTE, J. P. *Patrimônio Geomorfológico da Unidade Territorial de Alvaiázere: Inventariação, Avaliação e Valorização*. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa. Lisboa, p. 350. 2008.

- GUIMARÃES, T. de O; MOURA-FÉ, M. M. de; ALMEIDA, R. R. de. A. *Geopatrimônio: por quê? Para quê? Para quem?*. Florianópolis, v. 23, n.52, maio/ago. 2022, p. 332-362.
- GRAY, J. M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Londres: John Wiley & Sons Ltd, p. 450, 2004.
- GRAY, J. M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature: 2. Ed.*: 1-495. John Wiley & Sons, 2013.
- KÄFFER, M. I. 2011. *Biomonitoramento da qualidade do ar com uso de líquens na cidade de Porto Alegre*, RS. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese. 220p.
- KOHLER, H. C. A escala na análise geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 3, n. 1, 2001.
- LOPES, L. S. O. *Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico: aplicação no litoral do estado do Piauí*. P. 217, 2017. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- MACHADO, Marceley Ferreira. Análise de padrões de relevo como instrumento aplicado ao mapeamento de Geodiversidade. *Geodiversidade do estado de Minas Gerais* – Belo Horizonte, CPRM, 2010, 20-129p.
- MOURA-FÉ, M. M de. *Evolução Geomorfológica da Ibiapaba Setentrional, Ceará: Gênese, Modelagem e Conservação*. 2015. 307 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, 2015.
- MOURA-FÉ, M. M.M. Geodiversidade da Ibiapaba, Região Norte do estado do Ceará, Brasil. *OKARA: Geografia em debate*, v.11, n.2, p. 397-409, 2017.
- NASCIMENTO, R. L.; FALCAO SOBRINHO, J.. Geodiversity of the municipality of Jardim, in the state of Ceará, Brazil. *Revista Geotemas*, v. 13, p. 1-27, 2023.
- NIETO, L.M. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*. v. 112, n. 2, 2001.
- PANIZZA, M. *Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey*. Chinese Science Bulletin, v. 4-6, n. 46, p. 4-5, 2001.
- PINÉO, T. R. G. et al. *Mapa geológico do estado do Ceará*. Fortaleza: CPRM, 2020. Escala: 1:500.000.
- PEULVAST, J.P., VANNEY, J.R. *Géomorphologie Structurale: Relief et structure*. Paris/Orléans: Gordon and Breach et BRGM, 1, 505, 2001.
- PEREIRA, P. J. S. *Patrimônio geomorfológico: conceitualização, avaliação e divulgação, aplicação ao Parque Natural de Montesinho*. Tese de doutorado em ciências. Universidade do Minho, Escola de Ciências, Braga, 2006, p. 395.
- REYNARD, E; FONTANA, G; KOZLIK, L; SCAPOZZA, C. A method for assessing scientific and additional values of geomorphosites. *Geographica Helvetica*. n.62, p. 148 -158, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/285330879\\_A\\_method\\_for\\_assessing\\_scientific\\_and\\_additional\\_values\\_of\\_geomorphosites](https://www.researchgate.net/publication/285330879_A_method_for_assessing_scientific_and_additional_values_of_geomorphosites)>. Acesso: 28 Jul. 2022.
- REYNARD, E; PANIZZA, M. Géomorphosites: définition, évaluation et cartographie: une introduction. *Géomorphologie: relief, processus, environment*. Paris, n.3, p. 177 – 180, 2005.
- REYNARD, E. *Fiche d'inventaire des géomorphosites*. Université de Lausanne. Institute Geographie, rapport non-publié. 2006. Disponível em: <https://docplayer.fr/33972443-Fiche-d-inventaire-des-geomorphosites.html>. Acesso em: 25 Jul. 2022.
- REYNARD, E. *A avaliação de geomorfossítios.*, Pfeil, Munique, 2009, p.63-71.

- 
- REYNARD, E. PERRET, A; BUSSARD, J. GRANGIER,L; MARTIN,S. Abordagem integrada para o inventário e gestão do patrimônio geomorfológico à escala regional. *Geoheritage*, p. 43-60 2016
- SANTOS, D. S; MANSUR, K. L; SEPNE, J. C. S; MUCIVUNA, V. C; REYNARD, E. Methodological Proposal for the Inventory and Assessment of Geomorphosites: An Integrated Approach focused on Territorial Management and Geoconservation. *Environmental Management* 66, 2020, p. 476–497.
- SANTOS, D. S. Classification Scheme for Geomorphosites GIS Database: Application to the Proposed Geopark Costões e Lagunas, Rio de Janeiro, Brazil. *Geoheritage*, 2022, p.15.
- SHARPLES, C. *Concepts and principles of geoconservation*. Published electronically on the Tasmanin Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. Set, 2002.
- STANLEY, M. Geodiversity. *Earth Heritage*. 14:15-18, 2000.
- SILVA, R. C. *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro: CPRM – serviço geológico do Brasil, 2008, p. 264.
- VERISSÍMO, C. U. V.; RICARDO, J.; BARCELOS, A.C.; NOGUEIRA NETO, J. A.; SILVA FILHO, W. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. V.; PAIVA, A. O. Espeleoturismo e microclima da gruta de Ubajara, CE. *Estudos Geológicos*, v. 15, p. 242-251, 2005.