



MAPEAMENTO TAXONÔMICO DO RELEVO DO MUNICÍPIO DE UBAJARA ESTABELECENDO COMPARAÇÃO COM A PROPOSIÇÃO DO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO (SBCR)

Taxonomic mapping of the relief of the municipality of ubajara establishing comparison with the proposition of the brazilian system of classification of the relief (SBCR)

Mapeo taxonómico del relieve de la ciudad de ubajara estableciendo comparación con la propuesta del sistema brasileño de clasificación del relieve (SBCR)

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v27.1077>

Nayane Barros Sousa Fernandes¹

José Falcão Sobrinho²

Histórico do Artigo:

Recebido em 02 de dezembro de 2024

Aceito em 30 de outubro de 2024

Publicado em 10 de janeiro de 2025

RESUMO

O relevo constitui-se como elemento norteador da pesquisa, subsidiando o mapeamento taxonômico do relevo que é um instrumento técnico essencial para avaliar as vulnerabilidades naturais, bem como analisar as transformações nas dinâmicas resultantes da interferência humana. Ao cartografar as formas, é possível identificar as particularidades desse elemento natural, inclusive destacando o potencial dinâmico dos processos geomorfológicos. Sendo assim, o presente trabalho objetivou realizar um mapeamento taxonômico do relevo a partir de Modelos Digitais de Elevação estabelecendo uma comparação entre a classificação de Ross (1992) e do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR). A pesquisa foi realizada no município de Ubajara – CE, que ocupa uma área de 423,848KM². O estudo tem como base teórico-metodológica a Taxonomia do Relevo de Ross (1992), representada por três níveis na área, do maior para o menor seguindo a proposição do SBCR: Unidades Morfoesculturais, Unidades Morfoestruturais e Tipos de Modelados. O município de Ubajara mostrou bastante diverso do ponto de vista geomorfológico, permitindo a identificação de cinco morfoesculturas: Depressão Periférica da Ibiapaba, Escarpas, Planalto de Cimeira da Ibiapaba, Rebordos da Ibiapaba e Depressão Monoclinal da Ibiapaba.

Palavras-Chave: Mapeamento Taxonômico; Relevo; Morfoescultura; Modelados.

¹ Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Email: nayanebsousa@gmail.com

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

² Professor Adjunto do Curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Email: falcao.sobral@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7399-6502>.

ABSTRACT

The relief is a guiding element of the research, supporting the taxonomic mapping of the relief that is an essential technical instrument to evaluate natural vulnerabilities, as well as analyze the transformations in the dynamics resulting from human interference. By mapping the forms, it is possible to identify the particularities of this natural element, including highlighting the dynamic potential of geomorphological processes. Thus, the present work aimed to perform a taxonomic mapping of the relief from Digital Elevation Models establishing a comparison between the classification of Ross (1992) and the Brazilian System of Classification of Relief (SBCR). The survey was conducted in the municipality of Ubajara - CE, which occupies an area of 423.848 km². The study has as theoretical and methodological basis the Ross Relief Taxonomy (1992), represented by three levels in the area, from the largest to the smallest following the proposition of SBCR: Morphocultural Units, Morpho-structural Units and Types of Modeled. The municipality of Ubajara showed a very diverse geomorphological point of view, allowing the identification of five morfoesculturas: Ibiapaba Peripheral Depression, Escarpments, Ibiapaba Summit Plateau, Ibiapaba Fringes and Ibiapaba Monoclinical Depression.

Keywords: Taxonomic mapping; Relief; Morphosculture; Modeling.

RESUMEN

El relieve se constituye como elemento orientador de la investigación, subsidiando el mapeo taxonómico del relevo que es un instrumento técnico esencial para evaluar las vulnerabilidades naturales, así como analizar las transformaciones en las dinámicas resultantes de la interferencia humana. Al cartografiar las formas, es posible identificar las particularidades de este elemento natural, incluso destacando el potencial dinámico de los procesos geomorfológicos. Siendo así, el presente trabajo tuvo como objetivo realizar un mapeo taxonómico del relieve a partir de Modelos Digitales de Elevación estableciendo una comparación entre la clasificación de Ross (1992) y el Sistema Brasileño de Clasificación del Relieve (SBCR). La investigación se llevó a cabo en el municipio de Ubajara - CE, que ocupa un área de 423,848KM². El estudio tiene como base teórico-metodológica la Taxonomía del Relieve de Ross (1992), representada por tres niveles en el área, desde el mayor al menor siguiendo la proposición del SBCR: Unidades Morfológicas Culturales, Unidades Morfológicas Estructurales y Tipos de Modelado. El municipio de Ubajara ha mostrado bastante diverso desde el punto de vista geomorfológico, permitiendo la identificación de cinco morfoesculturas: Depresión Periférica de la Ibiapaba, Escarpas, Planalto de Cumbre de la Ibiapaba, Rebordos de la Ibiapaba y Depresión Monoclinical de la Ibiapaba.

Palabras Clave: Mapeo Taxonómico; Relieve; Morfoescultura; Modelado.

INTRODUÇÃO

O relevo constitui-se como um elemento norteador desta pesquisa, 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 (2006) 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.

Mapeamentos geomorfológicos identificam, analisam e mapeiam as diferentes formas de relevo da superfície terrestre, quanto às suas origens, desenvolvimento e processos associados. Nesse processo, integramos diversos tipos de dados e informações ambientais, oferecendo uma base valiosa para interpretação não apenas aos geomorfólogos, mas também à especialistas de diversas áreas do conhecimento.

O mapeamento taxonômico do relevo é um instrumento técnico essencial para avaliar as vulnerabilidades naturais, bem como analisar as transformações nas dinâmicas resultantes da interferência humana. Ao cartografar as formas, é possível identificar as particularidades desse elemento natural, inclusive destacando o potencial dinâmico dos processos geomorfológicos. Essas análises oferecem uma base para o planejamento do uso e ocupação do solo, seja evitando áreas vulneráveis ou gerenciando-as de maneira adequada.

O conhecimento da gênese e processos que condicionam o relevo permite um maior desenvolvimento do planejamento urbano. No entanto, com o desenvolvimento humano áreas que antes não eram habitadas, hoje se tornam alvo de preocupação no que consiste a ocupação desses locais ou realização de grandes projetos de construção.

A era digital permitiu que novas tecnologias fossem inseridas em estudos de mapeamento da superfície terrestre, com parâmetros e análise multiescalar com diversas finalidades. Os Dados topográficos nos permitem a obtenção de dados do meio físico através de Modelos Digitais de Elevação (MDE), como já mencionado, nos permite analisar em escalas de detalhes ou regionais, além de evidenciar informações específicas do terreno, nesses casos os trabalhos de campo são indispensáveis para um mapeamento taxonômico genuíno.

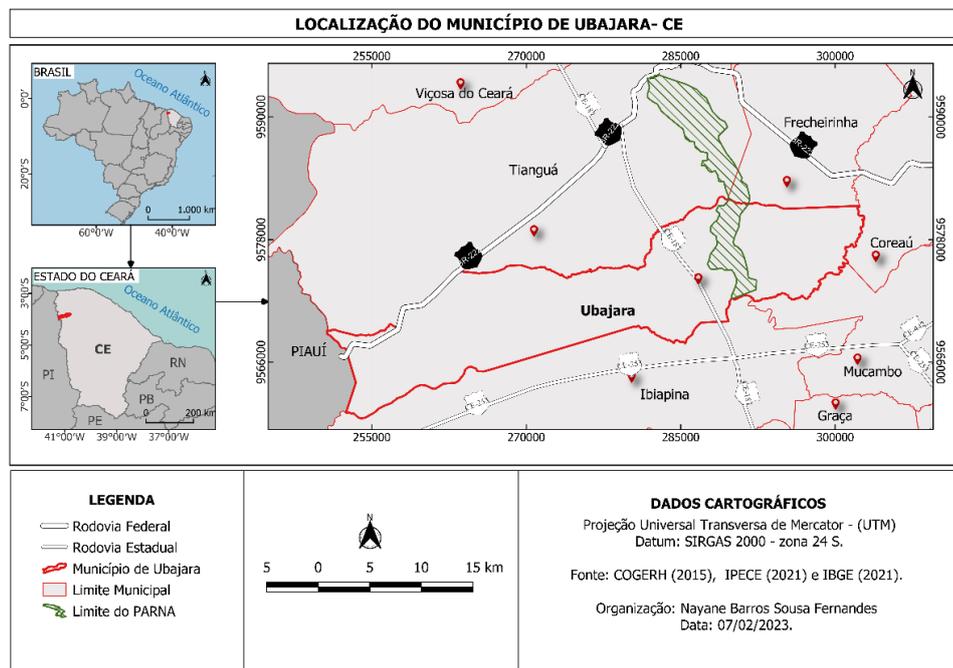
Nesse contexto de avanço tecnológico, a metodologia de Ross (1992) propõe uma classificação do relevo considerando seis níveis taxonômicos, o qual enfatiza o aspecto fisionômico como ponto de partida de análise, não considerando seu tamanho e sim, sua gênese, influências morfoestruturais e morfoesculturais.

ÁREA DE ESTUDO

O recorte espacial de estudo, se refere ao limite do município de Ubajara situado a noroeste do estado do Ceará no Planalto da Ibiapaba, com uma área total de 423,848km² de extensão (Figura 1). 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). 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.

Na porção oeste do município de Ubajara possui ambientes distintos das demais áreas, enquanto no reverso úmido temos o contato direto com a escarpa evidenciando grutas e relevos cársticos, a área correspondente ao reverso seco a leste do município encontramos paisagens únicas caracterizada por vales incisos que entalham o reverso. A presente pesquisa tem como objetivo principal realizar um mapeamento taxonômico do relevo no município de Ubajara, Ceará, a partir de Modelos Digitais de Elevação estabelecendo uma comparação entre a classificação de Ross (1992) e do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR).

Figura 1: Localização do município de Ubajara – CE.



Fonte: autores (2024).

METODOLOGIA

Posto que o objetivo principal deste estudo é a realização do mapeamento taxonômico do relevo e o estabelecimento de uma comparação metodológica de representação dos dois primeiros níveis taxonômicos, e que, para tal, selecionou-se como estudo de caso o município de Ubajara em toda sua extensão, duas tarefas iniciais são colocadas: realizar um levantamento contextualizado dos elementos físicos da área e o mapeamento taxonômico até o terceiro nível (as formas de relevo naturais e antropogênicas), que conseqüente os produtos gerados cartograficamente serão compatibilizados sendo possível a comparação das duas classificações de primeiro táxon.

A pesquisa teve início com o recorte da área objetivando demonstrar os níveis de detalhe, a área de estudo foi analisada e representada em diferentes escalas, visto que os dados estão em escalas distintas, por isso, a necessidade de realizar muitas adaptações. Os mapeamentos, tanto temáticos, quanto dos níveis taxonômicos foram elaborados em escala entre 1:200.000 e 1:140.000, de acordo com a necessidade de cada item.

A partir do recorte o levantamento bibliográfico foi primordial, etapa que consiste na revisão bibliográfica das temáticas abordadas, em livros, artigos científicos, teses e dissertações nacionais e internacionais, que foram à base da pesquisa, para apresentar e analisar os conceitos que nortearam o desenvolvimento do estudo. O levantamento bibliográfico envolveu estudos relacionados à cartografia geomorfológica, mapeamento geomorfológico, taxonomia do relevo e técnicas operacionais bem como as metodologias mais adequadas para aplicação em escalas regionais, nacionais e internacionais.

ASPECTOS TEÓRICOS

Partimos da compreensão que a metodologia mantém relação direta com a fundamentação teórica e direciona a pesquisa, enquanto as técnicas são os meios de atingir os objetivos e comprovações científicas. Com isso, esta pesquisa utiliza por base a metodologia de Ross (1992), que leva em consideração a classificação taxonômica para identificar as formas do relevo, classificando-as com relação aos seus aspectos fisionômicos, associados à sua gênese e evolução.

Essa metodologia se fundamenta nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, advindos das contribuições de autores como Gerasimov (1946), Gerasimov e Mescerjacov (1968), Mescerjakov (1968) e Demek (1967), que permitiram novas classificações da dinâmica do relevo de maneira hierarquizada, com dimensão espacial que se aproximam dos processos exógenos e endógenos.

Ross (1992) adaptou a metodologia desenvolvida pelo Projeto RADAMBRASIL, de 1981, estabelecendo um sistema taxonômico de classificação do relevo, com ênfase em critérios morfoesculturais e morfoestruturais, considerando os padrões morfométricos e classes de declividade. Estabeleceu seis níveis: 1º Táxon: Morfoestrutura, 2º Táxon: Morfoescultura, 3º Táxon: Unidades Morfológicas ou Padrões de Formas Semelhantes, 4º Táxon: Tipos de formas de relevo, 5º Táxon: Tipos de vertentes e 6º Táxon: Formas de processos atuais naturais e antrópicos.

O primeiro táxon é definido pelas unidades morfoestruturais que correspondem às grandes macroestruturas, referem-se aos tipos genéticos de diversidades litológicas e aos tipos climáticos que atuaram no passado e atuam no presente. Característico por ser um táxon maior com características

estruturais que definem um determinado padrão de grandes formas do relevo (ROSS, 1992). Segundo o autor, a morfoestrutura refere-se às zonas de maiores extensões superficiais, onde podem ser identificados, por exemplo, áreas de Escudos Antigos ou mesmo Bacias Sedimentares.

O segundo táxon corresponde às unidades morfoesculturais, essas unidades são geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico. As unidades morfoesculturais estão inseridas no primeiro táxon, exprimem conjunto de formas de relevo que possuem as mesmas características genéticas de idade e de semelhança dos padrões do modelado (ROSS, 1992).

O terceiro táxon tem dimensão inferior aos mencionados anteriormente, definidos como unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes, a análise é voltada as formas do modelado fisionomicamente semelhantes, onde os processos morfoclimáticos atuais são mais evidentes. São conjuntos de formas menores do relevo que se diferenciam em função da rugosidade topográfica, pelo índice de dissecação do relevo, entre outros. Podendo esta ser diferenciadas segundo sua natureza genética, sendo formas agradacionais, ou de acumulação, ou formas denudacionais, ou de erosão (ROSS, 1992). Nesse táxon foi estabelecido os dados morfométricos em função da rugosidade topográfica, análise feita em ambiente SIG através do MDE ALOS PALSAR.

Durante o workshop do SBCR, Ross afirmou que “o 1º nível deve abranger as grandes formas; o 2º nível, as grandes estruturas, das quais, segundo ele, não se pode abrir mão nesse nível; e o 3º nível, a tipologia” (IBGE, 2020d, p. 43). Em consonância com essas proposições foi considerado o primeiro nível taxonômico como sendo as unidades morfoesculturais e o segundo como sendo as morfoestruturas, uma inversão de posição.

LEVANTAMENTO CARTOGRÁFICO

Essa etapa consiste em realizar levantamentos e gerar mapas que permitiram a espacialização dos componentes, bem como o entendimento do relevo afim de estabelecer interrelações de maneira integrada (FALCAO SOBRINHO; CARVALHO, 2023), considerando a dinâmica e gênese do relevo. Alguns materiais técnicos utilizados nesse levantamento: imagens do satélite ALOS com o sensor PALSAR com alta resolução espacial de 12,5 metros, disponibilizado pela Agência de Exploração Aeroespacial do Japão (JAXA), malha municipal do Estado do Ceará disponibilizado pelo site do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) de 2021, base cartográfica de delimitações gerais na escala de 1:250.000, disponibilizadas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) de 2021, Mapa geológico do Estado do Ceará, disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) publicado em 2020, na escala de 1:500.000, Carta geológica: folha Frecherinha – SA.24-Y-C-VI na escala

de 1:100.000, publicada em 2014 e dados vetoriais de mapeamento de solos realizado pela FUNCEME na escala de 1:100.000.

Foi realizada uma tabulação dos dados obtidos, posteriormente, uma análise criteriosa de todos os dados coletados, na sequência o processo e aprimoramento dos dados e seus respectivos recortes de escala e elaboração dos mapas.

ATIVIDADE DE CAMPO

Essa etapa se fundamenta na observação e registros de variáveis relevantes para análise dos fenômenos estudados. O primeiro trabalho de campo se deu em julho de 2023, com enfoque na parte ocidental do município de Ubajara – CE, por se tratar de uma área pouco explorada no âmbito científico, os demais campos foram prologados até o mês de maio de 2024, onde foi realizada a visita nos demais setores do município, foram mapeados 17 pontos de controle em campo e realizada uma análise local que proporcionou detalhes essenciais para comprovação dos dados e para uma melhor caracterização dos padrões de formas e dos demais elementos.

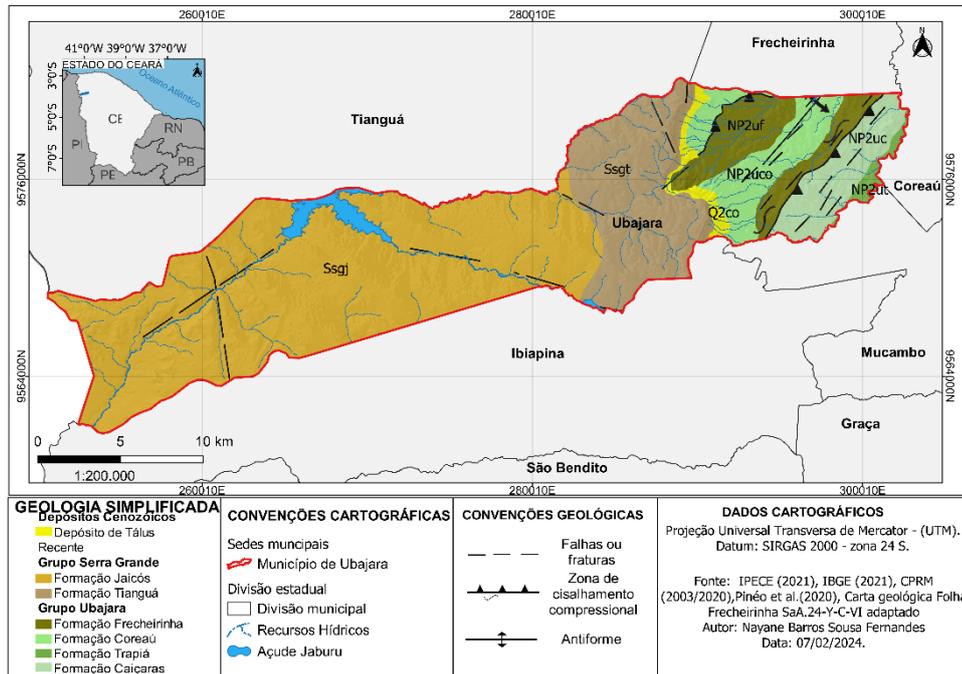
CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES AMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE UBAJARA

Os componentes ambientes descritos nesse capítulo referem-se aos aspectos geológicos e geomorfológicos, aspectos climáticos, aspectos pedológicos e de unidades fitoecológicas. Esses componentes serão apresentados pois compreende-se que suas interações são essenciais para a compreensão da dinâmica ambiental e posteriormente ao mapeamento taxonômico.

GEOLOGIA REGIONAL

O relevante arcabouço geológico levantado contribui na assimilação de como essas estruturas interferiram no modelado existente do município de Ubajara, as análises partiram de produções como o mapa geológico do Estado do Ceará na escala de 1:500.000 elaborado por Píneo *et al.*, (2020) e publicado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e através da Folha Geológica Frecheirinha AS.24-Y-C-VI realizado na escala de 1:100.000, também publicado pela CPRM elaborado por Silva Júnior *et al.*, (2014). Os elementos característicos da geologia do município de Ubajara têm relação direta com o contexto evolutivo da paisagem (Figura 2).

Figura 2: Mapa de Geologia do município de Ubajara.



Fonte: CPRM (2020), organizado por Fernandes (2024).

Em termo de setorização a área de estudo em sua maior parte encontra-se no noroeste do Ceará e uma pequena fração do nordeste do Piauí, considerando os aspectos geológicos está situada entre o Domínio Médio Coreaú (Província Borborema) e Bacia do Parnaíba. A área apresenta significativa diversificação de unidades litoestratigráficas, na qual a Bacia do Parnaíba tem sua origem relacionada as transformações que ocorreram no fim do Ciclo Brasileiro e surge durante a era Paleozóica que foi um período marcado por expressivos ciclos de sedimentação no Brasil (AB'SABER, 2006; BIZZI et al., 2003; SANTOS, 2015).

GRUPO SERRA GRANDE

A Ibiapaba possui um significativo 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 consequentemente complexa com a intercalação e sobreposição de diversos grupos geológicos de idades variadas (MOURA-FÉ, 2015). Conforme Souza (2000) as rochas sedimentares apresentam estrutura condicionada a espessura e ao modelado de estratificação. Com faixas espessas e com disposições horizontais ou de mergulhos suaves, com arenitos bem mais resistentes.

O Grupo Serra Grande (Ssg) refere-se à era Paleozóica de idade siluriana (~410-435Ma), representa a 1ª supersequência de deposição sedimentar da bacia do Parnaíba, sobrepondo o embasamento, o Grupo Serra Grande é composto, a partir da base, pelas formações Ipu, Tianguá e Jaicós. Sua unidade mais antiga, é a Formação Ipu (MOURA-FÉ, 2015).

GRUPO UBAJARA

O Grupo Ubajara 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 Coreau (arenitos e grauvacas), conforme registrado por Cavalcante et al. (1993) e CPRM (2014b).

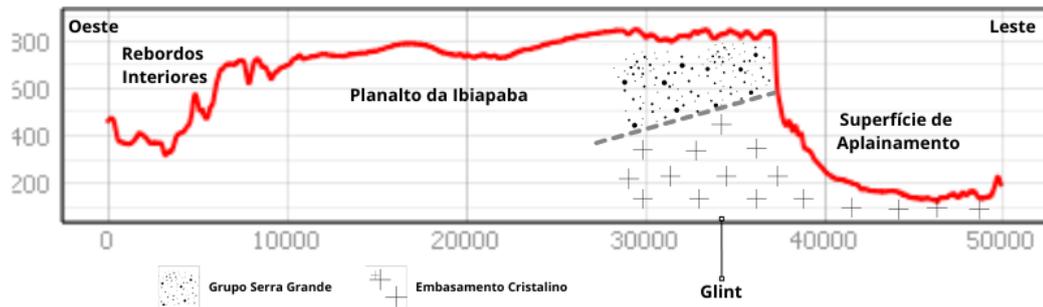
COBERTURAS SEDIMENTARES

Na região de estudo, as coberturas sedimentares do Quaternário são representadas pelos Depósitos de Tálus Recenete (Q2tl) que se concentram na área de escarpa, esses depósitos são compostos por fragmentos líticos com uma matriz de areia, silte e argila, originados de processos de morfogênese mecânica em climas secos.

DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO

Tratando-se dos aspectos geomorfológicos podemos afirmar que o movimento evolutivo do relevo sofre influência direta dos fatores geológicos, paleoclimáticos, assim como ocorre nas características determinantes da vegetação e solos, o que ainda sofre com as implicações da dinâmica recente (SOUZA, 2000). Conforme Falcão Sobrinho e Carvalho (2024) “O relevo da Ibiapaba apresenta-se como uma paisagem de exceção em meio ao semiárido, quem conhece se encanta com tanta beleza natural, suas formas ao longe é notada, um amplo “paredão natural” na porção Noroeste do estado do Ceará. De acordo com os dados adquiridos e com o auxílio de imagens de satélite e campo, duas grandes unidades do relevo diferenciam-se no município de Ubajara, a superfície de aplainamento (superfície sertaneja) e o planalto da Ibiapaba como mostra a Figura 3.

Figura 3: Esquema básico do relevo da Ibiapaba setor oeste-leste.



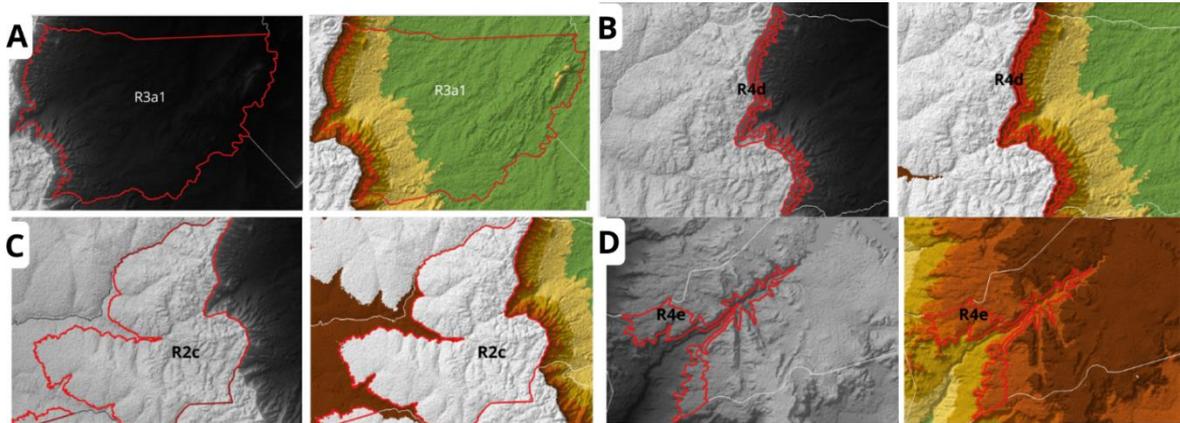
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em estudos recentes, definem a Ibiapaba 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.

O Planalto Sedimentar da Ibiapaba é um ambiente diversificado e considerado um dos mais expressivos compartimentos do relevo cearense. Limita-se na fronteira ocidental com o estado do Piauí (área de litígio) e Ceará. Relacionado ao recorte de estudo esta unidade geomorfológica representa a maior parte da área. O topo da Ibiapaba que se refere ao platô úmido apresenta feições alongadas e diretamente associada à sua vertente leste, este configura-se com o “front, que relacionado ao reverso a oeste apresenta um leve declínio. O topo apresenta cotas acima de 800m, seu formato é tabular apresentando características de dissecação homogênea (IBGE, 2019).

Segundo a CPRM (2020) a área apresenta 4 tipos de unidades geomorfológicas, para fim de definição local são elas: Chapadas e Platôs, Degraus estruturais e Rebordos erosivos, Escarpas de bordas de planalto e Superfícies Aplainadas (Figura 4). Essas unidades são definidas a partir de padrões de relevo e seguem a mesma proposta metodológica de Ross (1992).

Figura 4: Unidades Geomorfológicas da Ibiapaba de acordo com a CPRM.



Fonte: autores (2024). 4A - Superfícies aplainadas conservadas (R3a1); 4B: Escarpas de bordas de planalto (R4d); 4C - Chapadas e Platôs (R2c) e 4D- Relevo sombreado de Degraus estruturais e Rebordos erosivos.

As Superfícies Aplainadas conservadas (R3a1) são suavemente onduladas, promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente (Figura 4A). 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). Conforme a CPRM (2021) essa unidade apresenta equilíbrio entre processos de morfogênese e pedogênese, correspondente as baixas declividades, solos rasos e pedregosos, com presença significativa de erosão laminar.

As Escarpas de bordas de planalto (R4d) diferentemente das escarpas degradadas, são representadas por um relevo montanhoso, muito acidentado, representa um relevo de transição entre duas superfícies distintas, com formações recentes de sedimentação como colúvios e depósitos de tálus (CPRM (2021). Geralmente apresentam uma amplitude topográfica bastante elevada (Figura 4B). As Chapadas e Platôs (R2c) caracterizam-se como um relevo de degradação em rochas sedimentares, superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, planos ou aplainados, não ou pouco dissecado (Figura 4C). Os rebordos dessas superfícies, posicionados em cotas elevadas, são delimitados em geral em vertente íngreme e escarpada (MACHADO, 2010).

Constituem algumas das mais proeminentes características das áreas elevadas (superfícies cimeiras) do Brasil. Predomínio marcante de fenômenos pedogenéticos (geração de solos profundos e bem drenados, geralmente com baixa a moderada vulnerabilidade à erosão (CPRM, 2021). Degraus estruturais e Rebordos erosivos (R4e) relevo acidentado constituído por vertentes predominantemente retilíneos e côncavos, declives e topos levemente arredondados, representam um relevo de transição

(MACHADO, 2010). De acordo com CPRM (2021) essa unidade representa um relevo de transição entre duas superfícies distintas com diferentes cotas altimétricas.

As escarpas serranas degradadas são mais baixas e recuadas que as escarpas frontais, devido a um mais intenso processo de erosão e denudação, fato que ocorre no reverso ocidental da Ibiapaba, entre uma superfície com poucas oscilações topográficas e outra com variações topográficas expressivas, em campo verificou-se uma tipologia geomorfológica em formato de Cânion com aproximadamente 19km de extensão em direção ao leste do estado do Piauí (Figura 4D).

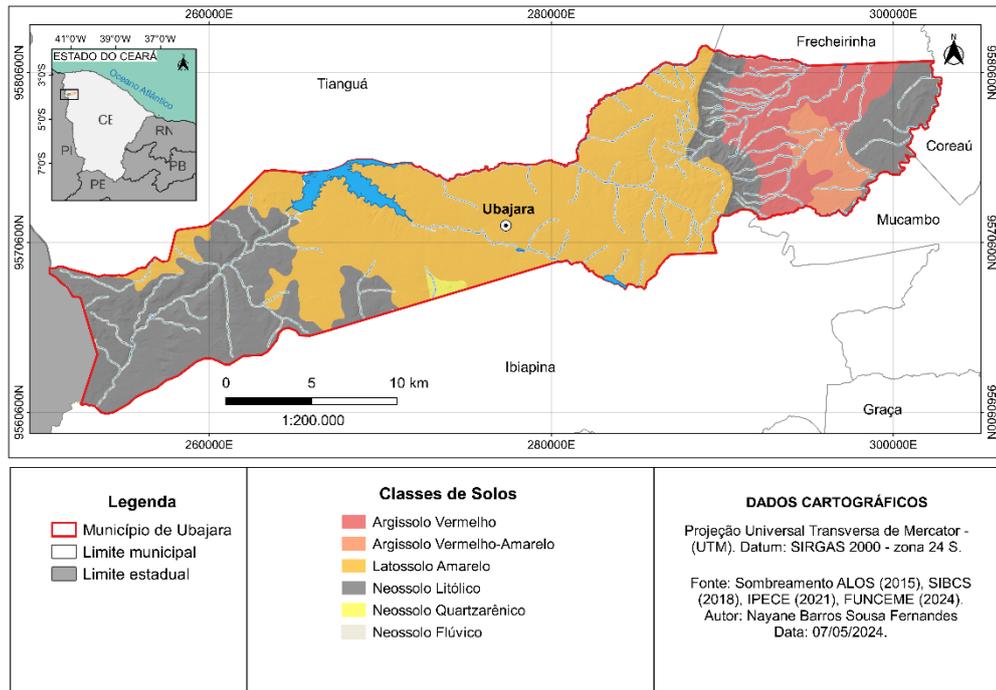
ASPECTOS PEDOLÓGICOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A DIVERSIDADE AMBIENTAL

As classes de solos foram identificadas e caracterizadas com base em obras como Souza (2000/2020), SiBCS (2018) e dados recentes obtidos da FUNCEME (2024). Considerando a interação climatológica, relevo e litologia os aspectos pedológicos em terrenos cristalinos e sedimentares se destacam na área de estudo, com evidência em terrenos sedimentares predomínio de solos do tipo Neossolo Litólico e Latossolos, diferentemente dos terrenos cristalinos com concentração maior de Argissolos. No município de Ubajara foram identificados 6 tipos de classes de solos: Argissolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólico, Neossolo Flúvico e Latossolo Amarelo (Figura 5).

Os Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Vermelho estão localizados nas áreas mais rebaixadas do município, nas áreas de superfície de aplainamento e em zonas de transição com características de relevo acidentado nas adjacências de depósitos recentes como de tálus, em geral os Argissolos são a classe de predominância na depressão periférica da Ibiapaba. A nomenclatura desse solo está diretamente associada a coloração em perfil e por apresentar saturação igual ou superior a 50% nos primeiros 100cm do horizonte B (SiBCS, 2018). Por apresentar um relevo mais dissecado com drenagem moderada e pouca profundidade, são mais suscetíveis a erosão. Essas áreas possuem limitação agrícola e com isso pouca exploração, com predominância de Caatinga Arbórea e Mata Seca.

Os Neossolos Quartzarênicos ocorrem em área com relevo plano e suavemente ondulado, na área de estudo encontra-se com frequência na área de rebordo da Ibiapaba. Geralmente são solos profundos e bem drenados, com tons amarelados, é considerado um solo pouco evoluído por apresentar textura arenosa e baixo teor de argila. De acordo com EMBRAPA (2018) e Souza (2020) os solos profundos apresentam de moderado a fortemente ácido, assim como os índices de matéria orgânica e micronutrientes são baixos.

Figura 5 : Classes de solos do município de Ubajara – CE.



Fonte: autores (2024), adaptado de dados vetoriais da FUNCEME (2024).

Os Neossolos Litólicos são predominantes nas áreas de depressão periférica e monoclinal da Ibiapaba em áreas com relevo fortemente escarpado e ondulado com afloramento rochoso, são solos rasos e com o A ou hístico assentado diretamente sobre a rocha, horizonte C ou Cr, ou ainda um perfil composto por 90% ou mais de fragmentos de rocha (EMBRAPA, 2018). Em geral os Neossolos Litólicos apresentam elevada saturação desse modo, alta capacidade de troca catiônica e fertilidade natural, além de muitos afloramentos rochosos. São solos pouco evoluídos com pouca profundidade, contato lítico a partir de 50 cm e com textura predominantemente arenosa (EMBRAPA, 2018). No geral, apresentam pouca profundidade, pedregosidade, relevo acidentado e alta susceptibilidade à erosão.

Os Neossolos Flúvicos encontram-se em regiões de relevo predominantemente plano, com uma declividade suave. Esses solos são formados a partir de sedimentos aluviais e apresentam um horizonte A que repousa sobre o horizonte C constituído de camadas estratificadas, caracterizando-se como flúvicos até uma profundidade de 150cm a partir da superfície do solo (EMBRAPA, 2018).

Os Latossolos são solos antigos, bastante intemperizados e lixiviados, o que resulta na baixa atividade das argilas, as quais apresentam distribuição uniforme no decorrer do perfil (KER, 1997). São “solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente

abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura” (EMBRAPA, 2018, p. 195).

No município de Ubajara os Latossolos têm predominância no relevo de rebordo do Planalto da Ibiapaba e no platô, com baixa declividade e elevadas cotas altimétricas, esses solos sustentam a vegetação de mata úmida e boa parte do carrasco, apresenta baixa fertilidade e baixo potencial nutricional abaixo dos 100cm.

ASPECTOS CLIMÁTICOS E SEU IMPACTO NA COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO

No que corresponde às características climáticas do estado do Ceará, este está localizado no domínio de clima semiárido, o qual caracteriza-se por um período chuvoso irregular e um período seco prolongado (ZANELLA, 2007).

A distribuição pluviométrica no Ceará sofre uma grande variação, isso se deve a atuação de diferentes sistemas atmosféricos, e sob a influência do relevo. Observa-se que em áreas com maiores altitudes como exemplo a Ibiapaba (CARACRISTI, 2024), os índices pluviométricos são mais elevados, pois os ventos úmidos advindos do litoral, quando encontra barreiras orográficas tendem a elevar-se auxiliando na formação de nebulosidades que originam as chuvas orográficas ou de relevo, na qual possibilita condições de pluviosidade mais favoráveis que as áreas que as circundam (ZANELLA, 2007).

Ferreira e Mello (2005) destacam os principais sistemas atmosféricos que exercem influência nas condições climáticas do Nordeste brasileiro, os quais promovem precipitação ou inibem-na: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Frentes Frias, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Linhas de Instabilidade (LI), Complexos Convertidos de Mesoescala (CCMs) e Ondas de Leste (OL).

A região com maior precipitação tem uma maior concentração nas áreas mais elevadas e de transição do município que são as escarpas serranas e parte do planalto de cimeira e depressão periférica com variância de 900 a 1500mm anual. No Planalto da Ibiapaba, as condições climáticas englobam características diversificadas em relação ao quadro geral do estado. Segundo a Funceme (2009), a pluviometria média anual é superior a 1200mm/a, sendo a distribuição de chuvas regular. As temperaturas médias anuais variam em torno de 22° e 24°C. As temperaturas mais baixas diminuem sensivelmente a evapotranspiração, conservando a umidade local.

As diferenças em relação as áreas de superfície de aplainamento são explicadas pela compartimentação topográfica, a qual condiciona o comportamento da temperatura e da pluviosidade, índices que se comparados com a área de estudo e o sertão semiárido contrastam de maneira

significativa. De acordo com a Funceme (2009) a área em estudo apresenta três tipos climáticos variantes do clima semiárido: Tropical Quente Úmido, Tropical Quente Semiárido Brando e Tropical Quente Subúmido.

A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO NAMODELAGEM DO RELEVO

De acordo com Meira (2020) a vegetação é o último reflexo das interações entre os fatores como relevo, solo, geologia e clima. Influenciando a dinâmica ambiental, em geral podemos considerar que a vegetação impacta na precipitação pluviométrica, no ar, temperatura entre outros fatores. A cobertura vegetal classificada no município de Ubajara corresponde a cinco classes: Carrasco, Caatinga Arbustiva Aberta, Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Árborea), Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca) e Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-nebular (Mata Úmida).

MATA ÚMIDA

A Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio – Nebular (mata úmida) ocupa as áreas mais elevadas dos topos, encostas das serras úmidas e planaltos sedimentares, como é o caso da área de estudo. Esses relevos constituem-se como barreiras orográficas aos ventos alísios carregados de umidade que vem do Oceano Atlântico, favorecendo a ocorrência de precipitação orográficas que são responsáveis por uma pluviometria elevada e que possibilitam a presença dessa floresta perenifólia (BÉTARD et al., 2007).

A tipologia florestal da mata úmida decorre das condições climáticas ocasionadas pelo relevo elevado, o qual favorece maior precipitação e uma reciclagem da umidade pela constante formação de nevoeiro e orvalho, as chamadas “precipitações ocultas” (JORDY FILHO; SALGADO, 1981).

Figura 6: Representação da mata úmida.



Fonte: Fernandes (2024). . a - Mata úmida nas proximidades do PARNA com características de reflorestamento natural. b- mata ciliar localizada no Parque Nacional.

De acordo com a Figura 7 a mata úmida é a segunda de maior extensão na área de estudo, concentrada nas áreas mais elevadas a partir de 600 metros de altitude recebendo forte influência do modelado e da umidade local proveniente principalmente da ocorrência de chuvas orográficas. Sua vegetação se diferencia das demais com espécies de grande porte (Figura 6), samambaias, briófitas e epífitas com forte influência da flora amazônica (MORO et al., 2015).

MATA SECA

A Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial (Mata Seca) tem predominância na vertente leste da Ibiapaba (Figura 7), especificamente na área de transição topográfica entre a superfície de aplainamento, situada em ambientes de altitude acima de 200 metros. A mata seca desenvolve-se a partir de solos do tipo Argissolos com elevada disponibilidade natural de nutrientes, em consequência esse tipo de vegetação tem exploração voltada a silvicultura e para práticas agrícolas (MOURA-FÉ, 2015).

Figura 7: Mata seca localizada na vertente leste da Ibiapaba



Fonte: Fernandes (2024).

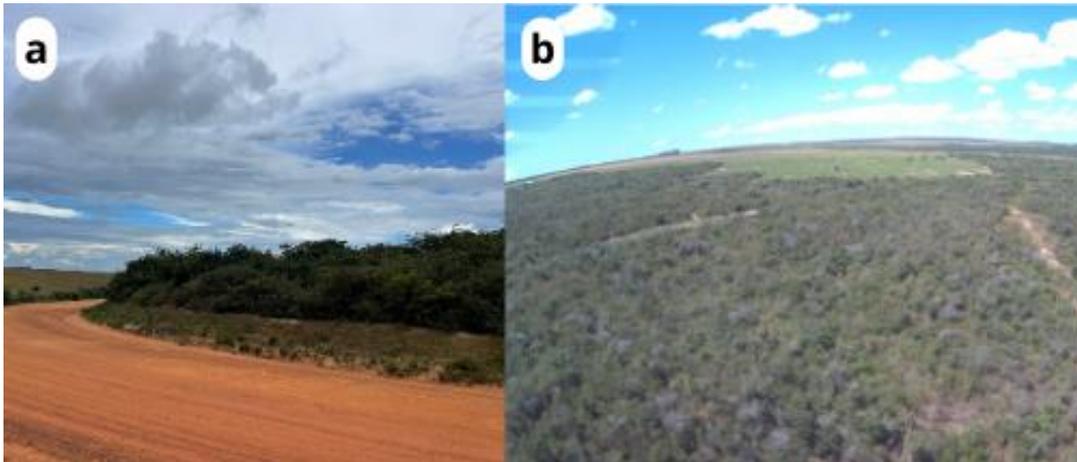
CARRASCO

O carrasco também conhecido como caatinga do sedimentar é uma vegetação xerófila arbustiva densa, ainda pouco conhecido e que ocorre especificamente na Ibiapaba e na Chapada do Araripe, na mesma faixa altimétrica, entre 700 e 900m de altitude. Particularmente, o carrasco da Ibiapaba é constituído predominantemente por espécies arbustivas microfanerófitas de caules finos e apresenta grande variabilidade espacial na composição florística e na abundância das populações (ARAÚJO *et al.*, 1999).

Fernandes (1990) afirmou ser o carrasco procedente da destruição ou devastação parcial do cerradão, assumindo o aspecto de uma capoeira densa, ocorrendo nos níveis elevados e tabulares do reverso do planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe, parecendo ocorrer também em algumas áreas na circunvizinhança da chapada Diamantina.

O carrasco também é conhecido como caatinga do sedimentar (Figura 8), o que o diferencia da caatinga é que o carrasco apresenta um estrato arbustivo mais fechado se comparado com a caatinga, mesmo ambos apresentando característica de vegetação caducifolia. A vegetação de carrasco se diferencia também pela influência das chuvas orográficas. Considerando o aspecto estrutural, de acordo com Moro *et al.* (2015) a concentração de espécies herbáceas nas áreas sedimentares (carrasco) é bem menor que nas áreas cristalinas (caatinga).

Figura 8: Vegetação de carrasco no reverso de caimento suave.



Fonte: Fernandes (2024). . a – Carrasco com estrato fechado. b- Vista área do carrasco realizada no período do verão.

CAATINGA ARBUSTIVA ABERTA

A caatinga apresenta-se como a unidade fitoecológica mais abundante e típica da Superfície Sertaneja. É definida como decídua, espinhosa e adaptada ao clima semiárido, com apenas poucas espécies perenifólias (MORO et al., 2015). Tendo como um de seus principais condicionantes a precipitação pluviométrica, a Caatinga na área de estudo encontra-se nas áreas de depressão periférica da Ibiapaba. Sua fisionomia apresenta portes distintos dependendo do local onde é encontrada. A Caatinga arbórea arbustiva é representada por uma pequena faixa no município de Ubajara, nas áreas de Argissolos, geralmente associadas a extração de lenha e carvão.

CAATINGA ARBÓREA

A Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea) está situada em relevos cristalinos mais baixos, em particular nas vertentes mais ocidentais quando sob condições de sotavento (FUNCEME, 2009). Na área de estudo verifica-se uma grande porção de caatinga arbórea na área de depressão periférica da Ibiapaba, nas áreas com altitude inferior a 300 metros. Esse extrato vegetacional é constantemente associado a atividades antrópicas com ênfase na extração de lenha e agropecuária.

Conforme visto ao longo deste trabalho, a Ibiapaba destaca-se nas características naturais e estas proporcionam condições para o desenvolvimento de atividades econômicas ligadas, sobretudo, às atividades agrícolas, que crescem e ampliam suas áreas de produção, o que demanda a supressão vegetal e vêm sustentando um considerável crescimento populacional (MOURA-FÉ, 2015).

CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO EM NÍVEIS TAXONÔMICOS NO MUNICÍPIO DE UBAJARA-CE

Neste capítulo serão apresentados os resultados provenientes do mapeamento taxonômico que tem como objetivo principal da pesquisa. Para uma melhor representação optou-se por elencar subtópicos referentes aos níveis taxonômicos. Ainda sobre as escalas de mapeamento estas variam entre 1:140.000 e 1: 200.000, saliento que as principais figuras referentes ao mapeamento estão limitadas ao formato A4/A3 em paisagem, seguindo as normas de formatação. A representação do modelado atual, tem correlação direta com os condicionantes de morfoescultura e morfoestrutura, dessa forma, a área em estudo foi analisada de forma hierarquizada com base nesses parâmetros e considerando a dinâmica destes, assim como os novos parâmetros do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) e Ross (2023).

UNIDADES MORFOESCULTURAIS: DEPRESSÃO PERIFÉRICA, ESCARPAS, PLANALTO DE CIMEIRA DA IBIAPABA, REBORDOS E DEPRESSÃO MONOCLINAL DA IBIAPABA

Como parte fundamental para identificação e definição apropriada das unidades morfoesculturais, foram analisadas a topografia, através da hipsometria e a declividade. Esses dois parâmetros, que também são importantes ao longo de toda a estrutura taxonômica, permitiram avaliar as morfoesculturas conforme a metodologia adotada nesta pesquisa.

Os quais permitem a identificação de relevos mais altos com altitude superior a 100 metros e inferior a 920 metros, bem como declividade superior a 45% nas áreas de vertentes leste e oeste da área de estudo. A caracterização de relevo em planalto fica mais evidente na área de cimeira onde a altitude é superior a 800 metros com declividade predominantemente suave ondulado (3 a 8%) e ondulado (8 a 20%) de acordo com EMBRAPA (1979) como mostra as Figuras 26 e 27. Já as áreas de depressão, são situadas predominantemente abaixo da cota de 320 metros, o caráter é predominantemente ondulado (3 a 20%) e forte ondulado (20 a 45%).

A Depressão Periférica da Ibiapaba (DPI) corresponde aproximadamente a 21% da área de estudo (Tabela 1). Essa área se situa em superfícies aplainadas com baixa amplitude altimétrica e declividade, alguns autores referem-se a esta área como sendo uma superfície sertaneja com colinas suaves e formas dissecadas.

A Escarpa da Ibiapaba (EI) é composta por estrutura cristalina em sua base com nível mais baixo e sedimentar no setor mais alto, somam aproximadamente 3% da área total (Tabela 1). Com declividade superior a 45%, representando uma transição topográfica significativa.

O Planalto de Cimeira da Ibiapaba (PCI) é a unidade de maior representação na área de estudo com aproximadamente 64% do total (Tabela 1). A área está situada nos setores mais altos do recorte com predominância em relevo suave e ondulados, referido por alguns autores como platô úmido.

Os Rebordos da Ibiapaba e Depressão Monoclinal estão situados nas áreas de terrenos acidentados, com alta amplitude altimétrica e alta declividade das encostas. Juntas representam aproximadamente 13%, de acordo com a classificação do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) essas áreas são denominadas de Degraus estruturais e rebordos erosivos por seu caráter acidentado.

Tabela 1: Área e percentual das Unidades Morfoesculturais (1º táxon) do município de Ubajara.

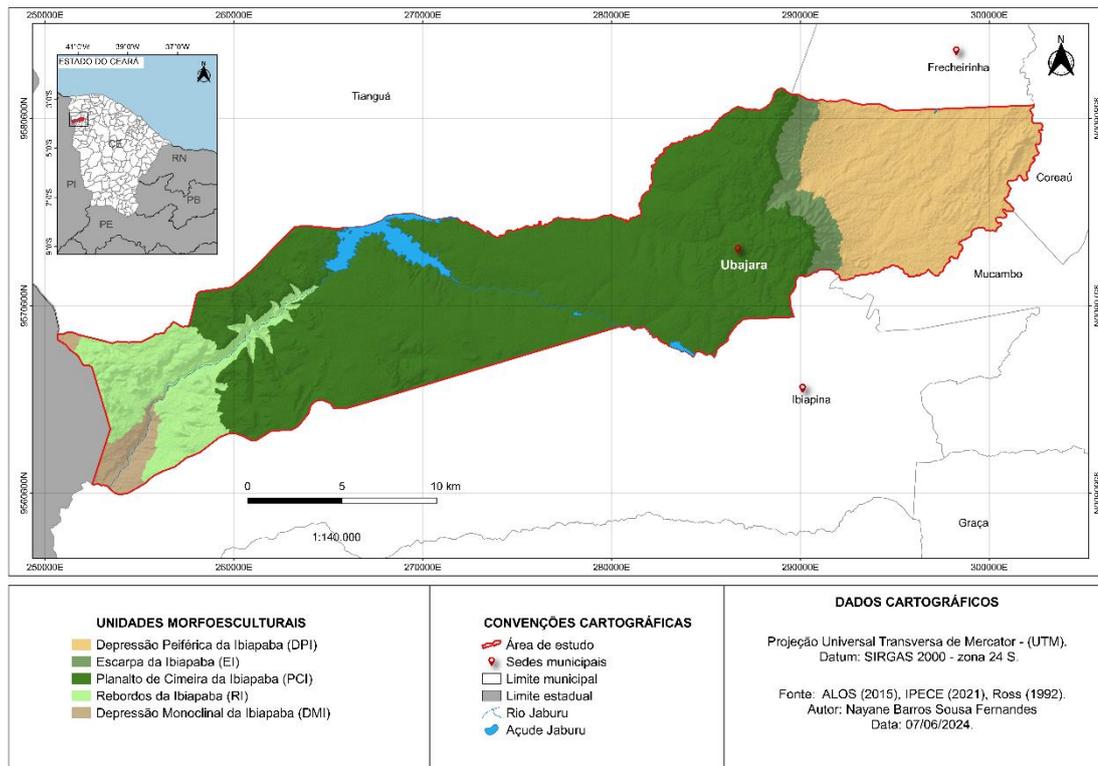
MORFOESCULTURAS	Área (Km²)	Percentual (%)
Depressão Periférica	88,159	20,77
Escarpas da Ibiapaba	13,903	3,29
Planalto de Cimeira da Ibiapaba	268,154	63,30
Rebordos da Ibiapaba	43,468	10,25
Depressão Monoclinal da Ibiapaba	10,164	2,39
TOTAL	423,848	100,00

Fonte: Elaborado por Fernandes (2024).

O primeiro nível taxonômico seguindo as proposições metodológicas do IBGE (2020), correspondem as unidades morfoesculturais, ou seja, as grandes formas esculpidas, representadas por Montanhas, Planaltos, Planícies Fluviais e Marinhas, Superfícies Aplainadas ou Depressões e Tabuleiros Costeiros. Na área de estudo foram mapeadas quatro unidades morfoesculturais são elas: Depressão Periférica da Ibiapaba, Escarpa, Planalto de Cimeira da Ibiapaba, Rebordos e Depressão Monoclinal da Ibiapaba (Figura 9). Situadas nas grandes formas de Montanhas e Superfícies Aplainadas de acordo com IBGE (2020).

A Depressão Periférica da Ibiapaba (DPI) está correlacionada a áreas planas e suavemente ondulada (Figura 10). A DPI possui uma formação resultante da circudesnudação ocorrida no Planalto da Ibiapaba, devido aos processos de desgaste a partir do Cretáceo Inferior. Essas áreas de aplainamento surgiram devido a processos de desgaste que ocorrem após o surgimento de núcleos centrais pós-cretáceos e a conseqüente diminuição do nível de base regional (Maia e Bezerra, 2014b; Maia et al., 2010).

Figura 9: Unidades morfoesculturais (1º táxon) do município de Ubajara.

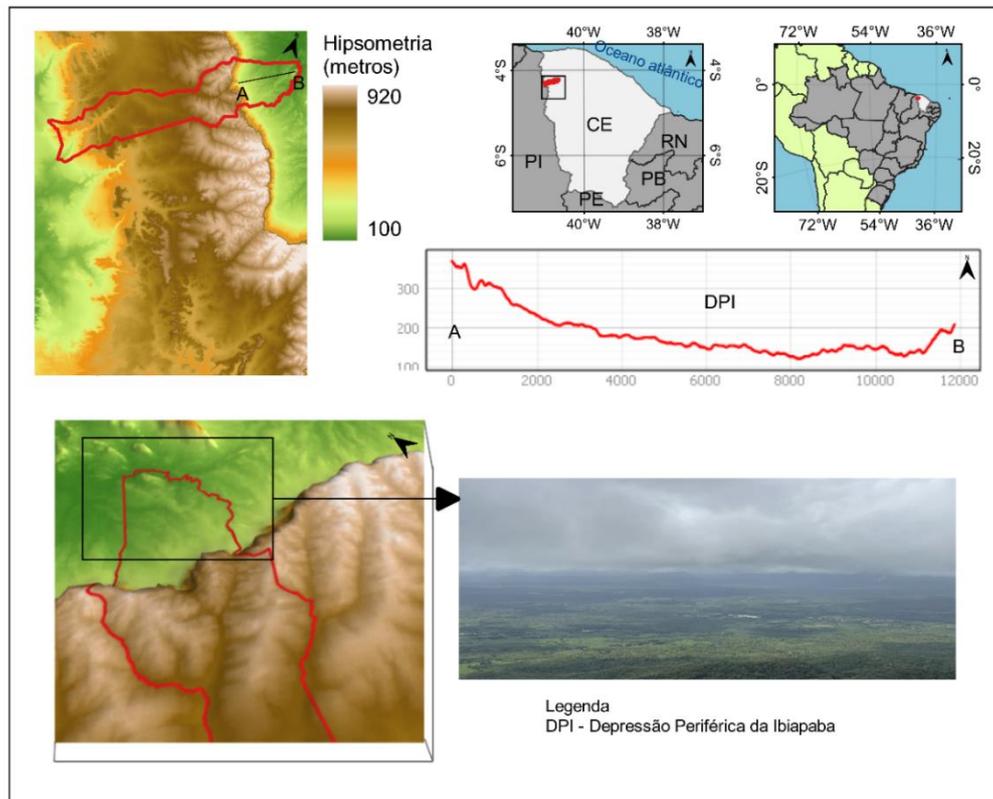


Fonte: Elaborado por Fernandes (2024), a partir da metodologia de Ross (1992) e Ross *et al.*, (2023). Relevo sombreado ALOS (2015).

Conforme Souza (1981), os processos de pediplanação promoveram o desenvolvimento de um dos setores mais homogêneos das superfícies sertanejas. Isso se traduz pela presença de pedimentos bem conservados, em que relevos residuais, praticamente, inexistem. Na área de estudo esse domínio é estruturado pelo Grupo Ubajara que é uma unidade metassedimentar, que resultam diretamente na resistência das rochas, processos químicos e caracterização geomorfológica.

A Escarpa da Ibiapaba corresponde a uma pequena faixa que corta a área de estudo verticalmente, com características sedimentares e cristalinas. De acordo com o mapa geológico do Ceará de Pinéo *et al.* (2020) esse setor é preenchido por coberturas sedimentares que estão diretamente associadas ao recuo da escarpa do planalto. Corresponde a uma formação de desnudamento ao redor de uma bacia sedimentar, a qual evolui a partir do recuo acentuado da escarpa e pela exposição de superfícies desgastadas que se apresentam menos resistente à erosão.

Figura 10: Modelo 3D e perfil topográfico da Depressão Periférica da Ibiapaba.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Geologicamente falando esta unidade é recente, ainda de acordo com Pinéo *et al.* (2020), é composta de depósitos de tálus recente, os quais foram formados a partir de fragmentos rochosos e deposição de sedimentos ocasionado por efeito da gravidade, ao longo do escarpamento temos na paisagem representações de modelados cársticos, trata-se de afloramentos metacalcários conhecidos por “cones cársticos” devido a sua forma (Figura 11).

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, lapiás e cones cársticos (Figura 12).

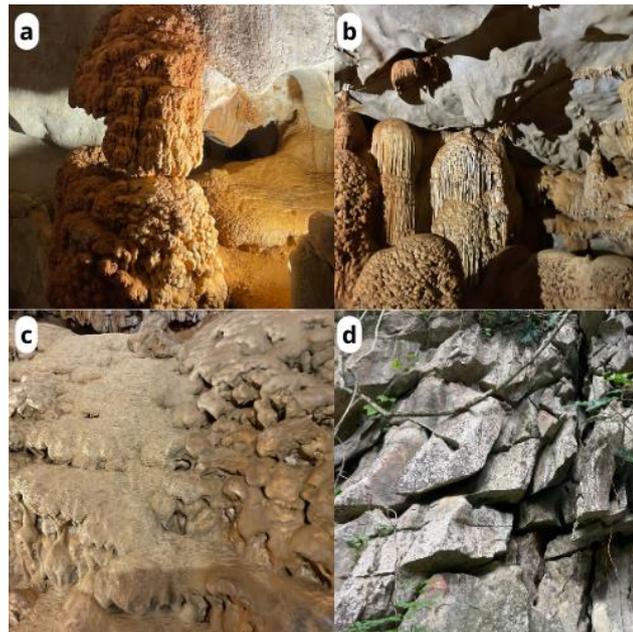
Um fator determinante na modelação desse relevo são as condições climáticas, por se tratar de uma área úmida com ocorrência frequente de chuvas orográficas, contribui de acordo com Bigarella *et al.*, (1999) para a dissolução das rochas calcárias através das fissuras e diáclases do material constituinte 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.

Figura 11: Feições exocársticas no contato entre o Planalto da Ibiapaba e Depressão Periférica, vista do Parque Nacional de Ubajara.



Fonte: Fernandes (2024).

Figura 12: Detalhes das áreas cársticas.

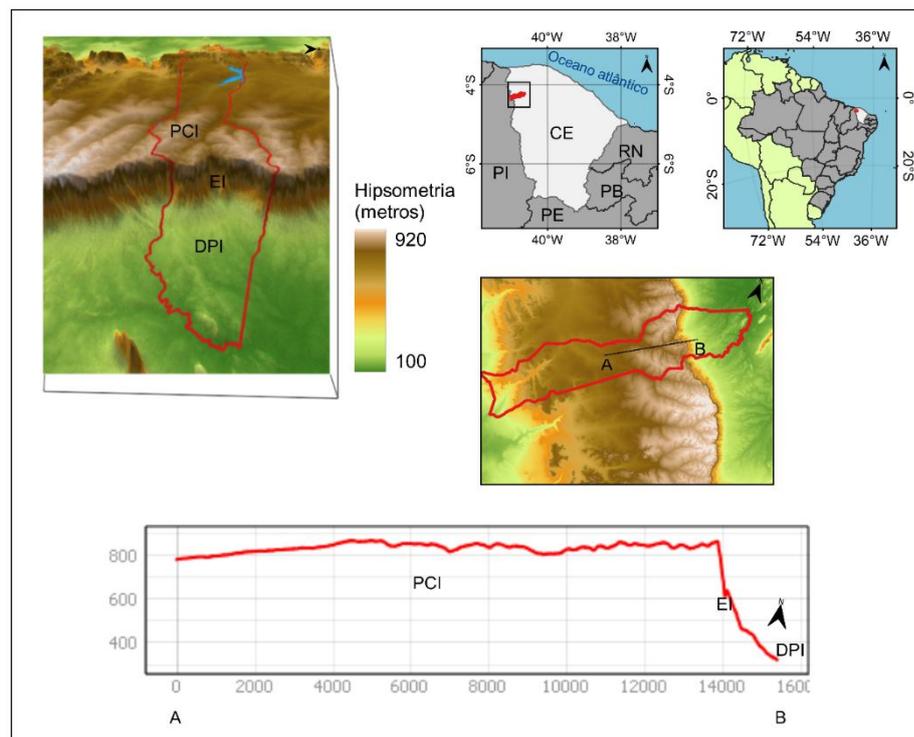


Fonte: autores (2024). a e b- Presença de espeleotemas na gruta de Ubajara, c – Calcita (partículas de brilho) evidência da dissolução do calcário, d- formação de lapiás típico de modelados cársticos.

A vegetação de mata úmida no platô úmido 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 da Formação Frecheirinha (Grupo Ubajara), além de formar grutas na parte interna da rocha associada ao intemperismo químico sofrido externamente.

O Planalto de Cimeira da Ibiapaba equivale a uma área de aproximadamente 269 km² (Figura 13), com topografia superior a 680 metros. Este configura-se como um relevo do tipo glint, situado entre o domínio Médio Coreaú e a borda oriental da Bacia do Parnaíba, com um reverso de caimento suave no sentido leste do Piauí, que tem contato direto com os Rebordos e Depressão Monoclinal.

Figura 13: Bloco diagrama e perfil topográfico entre a Depressão Periférica da Ibiapaba, Escarpas e Planalto de Cimeira.



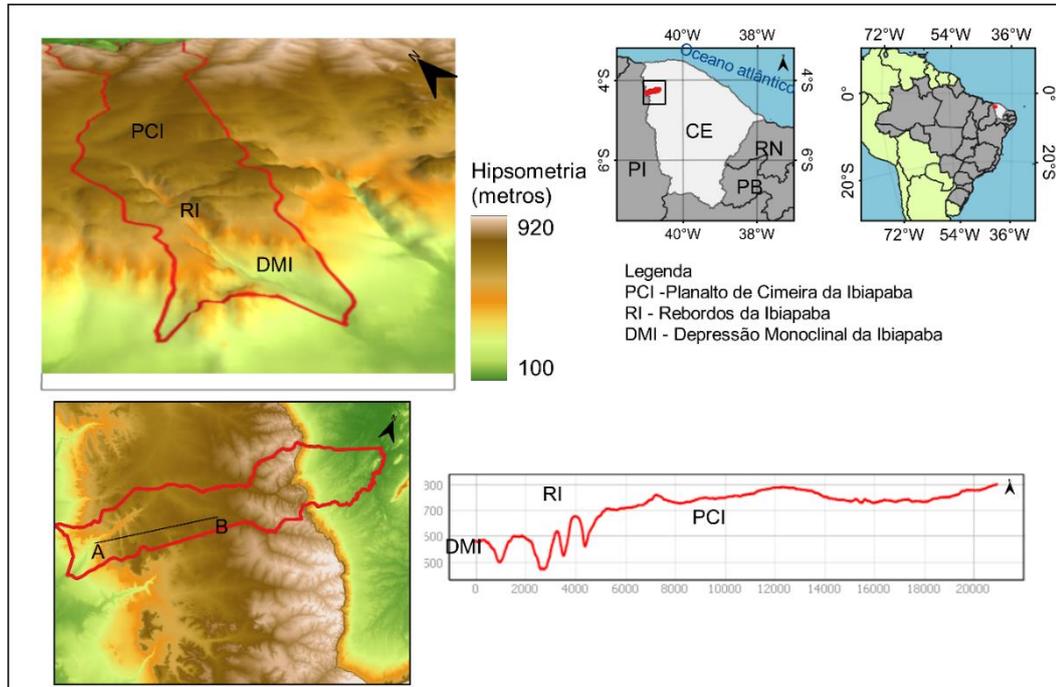
Fonte: autores (2024).

Conforme Brandão e Freitas (2014, p.46) a Ibiapaba é constituída de uma superfície de cimeira de porte imponente e regional, com a presença de conjuntos de platôs, de degraus litoestruturais e de planaltos mais rebaixados, compreendendo uma “extensa área soerguida por epirogênese da borda leste da Bacia do Parnaíba”. As áreas mais elevadas do platô caracterizam-se por um relevo levemente dissecado com colinas suaves e com relevos tabulares, proporcionando o desenvolvimento de solos profundos. Os fatores climáticos estão diretamente associados a ocorrência de chuvas orográficas, na superfície cimeira com vegetação de mata úmida (plúvio-nebular).

O Rebordos da Ibiapaba (RI) representa na área de estudo uma área de aproximadamente 44 km² (Figura 14), com predominância do Neossolo Litólico que está diretamente associado a característica de vegetação do tipo carrasco, com altitude superior a 440 metros, com caimento

topográfico suave de leste a oeste, em direção ao eixo da Bacia do Parnaíba essa unidade apresenta duas representações de tipos de vertentes.

Figura 14: Perfil topográfico e 3D dos modelados de Rebordos e Depressão Monoclinal da Ibiapaba.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Essa unidade resulta dos processos de erosão nos rebordos interiores. O desenvolvimento espacial desse compartimento deve-se ao fato de apresentar uma formação em formato de cuesta em direção central da Bacia do Parnaíba (SOUZA,2000).

Essa unidade resulta dos processos de erosão nos rebordos interiores. O desenvolvimento espacial desse compartimento deve-se ao fato de apresentar uma formação em formato de cuesta em direção central da Bacia do Parnaíba (SOUZA,2000).

Os Rebordos representam uma faixa de transição com declives mais acentuados em diferentes níveis, com relevo predominantemente forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e com faixas acima de 75% caracterizando áreas de vertentes degradadas que serão detalhadas no terceiro táxon. Essas características estão diretamente associadas a morfologia e sua estrutura geológica, são expressas em uma pequena faixa e coaduna com a Depressão Monoclinal.

A Depressão Monoclinal da Ibiapaba (DMI) corresponde a superfície de aplainamento da Bacia do Parnaíba, está localizada no interior da bacia no contato direto com os rebordos erosivos (Figura 33). De acordo com Souza (2000) a depressão monoclinial desenvolve-se a partir de processos

denudacionais que são interrompidos por rebordos interiores que coadunam com as proposições de desdobramentos de cuestas em direção ao eixo da Bacia do Parnaíba.

Os cursos d'água que atravessam os Limites Interiores deságuam na Depressão Inclinada da Ibiapaba para se unirem ao Rio Parnaíba, no estado do Piauí. Nessa área, não ocorre uma expansão significativa de terras aluviais devido à limitada habilidade de escavação linear dos rios que têm origem e esculpem seus vales em quebras topográficas menos proeminentes, reduzindo a carga sedimentar transportada para o nível de base regional.

Nesse sentido, a área de estudo é caracterizada por suas disparidades topográficas e processos, sendo a área do Planalto de Cimeira a unidade de maior representatividade com aproximadamente 269 km². Em suma, a maior parte da área, apresenta o relevo com altitudes entre 440 a 920 metros, com caráter espacial diferenciado. As cotas altimétricas mais rebaixadas, entre 320 e 100 metros, são evidenciadas nas áreas de Formação Jaicós e Grupo Ubajara. Além da diferença topográfica as condições naturais que diferenciam essas áreas são significativas, exemplo nas áreas de aplainamento os índices pluviométricos são menores, os solos são mais rasos e menos férteis se comparado com o planalto da Ibiapaba, que apresentam solos mais profundos e com potencial para agricultura e predominância da mata úmida.

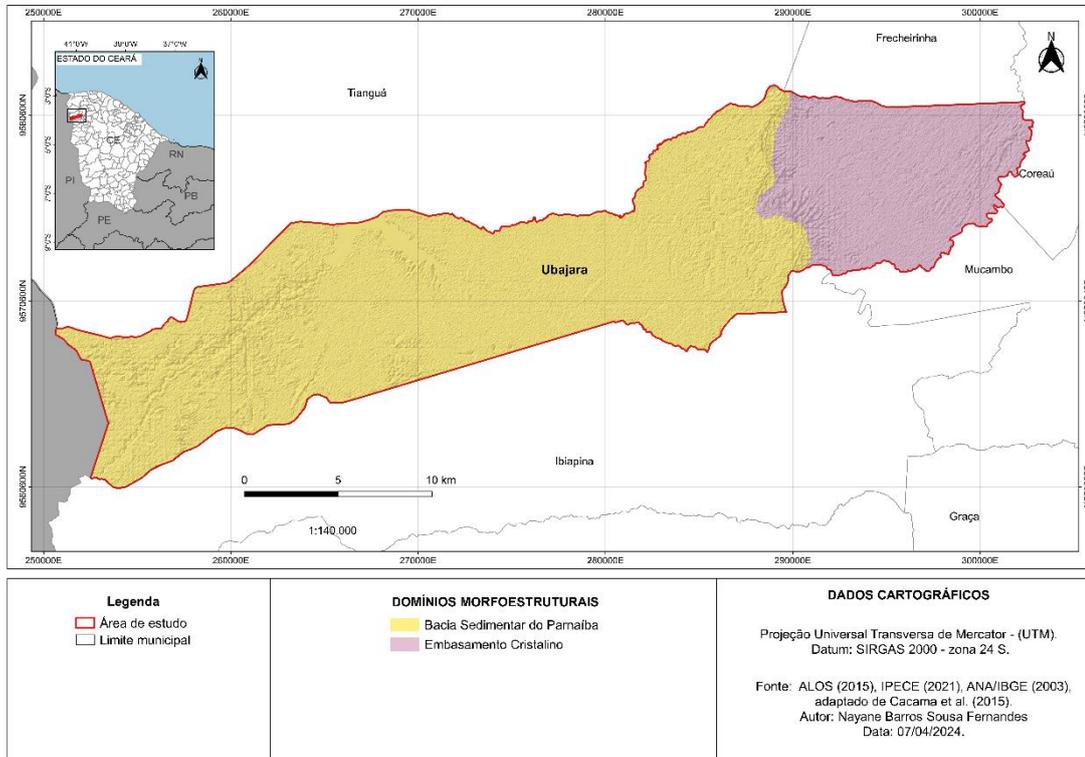
UNIDADES MORFOESTRUTURAIS: EMBASAMENTO CRISTALINO E BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA

As unidades morfoestruturais mapeadas foram o Embasamento Cristalino e a Bacia Sedimentar do Parnaíba que se insere nas bacias e coberturas sedimentares (Figura 15). O embasamento cristalino está localizado na área de estudo, a leste do *glint* da Ibiapaba, no território Médio Coreaú da Província Borborema e corresponde aproximadamente 26% da área de estudo. O Território Médio Coreaú está posicionado ao noroeste da Zona de Cisalhamento de Sobral (ZCS) e encontra-se envolvido, na direção sudoeste, por camadas sedimentares fanerozóicas da Bacia do Parnaíba (CACAMA *et al.*, 2015). Essas formações rochosas estão parcialmente cobertas por rochas metassedimentares de médio a alto grau, datadas do neoproterozóico (Grupo Ceará), que foram invadidas por um considerável influxo de intrusões plutônicas, ocorrendo tanto durante quanto após a Orogênese Brasileira.

A Bacia Sedimentar do Parnaíba, possui uma forma elipsoidal arredondada, é considerada uma das cinco bacias intracontinentais com idade Paleozoica na América do Sul, caracterizando-se como uma sinéclise, uma vez que se trata de uma área deprimida em meio a uma plataforma. Originou-se de

uma subsidência gradual resultante da formação inicial de alguns grábens que foram primeiramente rifteados (VAZ *et al.*, 2007).

Figura 15: Domínios morfoestruturais da Ibiapaba com ênfase no município de Ubajara.



Fonte: Organizado pelos autores (2024), adaptado de Cacama et al., (2015).

Esses grábens, ou rifteamentos, emergiram dos eventos térmicos finais do Ciclo Brasileiro cambro-ordoviciano e são caracterizados por apresentarem eixos de orientação predominantemente de nordeste a norte a sul, sendo preenchidos por sedimentos imaturos (Santos, 2005). No passado, a Bacia do Parnaíba possuía uma extensão mais ampla, porém, ao longo do tempo geológico, essa área foi reduzida devido a processos de erosão regressiva.

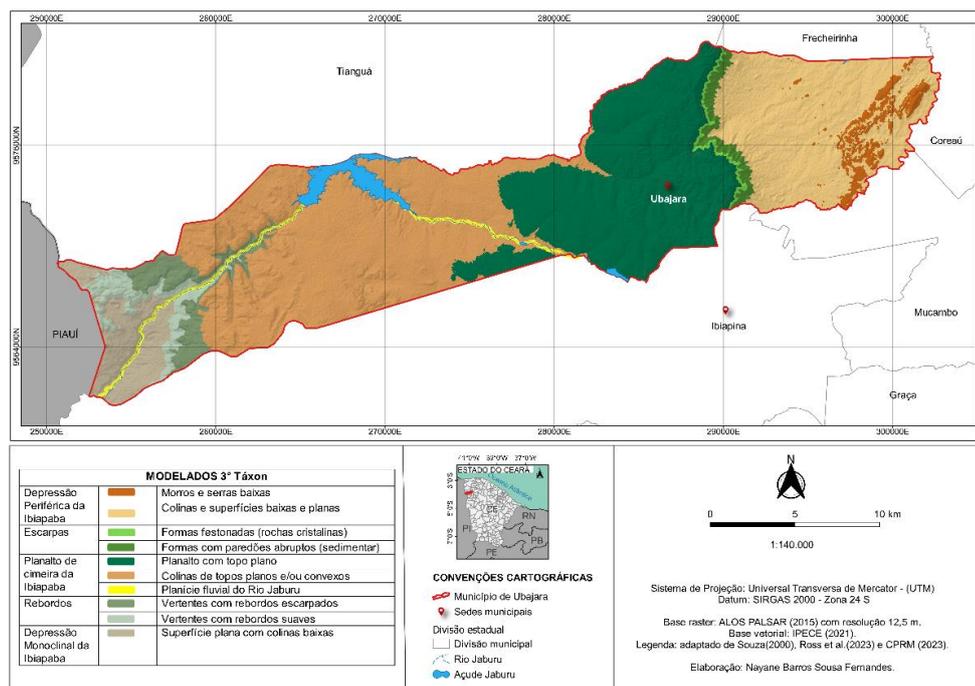
UNIDADES MORFOLÓGICAS

O terceiro táxon representa as unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes do relevo contidos no primeiro táxon que são as unidades morfoesculturais. Segundo Ross (1992) este táxon retrata um determinado aspecto fisionômico que decorre das influências dos processos erosivos mais recentes, como os processos morfoclimático atuais. São unidades que apresentam dimensões de área menores, idades mais recentes e processos erosivos que favorecem a dissecação do relevo.

Esses padrões de formas semelhantes conforme Ross (1992) “são conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo”, para o mapeamento do terceiro táxon optou-se por analisar os padrões de formas semelhantes a partir dos parâmetros topográficos, análise realizada através de um MDE com alta resolução, contexto regional e atividade de campo.

Segundo Ross (1992), os padrões de formas semelhantes, correspondem a unidades em áreas de menor extensão territorial e são caracterizados por conjuntos e tipologias de formas que compartilham um alto grau de semelhança tanto no tamanho de cada forma quanto na sua aparência fisionômica. Podem ser distinguidas duas linhagens genéticas dos padrões de formas: as formas de acúmulo, representadas por planícies de diversas origens (marinha, fluvial, lacustre), e as formas denudação, esculpidas pelo desgaste erosivo, como morros, colinas, serras e formas aplainadas, entre outras.

Figura 16: Modelados do município de Ubajara.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024), legenda adaptada de Ross *et al.*, (2023), Souza (2000) e CPRM (2023). Relevo sombreado: ALOS (2015).

Segundo Jatobá e Lins (2003) “Modelados são agrupamentos de formas de relevo que apresentam similitudes de definição geométrica em função de uma gênese comum e da generalização dos processos morfogenéticos atuantes”. Na área de estudo foram mapeados dois tipos de modelados de acumulação e denudação, a partir deles foram identificados 10 tipos de morfologias (Figura 16), pertencentes as unidades morfoesculturais.

No 3º táxon da estrutura taxonômica são identificadas as unidades morfológicas ou os padrões de formas semelhantes, na área de estudo foram constatadas 10 modelados distintos: Morros e Serras Baixas, Colinas e Superfícies Baixas e Planas, Formas Festonadas, Formas com Paredões Abruptos, Planalto com topo Plano, Colinas de Topos Planos e/ou Convexos, Planície Fluvial do Rio Jaburu, Vertentes com Rebordos Escarpados, Vertentes com Rebordos Suaves e Superfície com Colinas baixas. Estes modelados correspondem exatamente as Unidades Morfoesculturais (1º táxon) identificados na área de estudo refletindo a dinâmica geomorfológica e seus processos e, portanto, apresentam valores iguais de área e percentual na área de estudo.

DEPRESSÃO PERIFÉRICA DA IBIAPABA: MORROS E SERRAS BAIXAS, COLINAS E SUPERFÍCIES BAIXAS E PLANAS

Nesse recorte espacial não há presença de cristas e inselbergs, apenas pequenas representações de morros residuais e colinas, demonstrando o poder da morfogênese mecânica e nos processos de denudação na elaboração de superfícies de erosão. Esses relevos residuais, são resultantes do comportamento das rochas em diferentes eventos denudacionais que resultaram no aplainamento da superfície sertaneja, com interferência direta das condições semiáridas.

Com relevo plano (0-3%) a forte ondulado (20-45%), essa Depressão Periférica indica a presença de colinas rasas e morros residuais, que se coadunam com pedimentos em direção aos vales. De acordo com Santos (2022, 176 p.) “as reativações das zonas de cisalhamento possivelmente promoveram inversões de relevo, soerguimento de escarpas com alteração dos níveis de base regionais e recuo de vertentes no processo de estruturação da Depressão Periférica”.

Os morros residuais e serras baixas esculpidos sobre arenitos da Formação Coreau e sobre os metacalcários da Formação Frecheirinha, formam um conjunto paisagístico que se destacam em meio as superfícies baixas da Depressão Periférica (Figura 17). Além disso, são favoráveis à existência de solos imperfeitamente drenados como Argissolos e Neossolos Litólicos, recobertos pela caatinga arbustiva, caatinga arbórea e mata seca, representa aproximadamente 1,40% da Depressão Periférica.

As superfícies baixas e planas com colinas representam aproximadamente 19,35% da área de estudo, as colinas apresentam topografia suave e isolada em meio as superfícies aplainadas, com altitudes máximas de 300 metros. São áreas de relevos aplainados a suave ondulados, identificados colinas amplas e suaves e superfícies aplainadas.

Os principais modeladores do relevo são os agentes externos (clima, vento, umidade), no entanto, foram observadas atividades como agricultura de subsistência, pecuária extensiva, contudo,

nesta escala de análise, essas atividades antropogênicas não alteram de forma significativa as formas do relevo. Os morros residuais e serras baixas esculpido sobre arenitos da Formação Coreaú e sobre os metacalcários da Formação Frecheirinha, formam um conjunto paisagístico que se destacam em meio as superfícies baixas da Depressão Periférica (Figura 17). Além disso, são favoráveis à existência de solos imperfeitamente drenados como Argissolos e Neossolos Litólicos, recobertos pela caatinga arbustiva, caatinga arbórea e mata seca, representa aproximadamente 1,40% da Depressão Periférica.

Figura 17: Vista panorâmica da Depressão Periférica com morros residuais ao fundo e uma extensa área plana e sua



Fonte: autores (2024).

As superfícies baixas e planas com colinas representam aproximadamente 19,35% da área de estudo, as colinas apresentam topografia suave e isolada em meio as superfícies aplainadas, com altitudes máximas de 300 metros. São áreas de relevos aplainados a suave ondulados, identificados colinas amplas e suaves e superfícies aplainadas.

ESCARPAS DA IBIAPABA: FORMAS FESTONADAS (ROCHAS CRISTALINAS) E FORMAS COM PAREDÕES ABRUPTOS

As formas com padrão em escarpa, geralmente exibem encostas com características lineares, com acumulação de detritos e depósitos de encostas, como na área que é composta por depósitos de tálus. De acordo com a CPRM (2021) nesse padrão de relevo predominam encostas com inclinações elevadas com ocorrência ocasional de paredões rochosos quase verticais e formações de rocha em formato de cone ocasionados pela deposição de sedimentos e pelos processos de denudação.

Na Escarpa da Ibiapaba (EI) há presença de rochas do Grupo Serra Grande, que capeiam o topo do relevo, e de rochas do embasamento cristalino exumadas, totalizando uma área equivalente a 13,900 km². Assim como os demais padrões, sofre influência direta da formação estrutural, com elevada

variação altimétrica entre 320 a 720 metros e com relevo de características fortemente ondulado (20-45%) na base, montanhoso (45-75) e escarpado (> 75%) nos setores mais elevados com formação de solos superficiais seguindo o padrão declivoso, as formações Tianguá e Jaicós (cimeira) são esculpidas em grandes anfiteatros de erosão, que demarcam uma linha de front fortemente festonada com presença de cornija arenítica que segue todo seu seguimento em uma pequena faixa entre o topo e os festonamentos do *front* como mostra a Figura 18.

Figura 18: Front da Ibiapaba com vista do mirante Gameleira, Ubajara-Ce.



Fonte: Fernandes (2024).

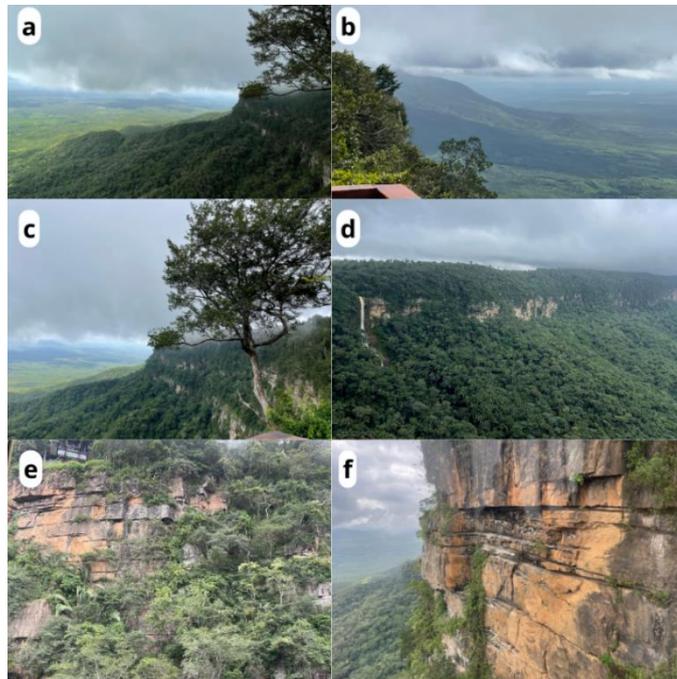
As formas com padrão em escarpa, geralmente exibem encostas com características lineares, com acumulação de detritos e depósitos de encostas, como na área que é composta por depósitos de tálus. De acordo com a CPRM (2021) nesse padrão de relevo predominam encostas com inclinações elevadas com ocorrência ocasional de paredões rochosos quase verticais e formações de rocha em formato de cone ocasionados pela deposição de sedimentos e pelos processos de denudação.

As formas de nível mais baixo as Formas Festonadas são oriundas de rochas cristalinas da Formação Frecheirinha por metacalcários calcíticos e dolomíticos, setor da Gruta de Ubajara que possui uma importante representação de relevo cárstico a nível nacional e a Formação Coreaú por arenitos. Com predominância topográfica de 400 a 520 metros de altitude, destaca-se na paisagem pelo seu contorno irregular e bastante festonado com dissecção muito forte (Figura 19). Com predomínio do Neossolo Litólico com cobertura de mata úmida.

As Formas de escarpas com paredões abruptos evidenciam uma ruptura topográfica entre a Depressão Periférica e o Planalto da Ibiapaba que ultrapassa os 700 metros. Com origem sedimentar, sustentando pela Formação Jaicós constituídos por arenitos conglomeráticos, os quais ficam evidentes na estreita faixa da cornija arenítica (Figura 19b). Nos setores mais elevados, prevalecem os Argissolos

Vermelho-Amarelos, apresentando-se moderadamente profundos, recobertos por uma faixa de transição vegetacional entre a caatinga e a mata plúvio-nebular

Figura 19: Escarpas festonadas e com paredões exuberantes com presença de cornija arenítica.



Fonte: autores (2024).

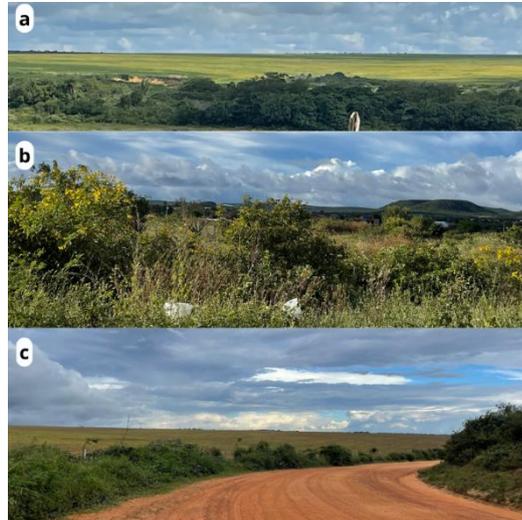
PLANALTO DE CIMEIRA DA IBIAPABA: PLANALTO COM TOPO PLANO, COLINAS DE TOPOS PLANOS E/OU CONVEXOS E PLANÍCIE FLUVIAL DO RIO JABURU

O Planalto de Cimeira da Ibiapaba (PCI) abrange uma área equivalente a 268,154 km², com padrões de modelados de topo plano e colinas de topos planos e/ou convexos, com relevo plano (0-3%) a forte ondulado (20-45%) em alguns setores, com área de maior altitude atingindo altitude superior a 800m. Nessa região é possível verificar um caimento topográfico suave, controlada pelo mergulho estratigráfico das camadas sedimentares, que se inclina na direção do eixo central da Bacia do Parnaíba no sentido leste-oeste.

As colinas apresentam morfometria suave de vertentes e pouco declivosas com altitudes máximas que não ultrapassam 320 metros. As colinas amplas e suaves e com topos convexos ocorrem pontualmente em meio a zona de transição da mata úmida e carrasco. É ocupada predominantemente por grandes fazendas e por pequenas propriedades familiares, o uso da terra se dá tradicionalmente em culturas permanentes e temporários e pastagens para pecuária extensiva. Predomina processos de

pedogênese, com ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de colúvios em baixas vertentes (Figura 20).

Figura 20: Planalto de topo plano intercalado por superfície colinosas.



Fonte: Elaborado por Fernandes (2024). a- Colina amplamente suave com evidência de erosão linear do tipo voçoroca; b- Setor com colinas de topo convexo situada no baixo curso do Rio Jaburu; c- Colinas com topos planos em área de carrasco.

No decorrer do caimento topográfico os efeitos das chuvas orográficas inexistem, justificando a configuração da tipologia climática de semiaridez como principal condicionante ambiental, que promove a dispersão fitogeográfica do “carrasco” em consonância com a evolução edafoclimática de solos da classe Neossolos Quartzarênicos (SOUZA, 2000).

As Planícies Fluviais se caracterizam como áreas planas de acumulação fluvial sujeitas a inundações periódicas que bordejam a calha dos rios e são representações típicas de formas de deposição fluvial. As Planícies Fluviais constituem os ambientes de formação e evolução mais recentes dentre as unidades apresentadas, originadas pela deposição de sedimentos quaternários pela atuação dos rios nas regiões mais baixas (GUERRA; GUERRA, 2011). A Planície Fluvial da área em questão se desenvolve ao longo dos vales do Rio Jaburu, assim como de seus principais afluentes, formando formas de relevo claramente definidas na paisagem.

A Planície Fluvial do Rio Jaburu compreende um conjunto de formas de relevo de caráter agradacional, modelado de acumulação de gênese fluvial com aproximadamente 6 km² de extensão que entalham todo setor ocidental do município de Ubajara, em direção ao eixo da bacia do Parnaíba em superfícies planas (0 a 3%), e se concentra na porção central e oeste do município. Ao longo de seu percurso a mata ciliar encontra-se totalmente descaracterizada e condicionando culturas que demandam

de irrigação por apresentar potencialidade agrícola e susceptibilidade a processos erosivos, principalmente, nas margens dos cursos d'água. Em geral, a Planície Fluvial do Rio Jaburu é uma zona de acumulação composta por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos. Apresenta um relevo extremamente suave seguindo os cursos d'água principais.

REBORDOS DA IBIAPABA: VERTENTES COM REBORDOS ESCRAPADOSE VERTENTES COM REBORDOS SUAVES

São formas acidentadas, constituídas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de talus. Exibem processo de entalhamento com ocorrência de vertentes muito declivosas (MACHADO, 2010). Nesse padrão de relevo os processos de morfogênese (formação de solos ralos) são atuantes, com intenso processo de erosão laminar e de movimentos de massa. Com evidência de depósito de talus e colúvios nas vertentes, esse padrão caracteriza-se por ser um relevo de transição entre duas superfícies distintas, a exemplo do Planalto de Cimeira da Ibiapaba e a Depressão Monoclinal na área de estudo.

Após o Planalto de Cimeira, há uma ruptura de declive por meio de diferentes níveis de erosão, que demarcam o desenvolvimento dos Rebordos da Ibiapaba, com altitudes entre 320 a 560 m. Esses Rebordos têm um percentual de área equivalente a 6,45%.

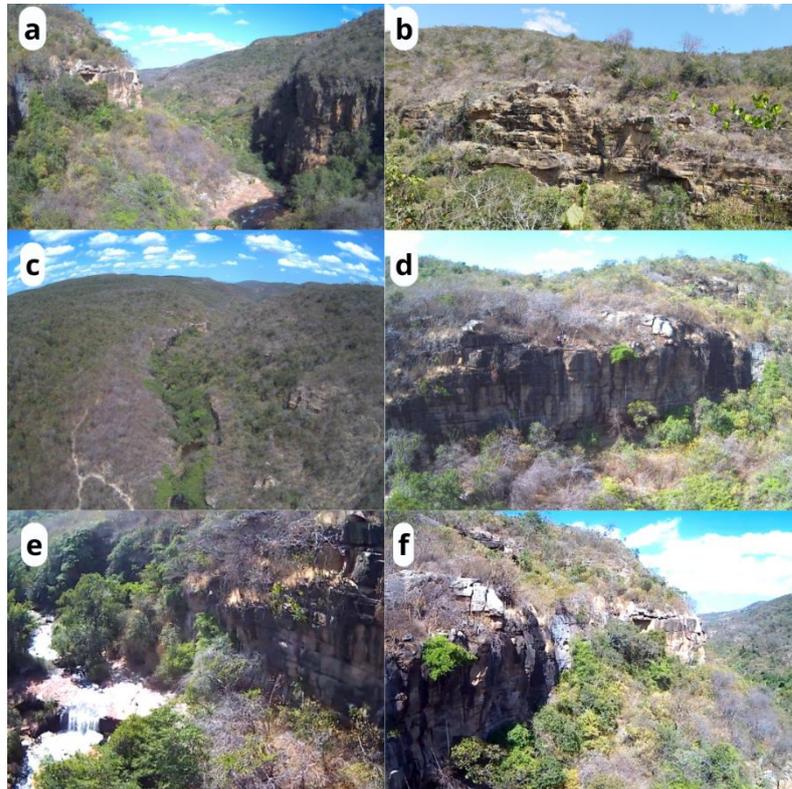
Para Souza (2000), no reverso da Ibiapaba a estrutura geológica e a morfologia estão intimamente relacionadas. Tais relações são mantidas até uns 35km a oeste, quando então se desenvolvem os Rebordos da Ibiapaba e uma vasta Depressão Monoclinal. Esse modelado se expressa por degraus estruturais, que se ordenam até se unir com a Depressão Monoclinal a partir de diferentes graus de resistência das rochas da Formação Jaicós em relação à erosão diferencial.

As vertentes com Rebordos Escarpados apresentam um relevo ondulado (8 - 20%) a escarpado (>75%), com uma menor ruptura topográfica se comparada a Escarpa. As áreas altamente declivosas caracterizam-se por uma rede de drenagem seguindo os lineamentos, formando padrões cataclinais que se unem para a Bacia do Rio Parnaíba. A rede de drenagem diseca o relevo e caracteriza o relevo em áreas de vales que retratam a ação da denudação nas áreas mais rebaixadas da Ibiapaba no setor oeste (Figura 21).

Esse modelado em vale caracteriza o Cânion do Frade composto por 10 quedas d'água ao longo do declive, uma área de beleza cênica exuberante com paredões imponentes e com extensão de aproximadamente 19km. A drenagem tem um fator determinante nos processos de entalhamento do

vale, com predominância de solos rasos do tipo Neossolos Litólicos que ficam evidentes ao longo das trilhas por serem solos rasos e serem caracterizados por afloramentos rochosos, em relação a flora o carrasco é a vegetação predominante, diretamente relacionado aos níveis de precipitação da região.

Figura 21: Cânion do Frade no setor de Rebordos Escarpados.



Fonte: autores (2024). a- Formas de vales fechados; b- Fraturas horizontais provenientes da sobreposição de sedimentos; c- Vista panorâmica da extensão do Cânion do Frade; d- Exemplo de topos levemente arredondados; e- Padrão de drenagem cataclinal; f- Contato das rochas sedimentares e a cobertura vegetal.

. O Cânion do Frade é visto como um aspecto geomorfológico relevante para a região de Ubajra, sobretudo pela beleza cênica proporcionada e preservação, a qual é mantida principalmente pelas limitações naturais nas formas de uso e ocupação. É um setor que atrai muitos turistas que praticam *trekking*, consiste em percorrer longas distâncias a pé em trilhas naturais. Pouco explorado, a acessibilidade ainda é complexa e alguns aspectos de segurança por se tratar de uma área com grandes desfiladeiros, quedas de blocos e erosão diferencial.

As Vertentes com Rebordos suaves restringem-se a altitudes entre 320 a 440 metros, é um setor menos declivoso se comparado ao anterior, com relevo suave ondulado (3- 8%) a ondulado (8 - 20%). Áreas que coadunam com a Depressão Monoclinal que não apresentam relevo tão declivosos e que tem aparência de topos mais tabulares que são os patamares.

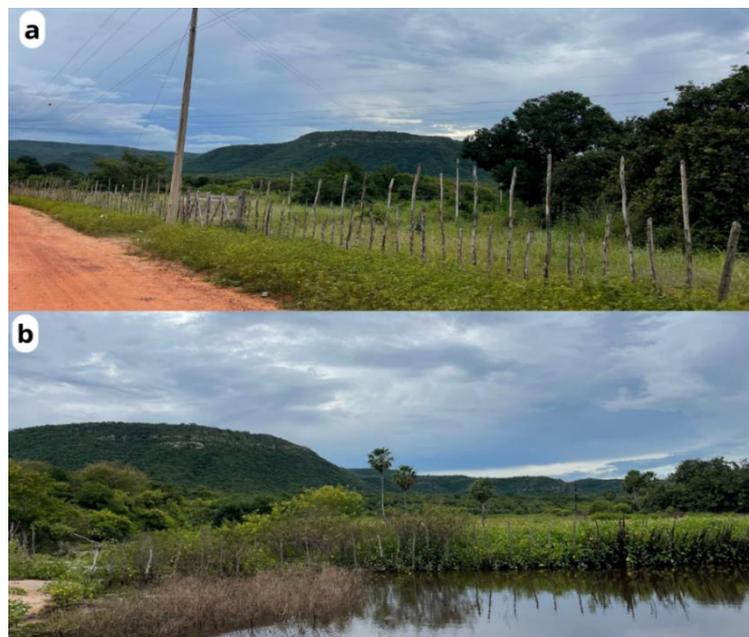
A forma em vale na área de estudo está situada no padrão de rebordos interiores (Figura 30), modelado que apresenta variação topográfica entre 320 a 680 metros no sentido leste-oeste, apresentando um relevo de forte ondulado (20-45%) a escarpado (>75%).

De acordo com a CPRM (2021) o padrão em vale encaixado caracteriza-se como um relevo muito irregular, com predominância de encostas íngremes e ocorrência de paredões rochosos verticais, drenagem intensa de entalhamento. Com amplitude do relevo elevada, sob forte controle estrutural. Em geral, esse padrão de relevo apresenta áreas de alta suscetibilidade a eventos de movimentos de massa.

DEPRESSÃO MONOCLINAL DA IBIAPABA: SUPERFÍCIE COM COLINAS BAIXAS

A Depressão Monoclinal é uma ampla superfície de aplainamento sedimentar no interior da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Na área de estudo esta unidade está em contato com os Rebordos Ibiapaba. O modelado proveniente dessa morfoescultura é a Superfície Plana com Colinas Baixas estas ocorrem em resposta aos processos denudacionais nos Rebordos da Ibiapaba (Fig. 22). De acordo com Souza (2000) essa Depressão é interrompida pelos desdobramentos de cuestas que se direcionam ao eixo da Bacia do Parnaíba.

Figura 22: Relevo colinoso do modelado Superfície Plana com Colinas Baixas.



Fonte: autores (2024). Sequência de colinas e patamares na Depressão Monoclinal

Um modelado com superfícies suavemente onduladas, promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente. Apresenta uma altitude entre 100 a 320 metros, com relevo suave ondulado (3 – 8%).

As formas em colinas podem apresentar vertentes convexas, côncavas e com topos amplos. Conforme a CPRM (2021) as colinas geralmente apresentam baixas e suaves amplitudes com relevo inferior a 200 metros em setores de depressão, como na área de estudo (Figura 22).

Buscamos apresentar um mapeamento taxonômico detalhado com ênfase nos modelados, para isso, foram realizadas adaptações na proposta metodológica de Ross (1992) e no Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR), com base em análises geomorfométricas, utilizando métodos de mapeamento semiautomatizados que integram o conhecimento empírico de campo com procedimentos técnicos. A abordagem adotada permite reduzir o grau de abstração, dado o menor uso de informações de caráter qualitativo. No entanto, os procedimentos foram complementados com trabalhos de campo, essenciais em qualquer estudo geomorfológico, e demonstram eficácia ao fornecer dados mais consistentes e precisos para o mapeamento.

CLASSIFICAÇÃO DOS MODELADOS: VERSÃO PRIMEIRO TÁXON MORFOESTRUTURA E VERSÃO PRIMEIROTÁXON MORFOESCULTURA

O resultado obtido utilizando a versão da classificação tendo como primeiro táxon as morfoestruturas, foi subsidiado por duas grandes morfoestruturas brasileiras: a Bacia Sedimentar do Parnaíba, que se configura em planalto, nas quais as bordas escarpadas dessas grandes bacias sedimentares apresentam no geral relevos cuestiformes que são acompanhados pelas Depressões Periféricas (ROSS *et al.*, 2023).

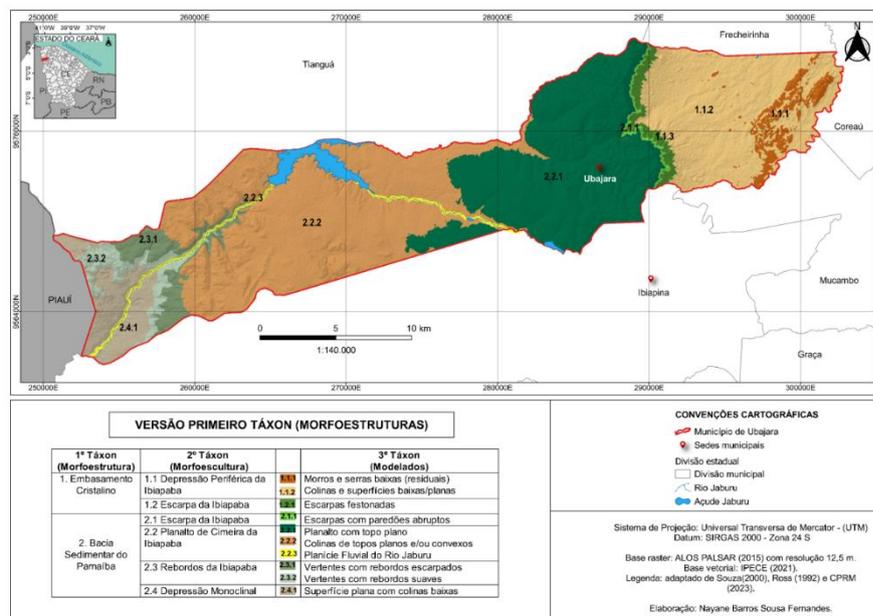
A evolução morfoestrutural da área de estudo decorre de uma sequência de eventos tectônicos passados, que estão relacionados à Orogênese Brasileira e à fragmentação do supercontinente Gondwana durante o Cretáceo. Esses eventos geológicos se manifestam na paisagem geomorfológica por meio de lineamentos dúcteis e rúpteis, os quais governam a dinâmica do relevo, estabelecendo as condições para a ação diferencial da erosão, que, por sua vez, dá origem a escarpas, cristas, vales, padrões de drenagem, entre outros. Os fatores morfoesculturais, influenciados pelas condições climáticas semiáridas predominantes, são determinantes nos processos denudacionais que moldaram a paisagem geomorfológica sobre as morfoestruturas subjacentes (SANTOS, 2022).

Depressão Periférica e parte da Escarpa são mantidas pelo embasamento cristalino, sendo o Planalto da Ibiapaba se configura com um típico glint, pois o embasamento chega a altura do nível

mais baixo da Escarpa. Trata-se de uma feição morfoгенética de circundesnudação situada na borda de uma bacia sedimentar, cuja evolução decorre do recuo acentuado da escarpa, em razão da exposição de superfícies exumadas, que apresentam menor resistência à erosão remontante. A escarpa exibe uma diminuição progressiva de altitude na direção norte, transformando-se em um *front* mais suavizado e menos perceptível (SOUZA, 2000).

Com base nessas proposições os modelados seguem o condicionamento morfoestrutural e morfoescultural, respectivamente, estrutura e dinâmica das formas mapeadas, diferente da segmentação realizada no capítulo anterior. Seguindo metodologicamente Ross (1992) que estabelece como primeiro táxon as morfoestruturas e o segundo táxon as morfoesculturas (Figura 23).

Figura 23: Mapa dos modelados do município de Ubajara - versão Primeiro Táxon: Morfoestruturas.



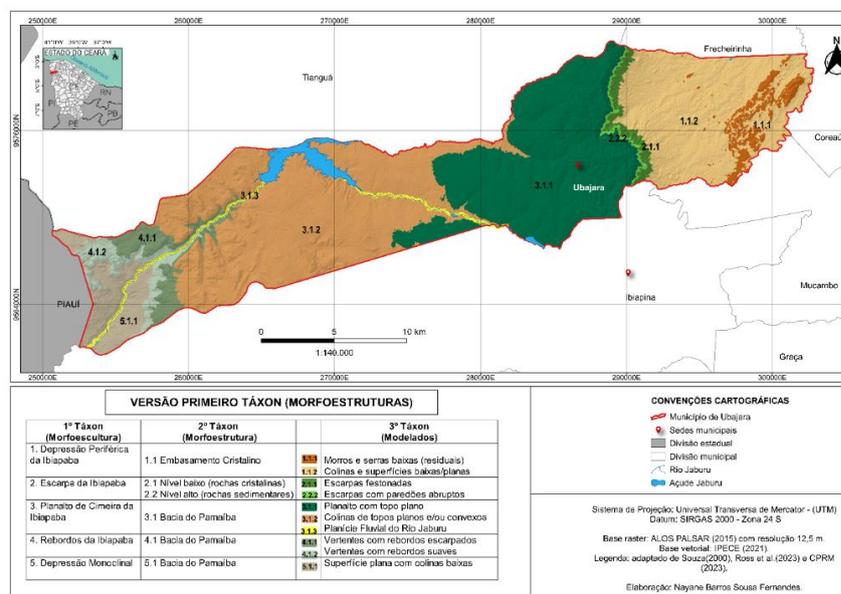
Fonte: Elaborado pelos autores (2024), legenda construída a partir da metodologia de Ross (1992).

As unidades morfoestruturais estão diretamente associadas ao substrato rochoso, que sob o ponto de vista geológico condicionam o relevo naquela região. Seguindo essas compreensões que o SBCR estabeleceu as morfoesculturas como primeiro táxon por priorizar o relevo. De acordo com o IBGE (2009) as morfoestruturas manifestam-se em escala regional e estruturam os processos geomorfológicos com base no arcabouço geológico marcado pela tectônica e natureza das rochas. Esses elementos combinados com os efeitos climáticos que sofreram variação ao longo do tempo geológico, resultam na formação de amplos conjuntos de relevos, com características distintas, mas que, compartilham relações com a estrutura geológica de origem.

É importante ressaltar que alguns táxons fogem às regras de taxonomia convencionais, pois diferentes categorias do 1º táxon podem apresentar a mesma categoria no 2º táxon. Seria o caso de questionar a razão das unidades morfoestruturais configurar-se como 2º táxon e não como primeiro. Contudo, a mesma situação poderia ocorrer na situação inversa, isto é, dois domínios distintos como o da Bacia Sedimentar do Parnaíba e Embasamento Cristalino poderiam configurar uma mesma categoria de morfoesculturas, que é justamente o que acontece em relação a Escarpa da Ibiapaba.

Nesse cenário que em convenção coletiva e com amplo debate, que foi decidido estabelecer as grandes formas de relevo (morfoesculturas) como primeiro nível de análise (IBGE, 2020). A versão do mapa dos modelados, considerando o primeiro nível taxonômico como as morfoesculturas, exibe os mesmos polígonos de modelados do mapa anterior. A principal diferença reside na tentativa de implementar a proposição do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR), o qual define o primeiro táxon como as morfoesculturas, as grandes formas do relevo. Os aspectos morfogenéticos analisados no primeiro mapa são mantidos, mas o que muda é a forma de classificar e a maneira como as unidades de relevo são redistribuídas entre o primeiro e o segundo táxon na segunda versão proposta, com ênfase nas morfoesculturas (Figura 24).

Figura 24: Mapa dos modelados do município de Ubajara - versão Primeiro Táxon: Morfoescultura.



Fonte: Elaborado por Fernandes (2024), legenda construída a partir da metodologia de Ross (1992).

Ambas se baseiam nos princípios estabelecidos por Merczerjakov (1968), o qual considera que a troca em primeiro ou segundo táxon são estabelecidas sem conflitos por apresentem a mesma

ordem de grandeza, o que vai definir a melhor representação é o que vai ser mapeado e priorizado. Portanto, independente de posição taxonômica esses dois primeiros táxons, consideram os processos, formas e estruturas, componentes de análise da dinâmica e evolução terrestre, reafirmando a importância do mapeamento taxonômico do relevo e conseqüentemente seu uso na aplicação do ordenamento territorial e/ou planejamento territoriais e ambientais.

Mesmo como essa nova proposta fica evidente que a versão baseada em Ross (1992) mesmo tendo como primeiro táxon as morfoestruturas subsidiam a compreensão da dinâmica do segundo táxon as morfoesculturas e os modelados, por conseguinte. Para Ross (1992) a representação cartográfica do relevo deveria ser “calcada fundamentalmente no aspecto fisionômico que cada tamanho de forma de relevo apresenta, não interessando a rigidez da extensão em Km², mas sim o significado morfogenéticos e as influências estruturas e esculturais no modelado (ROSS, 1992, p. 23).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa desenvolveu um mapeamento taxonômico para o reconhecimento das formas de relevo naturais assim como sua caracterização e comparação com a nova proposta de classificação do relevo em níveis taxonômicos. A taxonomia de relevo desta pesquisa, baseada principalmente em Ross (1992) e nas orientações iniciais do SBCR (IBGE, 2020) com adaptações próprias para adequação do objeto de estudo, apresenta 3 táxons principais, apesar do SBCR propor novas nomenclaturas, optamos por considerar os termos usuais de Ross (1992), que continuam do maior para o menor: Unidades Morfoesculturais, Unidades Morfoestruturais e Unidades Morfológicas ou Modelados. A pesquisa restringiu-se ao terceiro táxon considerando o processo dinâmico e a influência dos elementos físicos, esta se enquadra como um ponto de partida para novas análises, discussões e até mesmo novos mapeamentos com maior número de detalhe.

O município de Ubajara – área de estudo para desenvolvimento da pesquisa – se mostrou bastante diversa do ponto de vista geomorfológico, permitindo a identificação de cinco Morfoesculturas: Depressão Periférica da Ibiapaba, Escarpa, Planalto de Cimeira, Rebordos e Depressão Monoclinal da Ibiapaba. As Unidades Morfoestruturais consistem na Bacia Sedimentar do Parnaíba e Embasamento Cristalino. Os resultados da pesquisa a partir desses dois níveis taxonômicos apontam para dez tipos de modelados: Morros e Serras Baixas, Colinas e Superfícies Baixas e Planas, Formas Festonadas, Formas com Paredões Abruptos, Planalto com topo Plano, Colinas de Topos Planos e/ou Convexos, Planície Fluvial do Rio Jaburu, Vertentes com Rebordos Escarpados, Vertentes com Rebordos Suaves e

Superfície com Colinas baixas, constatamos que cada modelado possui uma característica única mesmo pertencentes a mesma morfoescultura e dinâmica natural.

Vale salientar que as metodologias eleitas para a condução da pesquisa nos possibilitaram apresentar resultados condizentes com a escala e, principalmente, com a realidade encontrada. Evidentemente, fatores limitantes como ausência de mapeamentos mais detalhados como de geologia, vegetação, solos e até mesmo levantamentos geomorfológicos reduzem o nível de detalhamento, daí a necessidade de um volume maior de pesquisas voltadas em mapear as formas do relevo considerando estes elementos.

Em relação a comparação de representação utilizando a metodologia de Ross (2024) e a do SBCR. Ambas não apresentam divergência em consideração ao ponto de vista morfogenéticos, pois, ambos os táxons morfoestruturais e morfoesculturais contemplam os elementos de análise da dinâmica e evolução do relevo terrestre, no entanto, ao ser representando em um mapa o que possui a versão de Ross (1992) se mostrou com uma melhor compreensão por dar continuidade ao modelados presentes dentro das morfoesculturas. Em suma, os materiais apresentados nesta pesquisa possuem o intuito de contribuir com informações atualizadas e com dados de mapeamentos dos atuais modelados e suas características frente as novas proposições. Podendo contribuir para estudos subsequentes da área de estudo, com maior detalhamento e propostas de planejamento.

REFERÊNCIAS

- BIZZI, A. L.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: Bacias Sedimentares Paleozóicas e Mesocenozóicas Interiores. Brasília, CPRM, 2003. p. 692.
- CACAMA, M. S. J; SÁ, E.F.J; SILVA, F. C. A; LINS, F. A. P. L. Structural and geophysical signature of the Northern Portion (Ceará-Piauí-border) of the Transbasiliano Lineament: reactivation in the Parnaíba Basin. **Revista do Instituto de Geociências** - São Paulo, v. 15, n. 3-4, 2015. p. 67-81.
- CARACRISTI, I. Contribuições a respeito dos aspectos climático-ambientais do percurso da expedição geográfica ao Planalto da Ibiapaba. In: FALCÃO SOBRINHO, J; LIMA, E.C. Expedição ao Planalto da Ibiapaba. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 5, n. 5, abril de 2024. 1-79.
- CARVALHO, B. L. **Cartografia do relevo e os registros da ação antrópica na sub-bacia hidrográfica do Rio Macambira/CE**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual Vale do Acaraú/Centro de Ciências Humanas, 2022, p. 168.
- DEMEK, J. Generalization of Geomorphological Maps. In: **Progress Made in Geomorphological Mapping**, Brno, 1967.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. - 5. ed., rev. e amp. - Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book. ISBN 9788570358172.
- GERASIMOV, I. Problemas metodológicos de la ecologización de la ciencia contemporánea. In: **La sociedad y el medio natural**. Moscou: Editora Progreso, 1980.

FALCÃO SOBRINHO, J. **O relevo, elemento âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, estado do Ceará.** Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de São Paulo – USP/FFLCH, São Paulo, 2006, p. 300.

FALCÃO SOBRINHO, J.; CARVALHO, B. L. Expedição ao planalto da Ibiapaba: olhares sobre o relevo. **William Moris Davis – Revista de Geomorfologia.** V.5, n.5, 2024, p.65-71.

FALCÃO SOBRINHO, J.; CARVALHO, B.L. Relief cartography as a means of communication in geographic science. **International Journal Semiarid,** 6 (6), 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Relatório Técnico: 1º Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Relevo.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020d.

HASUI, Y; CARNEIRO, C. D. R; ALMEIDA, F. F. M; BARTORELLI, A. **Geologia do Brasil.** São Paulo: Beca, 2012. 900p.

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org). **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2003. P. 113- 138.

MESCERKACOV, J. P. Lês Concepts de morphostruture et de morphosculture: um nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. In: **Annales de Géographie,** 77 annéss.n. 423, 1968, p. 539-552.

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.

PINÉO, T. R. G. et al. Mapa geológico do estado do Ceará. 1 mapa colorido. Escala 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.

ROSS, J. L. S. **O Registro Cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo.** Revista do Departamento de Geografia, n. 6, SP: FFLCH, 1992, p.17-29.

ROSS, J. L. S.; CUNICO, C.; LOHMANN, M. Mapas do relevo brasileiro: duas classificações. In: SOBRINHO, J. F.; SOUZA, C. J. de.; ROSS, J. L. S. (Org). **A natureza e a geografia no ensino das temáticas físico-naturais no território brasileiro.** Rio de Janeiro: Letra Capital, 2023, p. 83-110.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e subúmidos do semiárido do Nordeste brasileiro.

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, 2, do Acaraú, estado do Ceará. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de São Paulo – USP/FFLCH, São Paulo, 2006, p. 300.