

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA, CEARÁ

GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MUNICIPALITY OF TEJUÇUOCA, CEARÁ

Raissa Beatriz Forte Cruz¹; João Luís Sampaio Olímpio²; José Falção Sobrinho³

- ¹ Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Programa de Pós-graduação em Geografia (PROP GEO), Sobral/CE, Brasil. Email: raissa.beatriz.forte@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0804-3513>
- ² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Curso de Licenciatura em Geografia, Quixadá/CE, Brasil. Email: joao.olimpio@ifce.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7152-1968>
- ³ Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Programa de Pós-graduação em Geografia (PROP GEO), Sobral/CE, Brasil. Email: falcao.sobral@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6335-6088>

Resumo: O município de Tejuçuoca, localizado na região norte do estado do Ceará, apresenta uma diversidade de formas de relevo associadas ao contexto geológico da Província Borborema, destacando-se os maciços residuais das serras da Catirina, Caboretinga, Barra e Vertentes. Embora a área seja reconhecida principalmente pela ocorrência de feições cársticas desenvolvidas em rochas carbonáticas, outros compartimentos geomorfológicos presentes no município ainda apresentam lacunas quanto à sua caracterização geológica e geomorfológica. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa consiste em realizar uma caracterização integrada dos aspectos geológicos e geomorfológicos do município de Tejuçuoca, Ceará, buscando compreender a relação entre o substrato rochoso e a evolução das formas de relevo identificadas. A metodologia adotada possui abordagem qualitativa e caráter descritivo, estruturada em quatro etapas: revisão bibliográfica, coleta e seleção de dados, trabalho de campo e produção cartográfica. Os resultados evidenciaram a presença de diferentes compartimentos geomorfológicos, representados pela Superfície Sertaneja Conservada, Planície Fluvial, Maciços Residuais Cristalinos, cristas, *inselbergs*, esporões e relevos cársticos. A diversidade das formas identificadas está associada à heterogeneidade litológica do município, composta por rochas cristalinas e carbonáticas submetidas a processos tectônicos, intempéricos, erosivos e de dissolução química ao longo do tempo geológico.

Palavras-chave: Cartografia Geomorfológica; Ordenamento Ambiental; Relevos Cársticos.

Abstract: The municipality of Tejuçuoca, located in the northern region of the state of Ceará, northeastern Brazil, exhibits a diverse range of landforms associated with the geological framework of the Borborema Province, particularly the residual massifs of the Catirina, Caboretinga, Barra, and Vertentes ranges. Although the area is primarily recognized for the occurrence of karst landforms developed in carbonate rocks, other geomorphological compartments within the municipality remain insufficiently investigated from both geological and geomorphological perspectives. In this context, the aim of this study was to provide an integrated geological and geomorphological characterization of the municipality of Tejuçuoca, Ceará, in order to understand the relationship between the geological substrate and the evolution of the identified landforms. The adopted methodology followed a qualitative and descriptive approach, structured into four stages: literature review, data collection and selection, fieldwork, and cartographic production. The results revealed the occurrence of distinct geomorphological compartments, including the Preserved Sertaneja Surface, Fluvial Plain, Crystalline Residual Massifs, ridges, *inselbergs*, spurs, and karst landforms. The diversity of these landforms is associated with the municipality's lithological heterogeneity, which comprises crystalline and carbonate rocks that have been subjected to tectonic activity, weathering, erosion, and chemical dissolution throughout geological time.

Keywords: Geomorphologic Cartography; Environmental Planning; karst reliefs.

1. Introdução

As tipologias das formas de relevo evidenciam a evolução e as transformações geomorfológicas ocorridas ao longo do tempo, refletindo a dinâmica dos processos naturais responsáveis pela modelagem da superfície terrestre. Como um dos principais componentes do meio físico, o relevo constitui a expressão espacial da superfície terrestre, compondo as diferentes configurações da paisagem morfológica (CHRISTOFOLETTI, 1980). Embora se apresente de forma abstrata em sua concepção teórica, o modelado materializa-se por meio das diferenciações locais e regionais da superfície terrestre, resultantes da interação entre fatores geológicos, climáticos e geomorfológicos (ROSS, 2023).

O relevo, embora abstrato em sua concepção, materializa-se como o suporte das atividades humanas e expressa uma ampla diversidade de formas, feições, tipologias e estruturas geológicas (FALCÃO SOBRINHO, 2006). Sua modelagem resulta da interação dinâmica entre os diferentes componentes do meio natural, por meio da contínua troca de energia e matéria. Esses processos são responsáveis pela evolução do relevo e pela gênese das formas da superfície terrestre, constituindo a base da história natural do modelado geomorfológico (ROSS, 2023).

Esse dinamismo é resultado da atuação integrada dos processos endógenos e exógenos. Os processos endógenos têm origem no interior da Terra e compreendem fenômenos como o tectonismo, os movimentos sísmicos, o vulcanismo e o magmatismo intrusivo. Por sua vez, os processos exógenos atuam na superfície terrestre, promovendo o intemperismo físico, químico e biológico, bem como a erosão, responsáveis pela esculturação e remodelação contínua do relevo (BASTOS *et al.*, 2019; FLORENZANO, 2008).

A atuação integrada dos processos endógenos e exógenos resulta na formação das diferentes unidades geomorfológicas. No estado do Ceará, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2014) reconhece os seguintes domínios geomorfológicos: Planície Costeira do Ceará, Planícies Aluviais dos rios Jaguaribe e Acaraú, Tabuleiros Costeiros, Chapada do Apodi, Chapada do Araripe, Chapada da Ibiapaba, Depressão Sertaneja I, Depressão Sertaneja II, Depressões em Meio à Superfície Sertaneja e Maciços Residuais Cristalinos. Estes últimos subdividem-se em serras úmidas e serras secas, apresentando características morfoestruturais distintas em função das condições geológicas, climáticas e dos processos de modelagem do relevo.

Em algumas dessas unidades geomorfológicas ocorrem relevos cársticos de exceção, associados à presença de rochas carbonáticas. Esses exemplos distribuem-se na Chapada do Apodi, no leste do Ceará, na divisa com o Rio Grande do Norte; na Chapada do Araripe, ao sul do estado, na região do Cariri; e na Chapada da Ibiapaba, no noroeste cearense, na divisa com o Piauí. Além dessas áreas, feições cársticas também ocorrem em setores da Superfície Sertaneja, destacando-se os municípios de Madalena e Tejuçuoca, onde afloramentos carbonáticos condicionam o desenvolvimento dessas formas de relevo.

A ocorrência dessas feições cársticas contrasta com as condições climáticas semiáridas atuais do estado do Ceará, constituindo importante indicador de condições paleoclimáticas distintas das observadas no presente. Em 2025, parte desse patrimônio natural foi reconhecida pelo poder público por meio da criação de Unidades de Conservação, conforme os instrumentos previstos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Entre essas áreas destaca-se o Monumento Natural Furna dos Ossos, localizado no município de Tejuçuoca, que motivou sua seleção como área de estudo. Assim, esta pesquisa busca investigar as características geológicas e geomorfológicas da área, visando compreender como o substrato geológico condicionou a evolução e a compartimentação do relevo local.

Embora existam estudos sobre a geomorfologia do município de Tejuçuoca, estes concentram-se predominantemente nas feições cársticas desenvolvidas em rochas carbonáticas. Entretanto, o município também abriga formas de relevo associadas a rochas não carbonáticas que apresentam relevante interesse científico e permanecem pouco investigadas. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo realizar a caracterização geológica e geomorfológica do município de Tejuçuoca, Ceará, contribuindo para a compreensão da relação entre o substrato geológico e a configuração das unidades de relevo.

Assim, este estudo busca contribuir para o conhecimento da geodiversidade e da geomorfologia do município de Tejuçuoca, fornecendo subsídios científicos para a identificação de áreas com potencial para conservação. Os resultados poderão auxiliar na identificação de locais que atendam aos critérios estabelecidos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), favorecendo futuras iniciativas de proteção do patrimônio natural. Além disso, a pesquisa poderá subsidiar estudos voltados ao planejamento geomorfológico, à avaliação da vulnerabilidade e da fragilidade ambiental, ao zoneamento e ao ordenamento territorial, bem como à formulação de estratégias para a ocupação sustentável e a conservação dos ambientes naturais.

1.1 Área de Estudo

O município de Tejuçuoca está localizado na mesorregião Norte do estado do Ceará, a aproximadamente 148,5 km de Fortaleza, capital estadual. Estendendo-se uma área território de 758,706 km² e está subdividido em dois distritos: Tejuçuoca e Caxitoré. Limita-se ao norte com o município de Itapajé, ao Sul com o município de Canindé, a leste com os municípios de Apuiarés e General Sampaio, a oeste, com Irauçuba, conforme apresentado na Figura 1.

Cartograficamente, o município está inserido nas Folhas SA.24 – Fortaleza e SB.24 – Jaguaribe, conforme a classificação adotada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (1981). Também é abrangido pelas cartas matriciais da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE: Irauçuba (SA.24-Y-D-V), São Luis do Curu (SA.24-Y-D-VI), Taparuaba (SB.24-V-B-II) (SUDENE, 2018).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui população de com uma 17.154 de habitantes. E o acesso à área de estudo é facilitado pela rodovia BR-222.

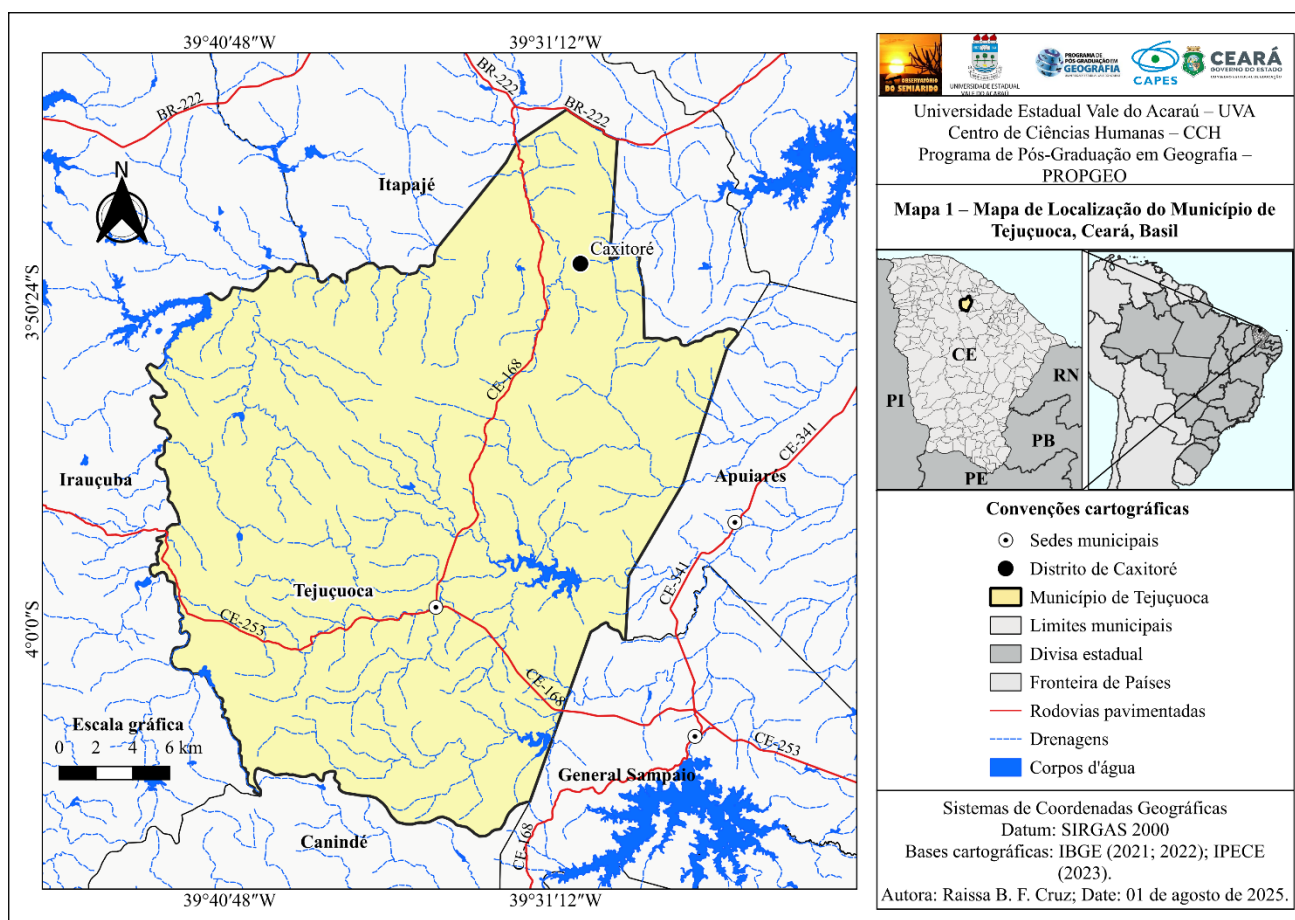


Figura 1 – Mapa de localização do município de Tejuçuoca, Ceará, Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

2. Metodologia

Esta pesquisa apresenta abordagem qualitativa e caráter descritivo, sendo estruturada em quatro etapas metodológicas: revisão bibliográfica, coleta e seleção de dados, trabalho de campo e produção cartográfica, conforme descrito a seguir.

A primeira etapa consistiu na revisão bibliográfica, realizada a partir de leituras relacionadas à geomorfologia e aos fundamentos teórico-metodológicos da análise do relevo, contemplando autores como Christofletti (1980), Florenzano (2008) e Ross (1992; 2023). Além disso, foram consultados estudos específicos sobre a caracterização geológica,

geomorfológica e ambiental do município de Tejuçuoca, com destaque para as contribuições de Bastos, Cavalcante e Silva (2016), Cavalcante *et al.* (2019), Cezário (2019) e Mapurunga (2003). As pesquisas bibliográficas foram realizadas em periódicos científicos, repositórios institucionais, livros e bases digitais, visando fundamentar a interpretação dos dados obtidos nas etapas posteriores da pesquisa.

A segunda etapa foi realizada a coleta, organização e seleção dos dados utilizados na pesquisa, abrangendo informações ambientais, cartográficas e geoespaciais. Os dados ambientais foram obtidos junto à Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), enquanto as informações cartográficas e territoriais foram adquiridas por meio do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado pelo Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), com resolução espacial de 30 m, para geração dos produtos derivados de altitude. Também foram utilizados dados georreferenciados provenientes de imagens de satélite disponibilizadas pelo Google *Earth*, empregados como suporte à interpretação espacial da área de estudo. As informações complementares relacionadas aos aspectos geológicos, geomorfológicos e espeleológicos foram obtidas junto ao Serviço Geológico do Brasil (SGB), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) e Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV).

A terceira etapa correspondeu ao trabalho de campo, realizado com o objetivo de coletar informações geomorfológicas e validar os dados obtidos por meio da análise cartográfica e bibliográfica. Para o levantamento das informações em campo, foram utilizados receptor GPS (*Garmin*, modelo *eTrex 10*), aplicativo de navegação *Outdoor GPS Wikiloc* (versão 3.41.5), veículo aéreo não tripulado (VANT) DJI Mini 2, com peso aproximado de 249 g, e *smartphone* Redmi Note 12 Pro. Durante essa etapa foram realizados registros fotográficos, levantamento de pontos de interesse geomorfológico e observações das características das formas de relevo, contribuindo para a interpretação da paisagem e validação dos produtos cartográficos.

A quarta etapa foi dedicada na elaboração dos produtos cartográficos em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o *software* QGIS versão 3.28.6. Nessa etapa foram realizados procedimentos de organização, processamento e análise dos dados geoespaciais, permitindo a elaboração dos mapas temáticos utilizados na caracterização geológica e geomorfológica da área de estudo.

A elaboração dos produtos cartográficos ocorreu em ambiente SIG, utilizando dados vetoriais e matriciais provenientes das bases oficiais mencionadas anteriormente. Inicialmente, foi realizado o tratamento dos dados, incluindo organização das camadas, reprojeção para o sistema de referência adotado, recorte dos arquivos para o limite municipal de Tejuçuoca e padronização da simbologia cartográfica. A análise do relevo foi realizada a partir de dados altimétricos, permitindo a elaboração dos mapas de hipsometria, declividade e compartimentação geomorfológica.

A delimitação das unidades geomorfológicas considerou a integração entre os aspectos morfoestruturais e morfoesculturais do relevo, utilizando como critérios a distribuição altimétrica, padrões de declividade, características litológicas, estruturas geológicas, formas de relevo observadas em campo e informações provenientes da literatura especializada. A classificação das unidades geomorfológicas foi fundamentada na proposta taxonômica de Ross (1992) e Souza (1988), considerando a relação entre os processos geológicos e geomorfológicos responsáveis pela configuração atual da paisagem.

3. Resultados e discussão

A área de estudo está inserida no setor setentrional da Província Borborema, unidade geológica formada durante a colagem neoproterozoica de um complexo sistema orogênico, com continuidade em diversas faixas orogênicas da África Ocidental (SANTOS *et al.*, 2014). Essa província constitui um segmento da Plataforma Sul-Americana, cuja evolução geológica envolve sucessivos eventos tectono-termiais, processos de acreção e retrabalhamento crustal ocorridos desde o Arqueano até o início do Paleozoico (CPRM, 2018). Esses eventos foram responsáveis pela organização estrutural do substrato rochoso regional, condicionando a distribuição das unidades litológicas e influenciando a configuração das formas de relevo atuais no município de Tejuçuoca.

No setor setentrional da Província Borborema, a evolução crustal está relacionada principalmente às orogêneses Atlântida e Brasileira, responsáveis pela consolidação e reorganização de importantes domínios geológicos durante o Pré-Cambriano. Nesse contexto, a área de estudo corresponde a um *basement inlier* inserido no interior da província, caracterizado pela exposição de terrenos cristalinos antigos que registram diferentes fases de formação, deformação e

retrabalhamento crustal (BRITO NEVES, 1999). Esses processos envolveram sucessivos eventos de amalgamação e fragmentação continental associados à formação de grandes blocos crustais, incluindo os ciclos relacionados aos supercontinentes Atlântida, Rodínia e Panóia (SARAIVA JÚNIOR, 2009).

A Orogênese Brasileira representou um dos principais eventos tectônicos da evolução geológica regional, responsável pela consolidação do supercontinente Gondwana, correspondente ao segmento sul dos megacontinentes Panóia e Pangeia (BRITO NEVES, 1999). Esse processo de amalgamação continental, finalizado aproximadamente há 515 Ma, promoveu intensa deformação, metamorfismo e reorganização estrutural dos terrenos que constituem a Província Borborema (CABY *et al.*, 1995). Como consequência, foram estabelecidas diferentes condições estruturais e graus de resistência das unidades litológicas, influenciando posteriormente a atuação dos processos exógenos.

Nesse sentido, a interação entre a estrutura geológica herdada dos eventos tectônicos e os processos superficiais de intemperismo e erosão condicionou a evolução geomorfológica regional. A resistência diferencial das litologias favoreceu a formação de compartimentos de relevo distintos, uma vez que os materiais mais resistentes permaneceram preservados como áreas elevadas, enquanto os menos resistentes foram progressivamente rebaixados pelos processos denudacionais. Assim, as formas geomorfológicas atuais observadas no município de Tejuçuoca refletem a relação entre a história geológica regional e a dinâmica dos processos responsáveis pela modelagem da superfície terrestre.

3.1 Contexto geológico de Tejuçuoca

O município de Tejuçuoca apresenta elevada diversidade geológica, conforme observado na Figura 2, segundo a classificação do Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2020). A área está inserida no contexto do embasamento cristalino pré-cambriano, composto por diferentes associações litológicas, incluindo gnaisses, xistos, paragnaisses, ortognaisses, quartzitos, granodioritos, metagranitoides, migmatitos, metacalcários (mármore), mármore calcítico e rochas calcissilicáticas, distribuídas entre as eras Paleoproterozoica e Neoproterozoica. Essas unidades representam terrenos antigos submetidos a diferentes eventos tectônicos e metamórficos, cuja diversidade litológica influencia diretamente os padrões de resistência erosiva e, conseqüentemente, a organização das formas de relevo presentes no município.

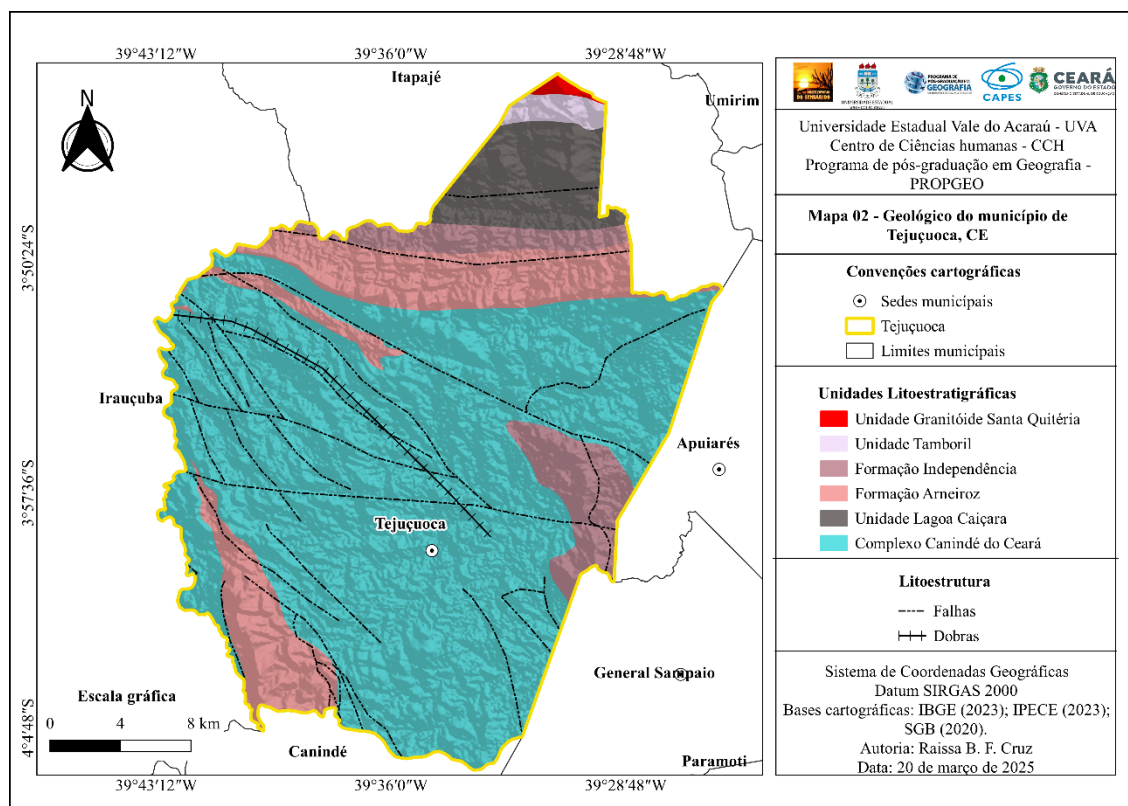


Figura 2 – Mapa Geológico do Município de Tejuçuoca, Ceará.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A Unidade Granitoide Santa Quitéria corresponde a um expressivo corpo magmático inserido no Complexo Tamboril-Santa Quitéria, composto predominantemente por rochas granitoides de diferentes graus de diferenciação (CPRM, 2018). A ocorrência desses litotipos está associada a áreas de maior resistência estrutural, favorecendo a preservação de setores elevados do relevo e contribuindo para a formação de compartimentos topograficamente destacados, como maciços residuais e áreas de maior declividade. Segundo Sampaio (2017), essa unidade envolve grupos de granitoides menos diferenciados, representados por metadioritos, metamonzodioritos, metaquartzodioritos e metagranodioritos, além de granitoides mais diferenciados, compostos por meta-álcalis feldspato granito e metasiengranitos.

A Unidade Tamboril resulta de processos de fusão parcial associados às rochas da Unidade Lagoa Caiçara, ocorridos entre aproximadamente 625 e 600 Ma, originando anatexitos derivados da fusão *in situ* de rochas encaixantes pertencentes às unidades Lagoa Caiçara, Santa Quitéria e metassedimentos do Complexo Ceará (FRANCO, 2018). A presença dessas rochas influencia a configuração estrutural do relevo, uma vez que os diferentes graus de resistência dos materiais condicionam a atuação dos processos de intemperismo e erosão diferencial.

Outra unidade presente na área de estudo corresponde à Formação Independência, cujos litotipos ocorrem associados a áreas de relevo arrasado, superfícies medianamente onduladas e cristas elevadas, especialmente onde afloram corpos quartzíticos mais resistentes (CPRM, 2018). Essa unidade, de idade aproximada de 772 Ma, é composta predominantemente por rochas metassedimentares, incluindo gnaisses xistosos com biotita, muscovita, granada, cianita e sillimanita, além de intercalações de anfibolitos, quartzitos e mármore calcíticos e dolomíticos (CPRM, 2021). A presença desses litotipos contribui para a ocorrência de contrastes geomorfológicos, nos quais rochas mais resistentes preservam formas elevadas enquanto materiais mais suscetíveis favorecem setores rebaixados do relevo.

A Formação Arneiroz constitui outra unidade geológica presente no município de Tejuçuoca, sendo composta predominantemente por quartzitos e micaxistos, com ocorrência subordinada de rochas calcissilicáticas, gnaisses bimicáceos e porções gnáissicas migmatíticas (MOREIRA; SILVA, 2017). A presença desses litotipos contribui para a diversidade estrutural do substrato geológico local, uma vez que os quartzitos apresentam maior resistência aos processos intempéricos, favorecendo a preservação de formas elevadas e setores de maior rugosidade do relevo.

Em Tejuçuoca, destaca-se a predominância do Complexo Canindé do Ceará, considerado um dos principais representantes dos segmentos crustais paleoproterozoicos da Província Borborema (CPRM, 2018). Essa unidade é composta por diferentes associações litológicas, entre as quais se destacam os Migmatitos Paraderivados (PRcn1) e os Ortognaisses (PRcn2). Os Migmatitos Paraderivados estão relacionados a processos de anatexia, caracterizados pela fusão parcial de rochas preexistentes, principalmente metassedimentares, resultando em estruturas heterogêneas marcadas por diferentes graus de deformação e recristalização mineral.

Os Ortognaisses (PRcn2), por sua vez, ocorrem principalmente sob a forma de lajedos e blocos pouco intemperizados na porção extremo noroeste do município (CPRM, 2018). Essas rochas apresentam elevada resistência mecânica, favorecendo a preservação de afloramentos rochosos e contribuindo para a formação de feições de relevo associadas à erosão diferencial. Dessa forma, a distribuição espacial das unidades do Complexo Canindé do Ceará exerce influência direta na organização geomorfológica de Tejuçuoca, condicionando a ocorrência de compartimentos com diferentes padrões de altitude, declividade e dissecação do relevo.

3.2. Arcabouço geomorfológico de Tejuçuoca

Em relação ao arcabouço geomorfológico, o município de Tejuçuoca apresenta diferentes unidades de paisagem, representadas pela Superfície Sertaneja Conservada, Maciços Residuais Cristalinos, Cristas, Inselbergs e Planície Fluvial. Entre essas unidades, destaca-se a Superfície Sertaneja Conservada, que corresponde ao compartimento de maior abrangência espacial, ocupando aproximadamente 74,2% do território municipal.

Essa unidade está associada à Depressão Sertaneja, caracterizada como resultado da evolução geomorfológica regional, marcada pelo predomínio de superfícies aplainadas desenvolvidas sobre o embasamento cristalino (CAVALCANTE; BASTOS, 2016). Em Tejuçuoca, apresenta relevo predominantemente plano a suavemente ondulado, interrompido por formas residuais, como maciços cristalinos, cristas e inselbergs, associados a litologias de maior resistência aos processos intempéricos e erosivos (TEIXEIRA, 2018).

Conforme observado na Figura 3, a distribuição espacial dessas formas evidencia a influência da estrutura geológica na organização do relevo municipal. Os setores constituídos por materiais relativamente menos resistentes foram

submetidos ao rebaixamento progressivo da superfície, enquanto as áreas sustentadas por rochas mais resistentes permaneceram preservadas, originando relevos residuais que se destacam na paisagem.

A Superfície Sertaneja Conservada representa um compartimento de relativa estabilidade geomorfológica, no qual predominam processos de dissecação associados à atuação prolongada do intemperismo e da erosão sobre o embasamento cristalino. A evolução dessas superfícies está relacionada aos processos de pediplanação característicos de ambientes semiáridos, responsáveis pela formação de extensas áreas aplainadas com exposição das unidades cristalinas (PAISANI; PONTELLI; ANDRES, 2008; AB'SABER, 1969). Nesse contexto, essa unidade desempenha papel importante na dinâmica geomorfológica regional, funcionando como área de conexão entre os setores elevados do relevo e os compartimentos rebaixados, além de contribuir para os processos de transporte e deposição de sedimentos (DORANTI; FRANCO-MAGALHÃES, 2011).



Figura 3 – Superfície aplainada suavemente ondulada

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Na área de estudo, a Superfície Sertaneja Conservada apresenta predominância de altitudes inferiores a 200 metros, configurando um compartimento topograficamente rebaixado quando comparado aos setores elevados representados pelos maciços residuais e demais formas isoladas do relevo municipal. Conforme apresentado na Figura 4, o município apresenta variação altimétrica que alcança aproximadamente 700 metros, evidenciando contrastes topográficos relacionados à diferenciação dos compartimentos geomorfológicos.

Essa configuração do relevo resulta da interação entre a herança estrutural associada à evolução tectônica da Província Borborema e a atuação prolongada dos processos denudacionais. Os eventos relacionados ao Ciclo Brasileiro promoveram deformações, metamorfismo e reorganização estrutural dos terrenos, contribuindo para a diferenciação das unidades litológicas (BRITO NEVES, 1999). Posteriormente, a atuação dos processos exógenos promoveu a remoção diferencial dos materiais, favorecendo o rebaixamento das áreas menos resistentes e a preservação dos setores sustentados por litologias mais resistentes.

Nesse contexto, os Maciços Residuais Cristalinos constituem importantes elementos de destaque na paisagem geomorfológica municipal, interrompendo a continuidade das superfícies aplainadas. Em Tejuçuoca, esses compartimentos encontram-se dispersos sobre a Superfície Sertaneja Conservada e ocupam aproximadamente 16,1% do território municipal. Apresentam-se tanto associados a conjuntos de cristas residuais sustentadas por quartzitos e micaxistos quanto na forma de relevos isolados, representados por inselbergs (TEIXEIRA, 2018).

A preservação desses relevos elevados está relacionada principalmente à resistência diferencial das litologias que compõem o substrato geológico. Enquanto as áreas adjacentes foram progressivamente rebaixadas pela atuação dos processos denudacionais, os materiais mais resistentes permaneceram como testemunhos da evolução geomorfológica regional. Dessa forma, os maciços residuais evidenciam a influência direta da estrutura geológica na compartimentação do relevo de Tejuçuoca.

Além dos maciços residuais, destacam-se as serras, caracterizadas por relevos de maior dissecação e declividade, desenvolvidos sobre diferentes conjuntos litológicos e expressos por cristas, cumeadas e bordas escarpadas (IBGE, 2019). Essas formas representam setores de maior energia do relevo, cuja configuração resulta da interação entre resistência das rochas, estruturas geológicas e atuação contínua dos processos geomorfológicos ao longo do tempo.

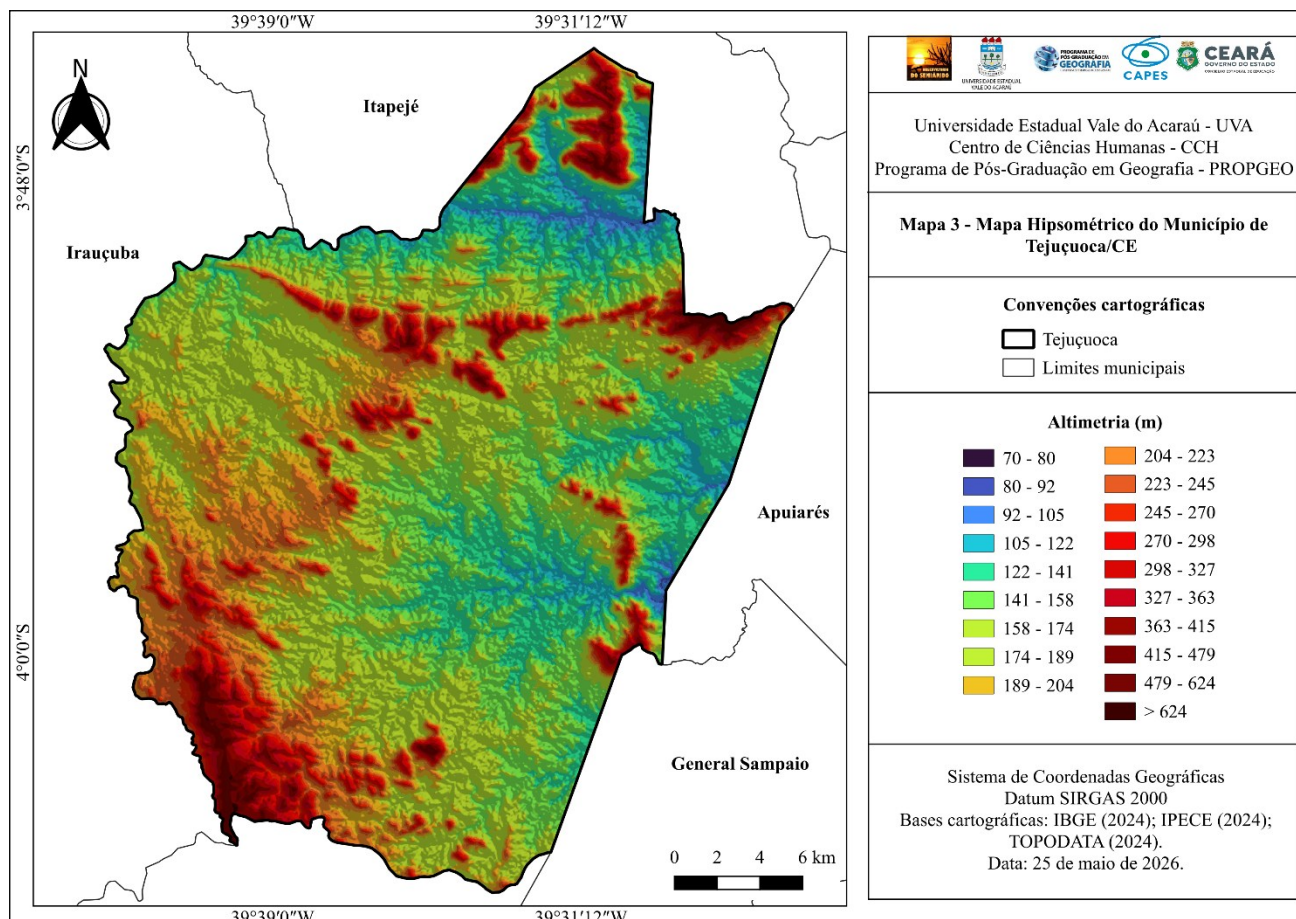


Figura 4 – Mapa Hipsométrico do município de Tejuçuoca, Ceará.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os maciços residuais mais expressivos do município de Tejuçuoca estão associados às serras da Catirina, Caboretinga, das Vertentes e da Barra, constituindo importantes compartimentos elevados em meio à Superfície Sertaneja Conservada. Entre esses compartimentos, destaca-se a Serra da Catirina, localizada no extremo sudoeste do município, com altitude aproximada de 600 metros, onde se encontram as principais formas cársticas identificadas na área de estudo.

A Serra da Catirina corresponde a um maciço residual inserido no contexto do embasamento cristalino da Província Borborema, apresentando ocorrência de rochas carbonáticas metamorfizadas, especialmente metacalcários, cuja composição favoreceu o desenvolvimento de processos de dissolução química. Essa condição litológica possibilitou a formação de feições exocársticas e endocársticas, representadas por formas superficiais de dissolução, cavidades subterrâneas e microformas associadas ao modelado cárstico.

Nesse compartimento geomorfológico encontra-se o Monumento Natural Furna dos Ossos, unidade de conservação criada pelo Decreto nº 37.015, de 16 de dezembro de 2025, com área aproximada de 60,37 hectares e perímetro de 3,93 km. A unidade apresenta significativa relevância geomorfológica devido à concentração de formas cársticas desenvolvidas em rochas carbonáticas inseridas em um relevo residual cristalino.

A ocorrência dessas morfologias cársticas em ambiente semiárido atual constitui um importante indicador paleoclimático, uma vez que as condições hidroclimáticas contemporâneas não são suficientes para explicar a intensidade

dos processos de carstificação observados. Dessa forma, as formas cársticas presentes em Tejuçuoca podem representar registros herdados de períodos do Quaternário com maior disponibilidade hídrica e umidade, favorecendo a intensificação da dissolução química das rochas carbonáticas (AULER *et al.*, 2005; BIGARELLA *et al.*, 2009).

Além das formas associadas à dissolução química, a Serra da Catirina apresenta pequenos inselbergs e feições ruíniformes relacionadas à atuação conjunta do intemperismo e da erosão diferencial. Esses processos atuaram de forma desigual devido às diferenças de resistência das litologias presentes, promovendo a preservação de núcleos rochosos mais resistentes em meio às superfícies rebaixadas. Conforme observado na Figura 5, o maciço apresenta formas ruíniformes e microformas desenvolvidas tanto nos setores superficiais quanto nas cavidades subterrâneas, evidenciando a interação entre estrutura geológica, processos erosivos e dissolução química.



Figura 5 – Visão paronâmica de cima do maciço residual.

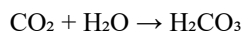
Fonte: Acervo dos autores (2026).

Durante os trabalhos de campo realizados na Serra da Catirina, foram identificadas sete cavidades naturais subterrâneas, popularmente denominadas cavernas, grutas ou furnas. Essas feições constituem importantes elementos do patrimônio geomorfológico, pois registram processos de dissolução, deposição mineral e evolução paleoambiental (MONTEIRO, 2014).

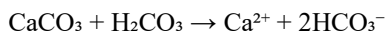
No interior das cavidades foram identificados diferentes tipos de espeleotemas, incluindo estalactites, estalagmites, colunas, cortinas, coralóides, claraboias, micro-represas de travertino e outros depósitos químicos. Essas formas correspondem ao endocarste, definido pelo conjunto de condutos subterrâneos e depósitos minerais desenvolvidos no interior das rochas carbonáticas (PILÓ, 2000).

Conforme apresentado na Figura 6, as cavidades identificadas apresentam diferentes dimensões e graus de desenvolvimento, com salões internos de alturas variadas. Entre elas, destaca-se a Furna do Sino, que apresenta maior desenvolvimento vertical, com aproximadamente sete a dez metros de altura, evidenciando a evolução dos processos de dissolução química atuantes sobre as rochas carbonáticas da Serra da Catirina.

A formação dessas feições está relacionada ao processo de carbonatação, no qual a água enriquecida em dióxido de carbono promove a dissolução do carbonato de cálcio. Inicialmente, ocorre a formação do ácido carbônico:



Posteriormente, o ácido carbônico reage com o carbonato de cálcio presente nas rochas carbonáticas:



Esse processo favorece a abertura de fraturas, condutos subterrâneos e cavidades, além da precipitação posterior de minerais dissolvidos, responsáveis pela formação dos espeleotemas identificados nas cavernas da Furna dos Ossos (AULER; ZOGBI, 2005; MONTEIRO, 2014).

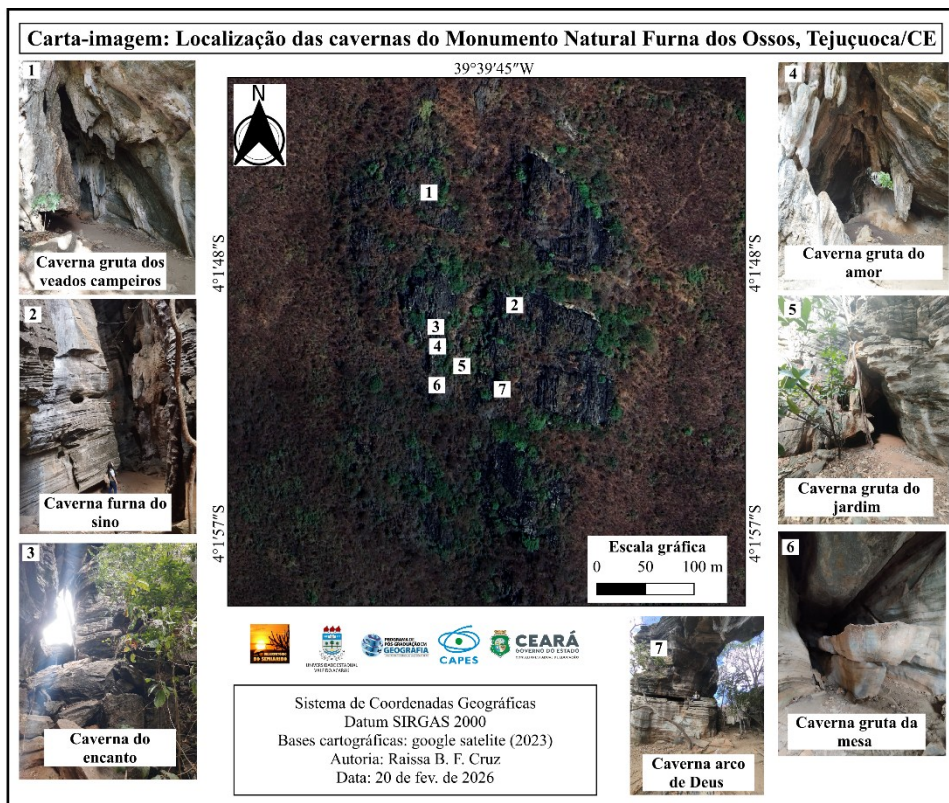


Figura 6 – Mapa de localização das cavernas no Monumento Natural Furna dos Ossos, Tejuçuoca, Ceará.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Entre os espeleotemas identificados na Furna dos Ossos, destacam-se as estalactites e estalagmites (Figura 7), cuja formação está relacionada aos processos de precipitação de minerais carbonáticos no interior das cavidades. As estalactites desenvolvem-se a partir do gotejamento de soluções enriquecidas em bicarbonato de cálcio que percolam pelas fraturas e fissuras do teto das cavernas. Durante esse processo, ocorre a perda de dióxido de carbono e a consequente precipitação de carbonato de cálcio, promovendo o crescimento progressivo dessas feições no sentido descendente.

As estalagmites, por sua vez, formam-se pela deposição dos minerais carbonáticos presentes nas gotas que atingem o piso das cavernas. A evaporação parcial da água e a liberação de CO_2 favorecem a cristalização da calcita, originando estruturas que crescem verticalmente a partir da base da cavidade. Com a evolução desses processos, o crescimento simultâneo de estalactites e estalagmites pode promover a união entre ambas, formando espeleotemas denominados colunas (TORTELLI, 2009).

Também foram identificados coralóides distribuídos ao longo das cavidades do Monumento Natural Furna dos Ossos. Essas formas são resultantes da deposição de minerais carbonáticos associados à circulação de soluções aquosas no interior das cavernas, podendo ocorrer por processos de gotejamento, infiltração ou aspersão de pequenas gotas sobre as superfícies rochosas. As cortinas constituem outro tipo de espeleotema observado na área, desenvolvendo-se principalmente em

setores inclinados do teto das cavidades. A deposição sucessiva de minerais transportados por filmes de água que percorrem essas superfícies promove o crescimento dessas feições, formando estruturas laminares que podem alcançar dimensões de centímetros a metros.

Além desses depósitos minerais, foi identificada a ocorrência de micro-represas de travertino, associadas à circulação contínua de água no interior das cavernas. Segundo o ICMBio (2019), essas estruturas estão relacionadas à precipitação de carbonato de cálcio decorrente da liberação de CO₂ na superfície da água, formando pequenos depósitos minerais que permanecem parcialmente suspensos pela tensão superficial.

No setor superficial das cavernas foram identificadas diferentes formas associadas ao exocarste, incluindo dobramentos em mármore (metacalcários), superfícies fraturadas, lapiás, alvéolos e feições ruiformes, além de formas que apresentam padrões interpretados como pareidolia. Essas morfologias evidenciam a atuação conjunta da estrutura geológica, do intemperismo químico e dos processos erosivos superficiais na evolução do relevo cárstico local (Piló, 2000).

As formas exocársticas observadas, especialmente os aspectos ruiformes, estão associadas ao desgaste diferencial das rochas carbonáticas, no qual setores com diferentes graus de resistência respondem de maneira distinta aos processos intempéricos. Além disso, os dobramentos identificados nos mármore representam registros da evolução tectônica da Província Borborema, relacionados às antigas fases de deformação crustal responsáveis pela organização estrutural do substrato geológico regional.

Conforme a classificação estrutural apresentada pelo CPRM (2014), essas estruturas refletem diferentes graus de deformação, variando de pouco a moderadamente dobradas até intensamente dobradas, característica comum em sequências sedimentares, vulcanossedimentares e terrenos granito-gnáissicos migmatíticos submetidos a eventos tectônicos durante a evolução geológica da Província Borborema.

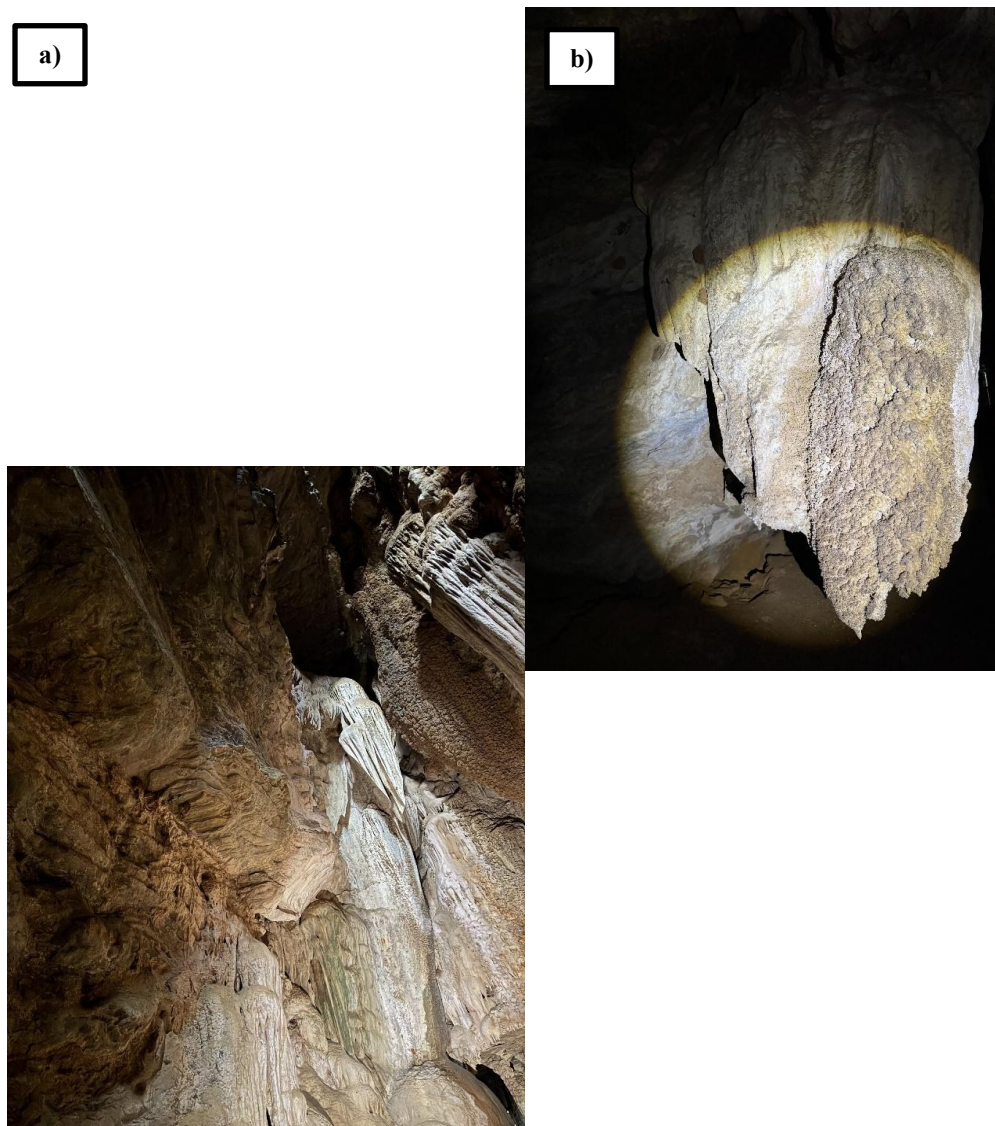


Figura 7 – Espeleotemas; a) Teto da caverna do Sino; b) Estalactite repleta de colaróides.
Fonte: Acervo dos autores (2026).

Além disso, foram observadas fraturas em mármore que registram antigas tensões tectônicas associadas à evolução geológica da Província Borborema (ROCHA *et al.*, 2018). Essas estruturas representam importantes elementos condicionantes da evolução do relevo cárstico, pois as descontinuidades presentes na rocha favorecem a circulação da água e intensificam os processos de dissolução química dos minerais carbonáticos.

Foram identificadas também estruturas planares sub-horizontais nos mármore, que podem estar relacionadas a antigos planos de acamamento preservados durante os processos metamórficos e deformacionais ocorridos ao longo da história geológica regional. Essas estruturas influenciam a organização interna das rochas e podem atuar como zonas preferenciais para o desenvolvimento de feições de dissolução.

Os lapiás, apresentados na Figura 8, correspondem a formas superficiais desenvolvidas pela dissolução química das rochas carbonáticas em pequena escala. Segundo Moura (2017), essas feições são caracterizadas pela presença de sulcos, canais e pequenas cavidades formadas pela ação da água acidificada sobre superfícies expostas e setores próximos à superfície das rochas, evidenciando a atuação dos processos de carstificação na Serra da Catirina.



Figura 8 – Tipos de Lápias.
Fonte: Acervo dos autores (2026).

Também foi observada expressiva ocorrência de alvéolos nas paredes escarpadas do maciço, apresentando organização predominantemente horizontal. Essas feições possuem gênese discutida na literatura geomorfológica, uma vez que podem estar associadas a diferentes processos de alteração superficial, incluindo dissolução química, intemperismo diferencial e ação da água em superfícies rochosas verticais ou inclinadas (ROCHA *et al.*, 2018). De acordo com Guerra (2008), os alvéolos correspondem a pequenas cavidades ou perfurações desenvolvidas em paredes rochosas, podendo representar estágios iniciais de evolução de formas como os tafoni, dependendo das condições estruturais e ambientais.

No que se refere à Serra da Caboretinga, destacam-se outras formas residuais presentes no município de Tejuçuoca, representadas pelos *inselbergs*, apresentado na Figura 9. Essas feições correspondem a elevações isoladas que se destacam em meio às superfícies rebaixadas, constituindo relevos associados à maior resistência das litologias que os compõem frente aos processos de intemperismo e erosão diferencial. Além da variação em dimensões e morfologias, os *inselbergs* apresentam diferentes geoformas associadas, como lajedos, bacias de dissolução, tafoni, caneluras e blocos rochosos (boulders), resultantes da atuação prolongada dos processos erosivos sobre o substrato rochoso (OLÍMPIO *et al.*, 2021).



*Figura 9 – Serra da Caboretinga.
Fonte: Acervo dos autores (2025).*

A Serra da Caboretinga está localizada no setor sudeste do município de Tejuçuoca e constitui um relevo residual isolado inserido no contexto geológico do Complexo Canindê do Ceará. Essa unidade é composta por rochas paleoproterozoicas, com idades aproximadas entre 1,8 e 1,6 bilhões de anos, destacando-se na área a ocorrência de paragneisses migmatíticas.

A elevada resistência relativa dessas litologias favoreceu a preservação desse compartimento elevado em meio às superfícies rebaixadas da Depressão Sertaneja. Entretanto, a atuação prolongada dos processos intempéricos promoveu a formação de diferentes microformas associadas à alteração diferencial da rocha, entre as quais se destaca a ocorrência de uma cavidade natural do tipo tafone.

Os tafoni correspondem a cavidades desenvolvidas em superfícies rochosas expostas, resultantes da atuação combinada do intemperismo químico e físico, que promovem a alteração mineral, a desagregação granular e a remoção progressiva dos materiais menos resistentes. Embora sejam frequentemente associados a rochas graníticas, essas formas também podem ocorrer em outros tipos litológicos, como arenitos, calcários e rochas metamórficas, dependendo das condições estruturais e ambientais.

Nas proximidades do tafone, no setor superior da serra, foi identificado um depósito de talude formado pelo acúmulo de fragmentos rochosos provenientes da desagregação e movimentação gravitacional dos materiais presentes na encosta. Esses depósitos constituem registros da dinâmica geomorfológica atual, associados à atuação conjunta do intemperismo e dos movimentos de massa na evolução das vertentes (CAVALCANTE *et al.*, 2018).

No interior da cavidade foram identificados alvéolos, também denominados estruturas em “favo de mel”, caracterizados por pequenas cavidades desenvolvidas na superfície rochosa. Essas feições estão associadas à atuação do intemperismo diferencial, condicionado pelas características mineralógicas e estruturais do paragneisse migmatítico. A cavidade apresenta zona fótica, devido à entrada de luz natural em seu interior, e os alvéolos identificados apresentam dimensões variáveis, desde centímetros até metros, conforme observado na Figura 10.



*Figura 10 – Interior da cavidade da Serra da Caboretinga.
Fonte: Acervo dos autores (2025).*

A Serra da Barra, conhecida popularmente como Pedra do Oratório, está localizada na porção norte do município de Tejuçuoca e constitui um importante relevo residual cristalino, evidenciado na Figura 11. Esse compartimento é formado predominantemente por ortognaisses granodioríticos associados ao contexto geológico da Província Borborema, com idade relacionada ao intervalo entre o final do Mesoproterozoico e o Neoproterozoico inicial.

A elevação máxima desse maciço corresponde a uma crista residual, alcançando aproximadamente 500 metros de altitude. Sua configuração geomorfológica está relacionada à resistência diferencial das rochas que compõem o substrato, permitindo a preservação de um bloco rochoso proeminente em meio às superfícies rebaixadas adjacentes.



*Figura 11 – Serra da Barra.
Fonte: Acervo dos autores (2025).*

No setor de meia encosta da serra foi identificada uma cavidade do tipo tafone, apresentado na Figura 12, desenvolvida pela atuação prolongada dos processos de intemperismo diferencial sobre o ortogneisse granodiorítico. A presença de fraturas e descontinuidades estruturais favoreceu a circulação da água e a alteração progressiva dos minerais, promovendo a remoção de materiais menos resistentes e a formação de cavidades na superfície rochosa.



*Figura 12 – Interior da cavidade Pedra do Oratório.
Fonte: Acervo dos autores (2025).*

No interior do tafone foram observados diversos alvéolos, também denominados formas em “favo de mel”, caracterizados por pequenas cavidades distribuídas nas paredes internas da rocha. A área apresenta zona fótica devido à incidência direta de luz natural no interior da cavidade, possibilitando a observação das microformas associadas à alteração superficial.

Segundo Guerra (2008), superfícies rochosas com elevada concentração dessas cavidades podem ser denominadas superfícies cavernosas, especialmente quando apresentam numerosas perfurações desenvolvidas em paredes verticais ou inclinadas. Essas feições resultam da atuação combinada de processos intempéricos e erosivos, associados às características mineralógicas, estruturais e ambientais do substrato rochoso.

O maciço residual conhecido como Serra das Vertentes, apresentado na Figura 13, está localizado no setor da Depressão Sertaneja Setentrional, na porção noroeste do município de Tejuçuoca. Esse compartimento apresenta altitude aproximada de 630 metros e corresponde a um alinhamento alongado de relevo, com extensão de aproximadamente 29,5 km, destacando-se como uma importante feição residual na paisagem municipal.



Figura 13 – Visão panorâmica do mirante da Serra das Vertentes.

Fonte: Acervo dos autores (2026).

Conforme apresentado na Figura 14, a Serra das Vertentes apresenta diferentes padrões morfológicos em seus topos e vertentes, sendo identificados topos aguçados (Ta), topos côncavos (Tc), topos tabulares (Tt), além de vertentes côncavas (Vc), vertentes aguçadas (Va) e vertentes retilíneas (Vr). Essa diversidade morfológica evidencia diferentes graus de dissecação do relevo e a atuação diferencial dos processos geomorfológicos sobre o substrato rochoso.

A configuração atual desse maciço está associada à evolução prolongada do relevo regional, marcada pela atuação dos processos de intemperismo, erosão e remoção dos materiais superficiais. A alternância entre condições climáticas mais úmidas e períodos de maior aridez ao longo do tempo geológico contribuiu para o desenvolvimento de superfícies aplainadas e para a preservação de formas residuais elevadas, associadas aos processos de pediplanação característicos dos ambientes semiáridos (SANTOS; BACCARO, 2004).

A Serra das Vertentes também apresenta relevância para a conservação ambiental, abrangendo parcialmente o município de Itapajé, onde está localizada a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Mãe da Lua. Essa unidade de conservação contribui para a proteção dos ambientes naturais associados ao maciço, evidenciando a importância desses compartimentos geomorfológicos para a manutenção da biodiversidade e preservação da paisagem regional (CEZÁRIO, 2019).

Além dos grandes maciços residuais, o município apresenta outras formas de relevo de menor dimensão, como morros, morrotes e serrotes. Os morros correspondem a elevações com amplitudes geralmente entre 100 e 200 metros e topos arredondados; os morrotes apresentam menor amplitude, variando aproximadamente entre 20 e 60 metros, com elevada declividade; enquanto os serrotes correspondem a elevações estreitas, alongadas e isoladas na paisagem (FLORENZANO, 2008). Essas formas representam diferentes estágios de evolução geomorfológica condicionados pela resistência das rochas e pela atuação dos processos erosivos.

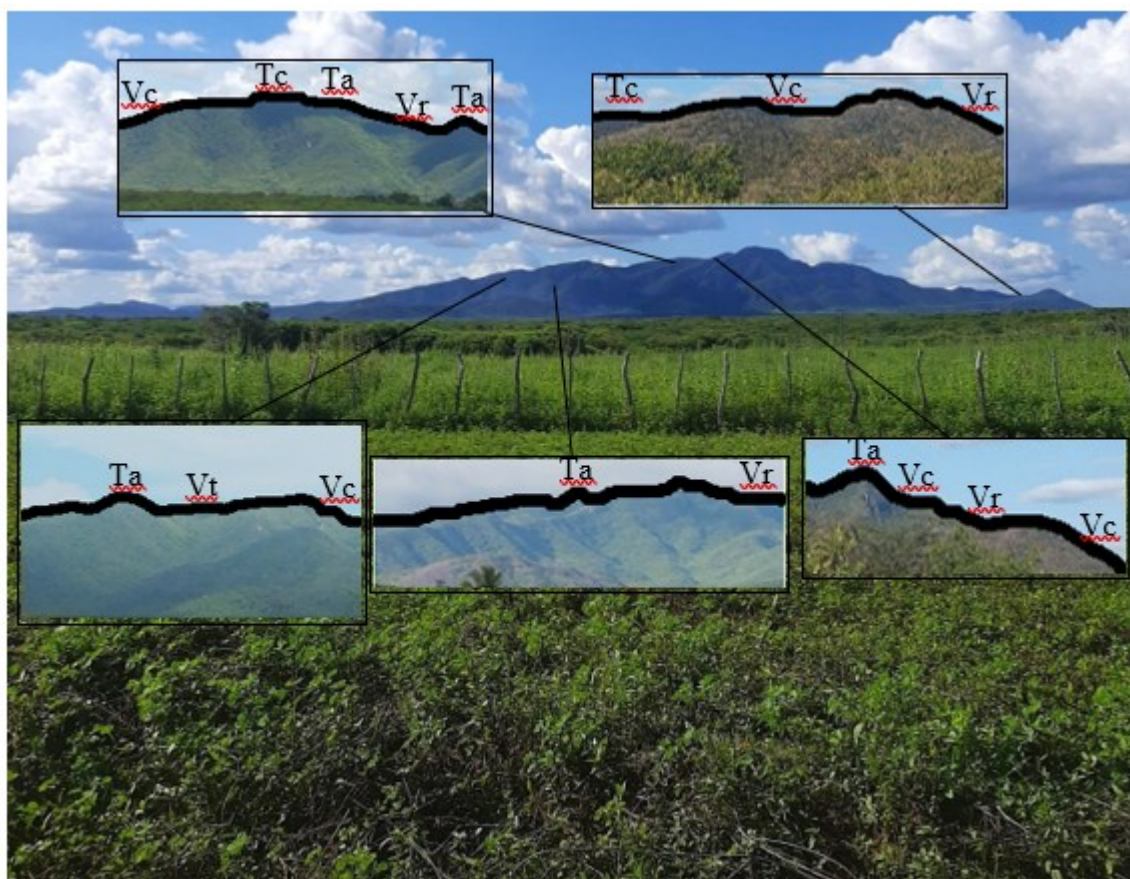


Figura 14 – Crista Residual Serra das Vertentes.
Fonte: Acervo dos autores (2026).

O município de Tejuçuoca apresenta significativo predomínio de rochas metamórficas, associadas aos eventos tectono-metamórficos que marcaram a evolução da Província Borborema. Durante a Orogênese Brasileira ocorreram intensos processos de deformação crustal, metamorfismo e magmatismo, relacionados à amalgamação do supercontinente Gondwana, promovendo a reorganização estrutural dos terrenos pré-cambrianos que compõem a região.

Esses processos foram responsáveis pela geração de estruturas como falhas, fraturas e dobramentos, atualmente preservadas no substrato rochoso municipal. Na Serra da Catirina, essas estruturas são evidenciadas pela presença de intensos dobramentos e fraturas em mármore, demonstrando a influência das antigas tensões tectônicas na configuração geológica e geomorfológica da área. Segundo Rocha *et al.* (2018), os dobramentos multidirecionais observados na Província Borborema registram diferentes fases de deformação crustal associadas à sua evolução geológica.

A presença dessas estruturas exerce influência direta sobre a evolução do relevo, uma vez que as fraturas e zonas de deformação podem controlar a circulação da água, a atuação dos processos intempéricos e a formação de determinadas feições geomorfológicas. Dessa forma, a organização atual das formas de relevo de Tejuçuoca representa o resultado da interação entre estrutura geológica, resistência litológica e atuação dos processos exógenos ao longo do tempo geológico.

Outra unidade geomorfológica identificada no município corresponde à planície fluvial da sub-bacia do rio Caxitoré, apresentada na Figura 15. Essa unidade abrange setores dos municípios de Irauçuba, Itapajé, Pentecoste, Umirim e Tejuçuoca, ocupando uma área aproximada de 1.290 km². Está inserida na margem esquerda do médio curso da bacia hidrográfica do rio Curu (IBGE, 2020).

A planície fluvial corresponde a um compartimento associado aos processos de deposição sedimentar promovidos pela dinâmica dos cursos d'água, caracterizando-se por áreas de menor declividade e maior influência dos processos de acumulação. No município de Tejuçuoca, destaca-se a atuação dos rios Caxitoré e Tejuçuoca, responsáveis pelo aporte

hídrico principalmente durante o período chuvoso, contribuindo para a dinâmica hidrológica e deposicional da paisagem fluvial (CEZÁRIO, 2019).



Figura 15 – Rio Caxitoré.

Fonte: Acervo dos autores (2026).

A ocorrência dessa unidade geomorfológica está associada à dinâmica erosiva, de transporte e deposição promovida pelo rio Caxitoré, importante afluente do rio Curu. A planície fluvial corresponde a uma área de relevo relativamente plano, desenvolvida ao longo do tempo pela atuação contínua dos processos de inundação, transporte e acumulação de sedimentos durante os eventos de cheia.

Associadas às áreas de transição entre os setores elevados do relevo e as superfícies rebaixadas, foram identificadas formas do tipo esporões. Segundo Guerra (2008), esse termo é utilizado na topografia para representar a porção terminal de uma linha de crista ou uma saliência alongada em uma encosta que não apresenta continuidade de declive. Essas feições correspondem a projeções alongadas do relevo, geralmente de geometria triangular, que se prolongam a partir de serras e maciços residuais em direção às áreas mais baixas da paisagem.

Ao longo do leito fluvial do rio Caxitoré, no território de Tejuçuoca, foi identificado o predomínio do padrão de drenagem dendrítico (CEZÁRIO, 2019). Esse padrão caracteriza-se pela distribuição ramificada dos cursos d'água e ocorre geralmente em áreas onde há menor influência do controle estrutural sobre a rede de drenagem (PENTEADO, 1980). Entretanto, também foram identificados setores com padrão de drenagem retangular, associados à influência de estruturas geológicas, como falhas e fraturas presentes no substrato rochoso (CEZÁRIO, 2019). Essa variação evidencia a influência da estrutura geológica regional sobre a organização da rede hidrográfica.

Além da dinâmica fluvial atual, foram identificadas feições relacionadas aos processos de transporte e deposição de materiais, como os depósitos coluvionares e os terraços fluviais. Os depósitos coluvionares correspondem ao acúmulo de sedimentos transportados por ação gravitacional ao longo das vertentes, sendo frequentemente encontrados na base de relevos mais íngremes e associados a depósitos de tálus constituídos por fragmentos rochosos e materiais inconsolidados.

Já os terraços fluviais representam antigas planícies de inundação abandonadas em razão do processo de entalhamento progressivo dos cursos d'água, registrando diferentes fases da evolução da dinâmica fluvial.

Dessa forma, a Figura 16 apresenta a distribuição das principais unidades morfológicas identificadas no município de Tejuçuoca, evidenciando a diversidade geomorfológica resultante da interação entre estrutura geológica, processos erosivos, dinâmica fluvial e evolução do relevo ao longo do tempo geológico.

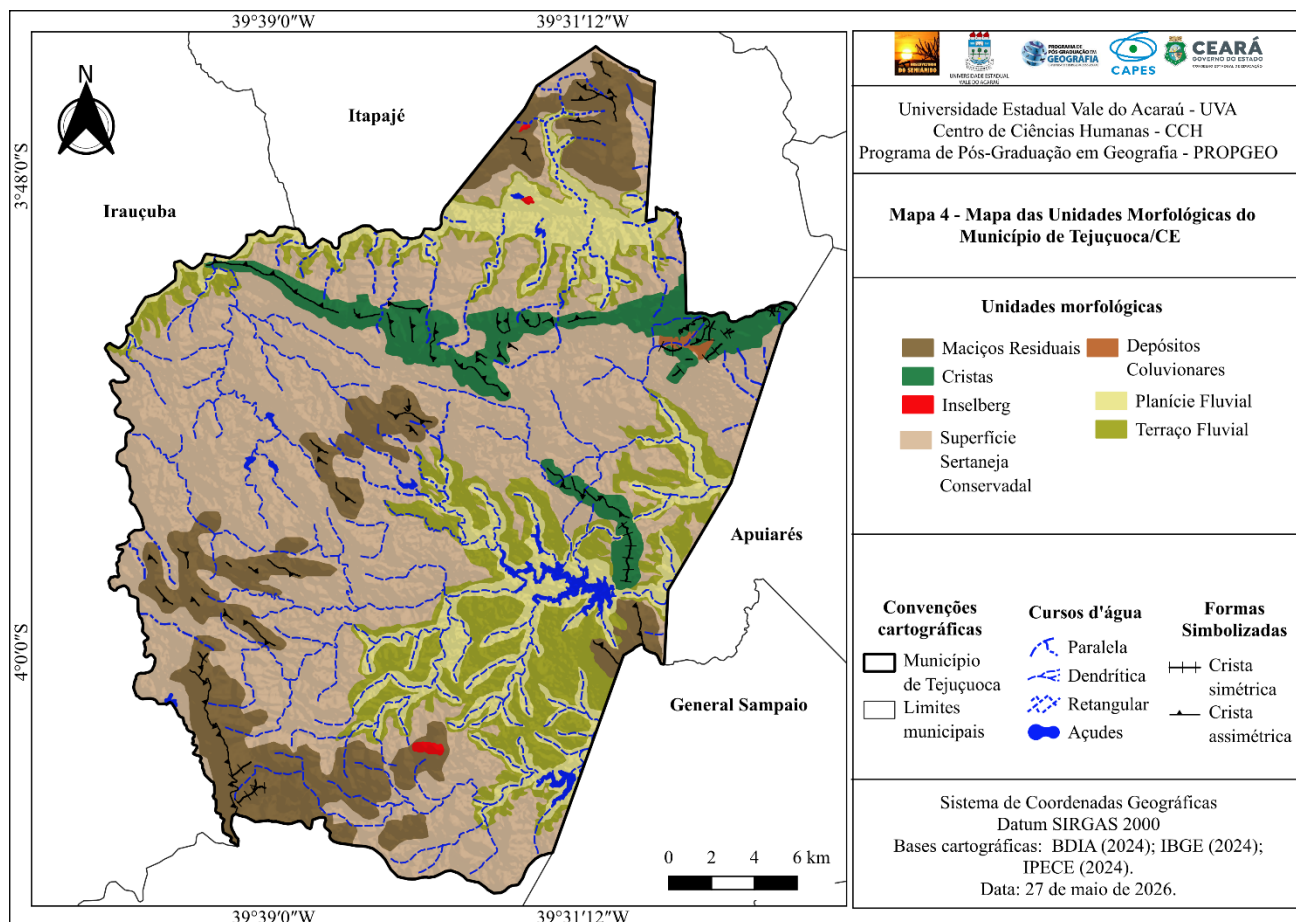


Figura 16 – Unidades morfológicas de Tejuçuoca.
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4. Considerações finais

O estudo evidenciou a significativa diversidade geológica e geomorfológica presente no município de Tejuçuoca, destacando a influência da estrutura geológica e dos processos geomorfológicos na configuração atual da paisagem. A análise integrada permitiu identificar diferentes compartimentos do relevo, associados principalmente à Superfície Sertaneja Conservada e à Planície Fluvial, além de formas residuais e feições específicas, como maciços cristalinos, serras, cristas, esporões, morros, morrotes, *inselbergs* e relevos cársticos.

Os resultados demonstraram que a evolução geomorfológica municipal está diretamente relacionada à diversidade litológica do substrato rochoso, marcado pela ocorrência de unidades cristalinas pré-cambrianas submetidas a processos tectônicos, metamórficos, erosivos e intempéricos ao longo do tempo geológico. Essa interação condicionou a preservação de relevos residuais em meio às superfícies rebaixadas e favoreceu o desenvolvimento de feições cársticas e microformas associadas às diferentes litologias identificadas.

A caracterização realizada contribui para ampliar o conhecimento sobre a geodiversidade de Tejuçuoca, especialmente em relação às formas de relevo associadas aos maciços residuais cristalinos e às ocorrências cársticas inseridas no contexto

semiárido cearense. Dessa forma, o estudo constitui uma base inicial para futuras pesquisas voltadas à evolução geomorfológica, conservação do patrimônio natural, planejamento ambiental e definição de estratégias de proteção das áreas de relevante interesse geocientífico.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte à pesquisa.

Referências

- AB' SABER, A. N. *Participação das Superfícies Aplainadas nas Paisagens do Rio Grande do Sul*. Geomorfologia, São Paulo. n. 11, p. 1-17. 1969.
- AULER, A.; ZOGBI, L. *Espeleologia: noções básicas*. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2005.
- BANCO DE DADOS GEOMORFOMÉTRICOS DO BRASIL (TOPODATA). Banco de dados e informações ambientais. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso> >. Acesso em 20 de fevereiro de 2025.
- BANCO DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS (BDIA). Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/23382-banco-de-informacoes-ambientais.html> >. Acesso em 25 de março de 2025.
- BASTOS, F. de. H.; MAIA, R. P.; CORDEIRO, A. M. N. Geomorfologia. Fortaleza: *EdUECE*. 2019.
- BIGARELLA, J. J; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. *Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais*. v. 1. Florianópolis: UFSC, 2009. p.
- BRASIL. Decreto nº 37.015, de 16 de dezembro de 2025. Cria o Monumento Natural Furna dos Ossos, no município de Tejuçuoca, Estado do Ceará, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 5234, 16 dezembro. 2025. Disponível em: < <https://www.sema.ce.gov.br/consultas-publicas/consulta-publica-proposta-de-criacao-do-parque-estadual-furna-dos-ossos/> >. Acesso em: 25 de dez. de 2025.
- BRITO NEVES, B.B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrecionário andino. *Revista Brasileira de Geociências* 29, p. 379-392. 1999.
- CAVALCANTE, D. dos R. As inúmeras facetas da espeleologia. In: BASTOS, Frederico de Holanda; CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes. *Contribuição para o estudo do carste em metacalcários do semiárido brasileiro: o caso das ocorrências do município de Tejuçuoca – CE*. Belo Horizonte/MG. Atena Editora. 2019. p. 31-32. DOI 10.22533/at.ed.810193001. 2019.
- CAVALCANTE, M. B.; SILVA, G. R. da.; SILVA, M. A. P. da.; ALVES, C. A. B. Geomorfologia ambiental aplicada às unidades de conservação: um olhar sobre o Parque Estadual Pedra da Boca (PEPB), Araruna – PB. *Anais: XIX Encontro Nacional de Geógrafos*. João Pessoa/PB. 2018. ISBN: 978-85-99907-08-05.
- CAVALCANTE, D. dos R; BASTOS, F. H. Patrimônio Geomorfológico do Parque Ecológico Furna dos Ossos – CE. *Anais – XI SINAGEO*, Maringá/ PA. 2016.
- CECAV-ICMBio. Base de dados geoespacializados das cavernas do Brasil. *Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)*. Disponível em: < <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cavernas> >. Acesso em: 15 de março de 2025.
- CEZÁRIO, A. R. V. *Degradação ambiental e suscetibilidade à desertificação no município de Tejuçuoca Ceará - Brasil*. 2019. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2019.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Revista e Ampliada. 2 v. 1980.

- DAMASCENO, M. de F. B. *Proposta de indicadores socioeconômicos como subsídio à análise de áreas desertificadas na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Caxitoré/CE*. 2024. 140 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGeo) da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2024.
- DORANTI, C.; FRANCO-MAGALHÃES, A. O. B. Superfícies geomorfológicas. In: HACKSPACHER, P. C. Dinâmica do relevo: quantificação de processos formadores [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2011, pp. 97-113. ISBN: 978-85-393-0197-3. <https://doi.org/10.7476/9786557145234.0006>.
- FALÇÃO SOBRINHO, J. *O relevo, elemento e âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, no estado do Ceará*. 2006. 300 f. Tese (Doutorado) no Curso de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. 2006.
- FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. Dados geoambientais. FUNCEME, Fortaleza, 2024. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=967#:~:text=O%20Estado%20do%20Cear%C3%A1%20tamb%C3%A9m,do%20Rio%20Grande%20do%20Norte>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). Banco de dados e informações ambientais. Disponível em: < <https://www.ceara.gov.br/organograma/funceme/> >. Acesso em 20 de março de 2025.
- FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GUERRA, A. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. São Cristóvão: Rio de Janeiro: *Bertrand Brasil LTDA*. 6ª ed. 2008. ISBN: 978-85-286-0625-6.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa Político do Brasil (escala 1:5.000.000) [shapefile]. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Acesso em: 04 jul. 2025. Disponível em: [\[https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia\]](https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia). Acesso em: 20 de março 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de dados. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: [<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/tejuquoca/panorama>]. Acesso em: 20 de março 2025.
- MAPURUNGA, G. M. P. *Tejuquoca: Potencialidades e Vocação Turística*. Rio – São Paulo – Fortaleza: ABC Editora, 2003.
- MOURA, P. E. F. *Evolução geomorfológica do relevo cárstico do município de Martins-Rio Grande do Norte*. 2017. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- MONTEIRO, A. F. D. *A Espeleologia e as Cavernas no Ceará: conhecimentos, proteção ambiental e panorama atual*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza. 2014.
- MOREIRA, B. A.; SILVA, V. C. Mapeamento geológico de uma área à noroeste de Acopiara - CE. 82 f. *Monografia* (Graduação em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; ANDRES, J. Superfícies aplainadas em zonas morfoclimática subtropical úmida no planalto basáltico da bacia do Paraná (SW Paraná / NW Santa Catarina): primeira aproximação. São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 27, n. 4, p. 541 – 553. 2008.
- PILÓ, L. B. Geomorfologia Cárstica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 88-102, jan. 2000. Bimestral.
- PENTEADO, M. M. *Fundamentos de Geomorfologia*. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.
- ROCHA, H. S.; CAVALCANTE, D. R.; MAIA, R.; HOLANDA, F. Elementos da geodiversidade da Furna dos Ossos, Tejuquoca – Ceará. *Anais XII SINAGEO, Crato, CE*. 2018.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 9. ed., 2023.

SANTOS, L. C. M. de L.; FUCK, R. A.; SANTOS, E. J. dos; DANTAS, E. L. Análise tectônica de terrenos: metodologia, aplicação em cinturões orogênicos e exemplo das Províncias Tocantins e Borborema, Brasil. *Geonomos*, Universidade Federal de Minas Gerais. p. 51-63. 2014. Disponível em: www.igc.ufmg.br/geonomos.

SANTOS, L. dos; BACCARO, C. A. D. Caracterização Geomorfológica da Bacia do Rio Tijuco. *Caminhos de Geografia*, Instituto de geografia UFU - Programa de pós-graduação em geografia 2004. Disponível em: <www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html>. ISSN 1678-6343.

SARAIVA JÚNIOR, J. C. *Geomorfologia dos maciços costeiros de Caucaia – Ceará*. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2009.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). Banco de dados e informações ambientais. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/>>. Acesso em 20 de março de 2025.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. *Revista de Geologia*, 1º ed. 73-91. 1988.

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SEMACE). Informações ambientais. Disponível em: <<https://www.semace.ce.gov.br/>>. Acesso em 20 de março de 2025.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUUDENE). Informações ambientais. Disponível em: <<https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/diretoria-colegiada/resolucoes/2018>>. Acesso em 10 de janeiro de 2026.

TEIXEIRA, N. F. F. *Análise geoecológica como subsídio ao planejamento ambiental no município de Tejuçuoca Ceará*. 2018. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente., Prodepa - Programa Regional em Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

TORTELLI, D. M. *Modelagem e renderização da gênese e crescimento de espeleotemas em tempo-real*. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2009.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n. 36, Volume Especial, p. 126-142, 2014.