

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO NO MUNICÍPIO DE TIANGUÁ, CEARÁ

CLÉLIA FERREIRA RODRIGUES

Mestre em Geografia em Programa de Pós-graduação em Geografia – PROPGEO na Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA

Email: cleliarodrigues2015@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2686-1680>

JOSÉ FALCÃO SOBRINHO

Prof. Dr. da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA

Email: falcao.sobral@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6335-6088>

Recebido:06/26

Avaliado:08/26

Publicado:09/26

RESUMO

A pesquisa analisa o relevo de Tianguá, Ceará, destacando sua importância para a compreensão das relações entre sociedade e natureza. O estudo enfatiza a diversidade das formas de relevo, resultante da atuação de processos endógenos e exógenos. O mapeamento foi realizado com base na taxonomia do relevo de Ross (1992), permitindo identificar e hierarquizar suas principais formas. A classificação taxonômica contribui para compreender a organização espacial do relevo e subsidiar o planejamento territorial e ambiental.

Palavras-chave: Geomorfologia, Taxonomia do Relevo, Planalto da Ibiapaba.

GEOMORPHOLOGICAL MAPPING IN THE MUNICIPALITY OF TIANGUÁ, CEARÁ

ABSTRACT

The research analyzes the relief of Tianguá, Ceará, highlighting its importance for understanding the relationships between society and nature. The study emphasizes the diversity of landforms resulting from the action of endogenic and exogenic processes. The mapping was conducted based on Ross's (1992) relief taxonomy, allowing for the identification and hierarchical classification of its main landforms. This taxonomic classification contributes to understanding the spatial organization of the relief and provides support for territorial and environmental planning.

Keywords: Geomorphology; Relief Taxonomy; Ibiapaba Plateau.

MAPEAMIENTO GEOMORFOLÓGICO EN EL MUNICIPIO DE TIANGUÁ, CEARÁ

RESUMEN

La investigación analiza el relieve de Tianguá, Ceará, destacando su importancia para la comprensión de las relaciones entre sociedad y naturaleza. El estudio enfatiza la diversidad de las formas del relieve, resultante de la acción de procesos endógenos y exógenos. El mapeo se realizó con base en la **taxonomía del relieve de Ross (1992)**, permitiendo identificar y jerarquizar sus principales formas. La clasificación taxonómica contribuye a comprender la organización espacial del relieve y a proporcionar elementos para la planificación territorial y ambiental.

Palabras clave: Geomorfología; Taxonomía del Relieve; Meseta de Ibiapaba.

CARTOGRAPHIE GÉOMORPHOLOGIQUE DE LA MUNICIPALITÉ DE TIANGUÁ, CEARÁ

RÉSUMÉ

La recherche analyse le relief de Tianguá, dans l'État du Ceará, en mettant en évidence son importance pour la compréhension des relations entre la société et la nature. L'étude souligne la diversité des formes du relief, résultant de l'action de processus endogènes et exogènes. La cartographie a été réalisée sur la base de la taxonomie du relief proposée par Ross (1992), permettant d'identifier et de hiérarchiser ses principales formes. Cette

classification taxonomique contribue à la compréhension de l'organisation spatiale du relief et à la planification territoriale et environnementale.

Mots-clés: Géomorphologie; Taxonomie du relief; Plateau de l'Ibiapaba.

INTRODUÇÃO

O relevo constitui um dos principais componentes da organização da paisagem e apresenta estreita relação com as atividades desenvolvidas pela sociedade. Conforme destaca Falcão Sobrinho (2006), o relevo configura-se como cenário primordial para o desenvolvimento das atividades humanas, condicionando diferentes formas de ocupação e apropriação do território. Sua compreensão assume, portanto, importância para a organização espacial, o planejamento ambiental, a agricultura, a urbanização, a conservação dos recursos naturais e a avaliação das condições de uso e ocupação da terra. Entretanto, compreender o relevo não significa apenas reconhecer suas formas superficiais, mas interpretar sua organização, gênese, evolução e os processos responsáveis pela configuração atual da paisagem.

Essa perspectiva é particularmente relevante no município de Tianguá, localizado no setor setentrional do estado do Ceará e inserido no contexto geomorfológico do Planalto da Ibiapaba. Este compartimento constitui uma importante unidade do relevo cearense, associada à borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, apresentando significativa diversidade de formas e paisagens (Falcão Sobrinho; Lima, 2024). A diversidade geomorfológica da região estabelece relações com outros componentes naturais e com diferentes formas de ocupação do território, conferindo ao relevo papel fundamental na compreensão da dinâmica ambiental local. Além disso, a Ibiapaba apresenta reconhecida importância para a conservação da biodiversidade, incluindo potencial para ocorrência de endemismos e de espécies ainda desconhecidas, sendo considerada uma área de elevada importância biológica para a conservação da flora brasileira (Oliveira; Bastos, 2010).

Nesse contexto, a Geomorfologia, enquanto campo científico dedicado ao estudo das formas do relevo, de sua gênese, evolução e dos processos que atuam sobre a superfície terrestre, oferece fundamentos para compreender a organização espacial das paisagens. Interpretar essa dinâmica exige, portanto, ultrapassar a simples descrição morfológica das formas. Ross (1991) ressalta que a interpretação do relevo envolve a capacidade de identificar e correlacionar as formas com os processos atuais e pretéritos responsáveis por sua configuração, permitindo compreender sua origem e estabelecer, ainda que de maneira relativa, sua sequência temporal. Essa concepção atribui à análise geomorfológica uma dimensão genética e evolutiva, na qual a identificação das formas deve estar associada à compreensão dos processos que lhes deram origem e daqueles que continuam atuando sobre a paisagem.

É nesse contexto que a cartografia geomorfológica assume papel fundamental, por possibilitar a espacialização, representação e hierarquização das diferentes formas do relevo. Demek (1967) considera a cartografia geomorfológica um importante método de investigação da Geomorfologia, enquanto Balatka e Sladek (1967) ressaltam sua contribuição tanto para a resolução de questões práticas quanto para o planejamento das atividades humanas, ao permitir identificar áreas mais favoráveis ou restritivas à ocupação. O mapeamento geomorfológico, desse modo, não se limita à elaboração de documentos cartográficos, mas constitui instrumento de análise e interpretação da organização espacial do relevo.

Desta forma, optamos aqui na utilização da taxonomia de Ross (1992) que tem apresentado resultados significativos em estudos geomorfológicos desenvolvidos no Ceará. Gomes et al. (2023), aplicaram a proposta de Ross (1992) ao mapeamento taxonômico do relevo e à análise de sua relação com os processos erosivos na sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras, evidenciando a possibilidade de associar a classificação das formas às características e à dinâmica dos processos superficiais.

A abordagem taxonômica também tem sido empregada em outros setores da Ibiapaba. Lopes et al. (2025), em estudo realizado no município de São Benedito, utilizaram a metodologia de Ross (1992) para reconhecer unidades e tipos de formas do relevo, articulando informações geomorfológicas a dados climáticos, pedológicos, geológicos e de uso e ocupação da terra. Os resultados permitiram identificar diferentes padrões de formas denudacionais, de aplanamento e agradacionais, demonstrando a contribuição da classificação geomorfológica para o conhecimento da diversidade do relevo e para o planejamento ambiental. De maneira semelhante, Silva et al. (2025), ao estudarem o município de Viçosa do Ceará, associaram a taxonomia de Ross a parâmetros geomorfométricos, utilizando modelos digitais de elevação para a caracterização da hipsometria, declividade, dissecação e curvatura do relevo.

Nessa direção, Falcão et al. (2026) destacam que o mapeamento geomorfológico requer rigor taxonômico e técnico capaz de assegurar fidelidade cartográfica e coerência analítica em diferentes escalas. Os autores ressaltam a importância da integração entre a Taxonomia de Ross (1992), os dados geomorfométricos e os procedimentos de interpretação realizados em ambiente SIG. Ao mesmo tempo, estabelecem um diálogo com o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR), ressaltando que a abordagem operacional de Ross apresenta elevado potencial para o detalhamento fisionômico das formas, enquanto o SBCR busca conferir maior sistematização e coerência à classificação do relevo em uma perspectiva multiescalar e de abrangência nacional.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como foco o município de Tianguá, Ceará, buscando contribuir para o conhecimento de sua organização geomorfológica a partir da taxonomia do relevo proposta por Ross (1992). O mapeamento taxonômico é utilizado como instrumento para identificar, hierarquizar e espacializar as diferentes unidades e formas geomorfológicas presentes no município, articulando a interpretação geomorfológica aos procedimentos cartográficos e às técnicas de análise espacial. Ao reconhecer o relevo em diferentes níveis taxonômicos, pretende-se não apenas representar sua configuração atual, mas também ampliar a compreensão acerca das relações entre estrutura, formas e processos que participam da organização da paisagem de Tianguá.

Área de Estudo

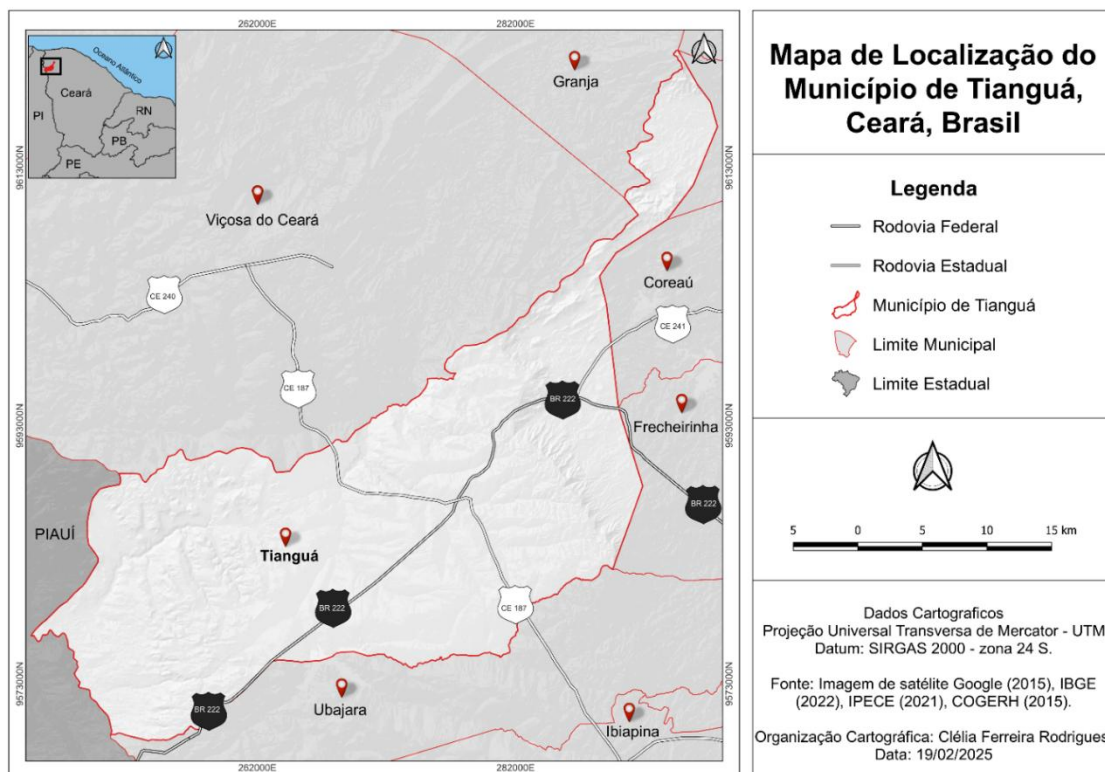
O recorte espacial definido para este estudo abrange os limites territoriais do município de Tianguá, situado na região noroeste do estado do Ceará, no Planalto da Ibiapaba. Com uma área total de 908,893 km², o município possui características físicas e socioambientais que o tornam relevante para a análise das dinâmicas naturais e antrópicas presentes em sua extensão territorial (Mapa 1). A localização estratégica de Tianguá no contexto do Planalto da Ibiapaba insere o município em uma região de grande importância geomorfológica e ambiental.

Conforme Souza (2009), o Planalto da Ibiapaba está situado na porção ocidental do estado do Ceará, delimitando a borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Sua formação geomorfológica é marcada por um escarpamento contínuo em contato com a depressão sertaneja, acompanhado por um suave declive topográfico que se estende em direção ao eixo central da sinéclise. Essas características estruturais revelam a interação entre processos tectônicos e morfológicos que moldaram a paisagem da região.

No que se refere à morfologia, Santos e Souza (2012) destacam que o Planalto da Ibiapaba apresenta um relevo assimétrico com feição de Cuesta. Essa conformação é caracterizada por um reverso suave inclinado para o oeste e um front escarpado voltado para o leste, resultado da atuação de processos erosivos diferenciais. A resistência desigual das rochas frente aos agentes desnudacionais contribui para a configuração atual do relevo, evidenciando a dinâmica geológica e climática da região.

A gênese da Bacia Sedimentar do Parnaíba, à qual o Planalto da Ibiapaba está associado, remonta aos movimentos subsidentes e arqueamentos ocorridos no final do Ciclo Brasileiro. Esses eventos tectônicos foram acompanhados por sucessivas transgressões e regressões marinhas provenientes do oeste e noroeste, possivelmente relacionadas à faixa Paleozoica da Amazônia Oriental. Segundo Ab'Saber (2006), esses ciclos sedimentares tiveram um papel fundamental na formação da bacia e no estabelecimento das características estruturais e litológicas que influenciam o relevo da região.

Mapa 1 - Localização do município de Tianguá



Fonte: Rodrigues, 2025

REVISÃO DE LITERATURA

A cartografia geomorfológica constitui um importante instrumento para a compreensão da organização espacial do relevo, permitindo representar, classificar e interpretar as formas da superfície terrestre a partir de suas características morfológicas, morfométricas e morfogenéticas. Nesse contexto, o mapeamento do relevo ultrapassa a simples representação cartográfica das formas, uma vez que envolve a compreensão dos processos responsáveis por sua gênese e evolução, bem como das relações estabelecidas entre os diferentes componentes da paisagem. Para tanto, torna-se necessária a articulação entre fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e recursos técnicos capazes de assegurar coerência na identificação e hierarquização das unidades geomorfológicas.

A relação entre cartografia, Teoria Geral dos Sistemas e estudo do relevo constitui, nesse sentido, uma importante perspectiva para a Geografia Física. Falcão e Carvalho (2023) destacam que essas três dimensões representam pilares fundamentais da análise geográfica da natureza e devem ser compreendidas de forma integrada. A cartografia fornece os instrumentos

de representação e espacialização dos fenômenos; a abordagem sistêmica possibilita compreender o relevo como parte de um conjunto de elementos inter-relacionados; e a geomorfologia contribui para interpretar a organização, a dinâmica e a gênese das formas. Essa articulação conceitual e metodológica permite superar interpretações fragmentadas e compreender o relevo enquanto componente dinâmico da paisagem.

No âmbito da classificação geomorfológica, a proposta taxonômica de Ross (1992) tem desempenhado papel de destaque nos estudos brasileiros. A metodologia estabelece uma hierarquização das formas do relevo em diferentes níveis taxonômicos, permitindo estabelecer relações entre grandes unidades morfoestruturais, morfoesculturais, padrões de formas e formas individualizadas. A proposta possibilita, portanto, trabalhar simultaneamente com diferentes níveis de detalhe, adequando a representação cartográfica à escala e aos objetivos da pesquisa. Sua utilização tem sido recorrente em estudos voltados à caracterização geomorfológica, ao planejamento ambiental e à análise da dinâmica dos processos superficiais. Atualmente, está bastante em evidência a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR).

Estudos recentes demonstram a aplicabilidade da metodologia de Ross (1992) em diferentes contextos do território cearense. Fernandes et al. (2023a, 2023b), ao analisarem os municípios de Guaraciaba do Norte e Carnaubal, no Planalto da Ibiapaba, utilizaram a abordagem taxonômica para mapear compartimentos do relevo, modelados e índices de dissecação em escala de 1:300.000. Os autores identificaram quatro subunidades morfoesculturais, associadas a padrões de aplanamento e denudação, com índices de dissecação variando de fraco a moderado. Os resultados evidenciaram a diversidade das formas de relevo e sua relação com a configuração das paisagens, reforçando a importância da cartografia geomorfológica para a compreensão do território e para o planejamento ambiental.

Na mesma perspectiva, Gomes et al. (2023) empregaram a metodologia de Ross (1992) no mapeamento taxonômico do relevo e na análise de sua relação com os processos erosivos na sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras, no Ceará. A pesquisa evidencia que a classificação hierárquica das formas de relevo pode ser associada à interpretação dos processos geomorfológicos, permitindo compreender como diferentes padrões morfológicos condicionam ou respondem à dinâmica erosiva. Dessa forma, o mapeamento taxonômico assume também uma dimensão aplicada, contribuindo para a identificação de áreas com diferentes condições de suscetibilidade e para o planejamento do uso e ocupação do território.

A utilização de dados geomorfométricos tem ampliado as possibilidades de aplicação da classificação taxonômica. Silva et al. (2025), em estudo realizado no município de Viçosa do Ceará, combinaram a proposta de Ross (1992) com técnicas de análise geomorfométrica, utilizando modelos digitais de elevação para a elaboração de mapas hipsométricos, de declividade, de índice de dissecação do relevo e de curvatura vertical. Os autores identificaram diferentes níveis taxonômicos e relacionaram as unidades morfológicas às morfoestruturas e morfoesculturas presentes no município, destacando a importância da integração entre informações morfométricas e interpretação geomorfológica.

Essa integração entre dados quantitativos e interpretação geomorfológica também é observada em Falcão et al. (2026), que ressaltam que o mapeamento geomorfológico exige rigor taxonômico e técnico para garantir fidelidade cartográfica e coerência analítica em diferentes escalas. Os autores propõem um roteiro metodológico fundamentado na Taxonomia de Ross (1992), estruturado a partir da análise sequencial dos seis táxons e apoiado em técnicas de geomorfometria e Sistemas de Informação Geográfica. Entre os procedimentos empregados destacam-se o Índice de Dissecação do Relevo e a análise da curvatura do terreno. Nessa perspectiva, os dados geomorfométricos constituem uma importante base operacional para a

identificação das características do relevo, enquanto a interpretação do pesquisador é fundamental para atribuir significado geomorfológico e genético às formas identificadas.

A consolidação de abordagens sistemáticas de classificação do relevo também pode ser observada no desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR). O sistema busca estabelecer uma estrutura hierárquica nacional capaz de organizar as formas do relevo em diferentes níveis, considerando, de maneira particular, os aspectos morfogenéticos. Falcão et al. (2026) destacam que existe uma complementaridade entre a proposta de Ross (1992) e o SBCR. Enquanto a metodologia de Ross apresenta importante detalhamento fisionômico e operacional, favorecendo a cartografia geomorfológica em escalas mais detalhadas, o SBCR busca conferir maior sistematização e coerência à classificação do relevo em uma perspectiva multiescalar e nacional.

Nesse contexto, Fernandes et al. (2025), ao realizarem o mapeamento taxonômico do relevo do município de Ubajara, Ceará, estabeleceram uma comparação entre a classificação fundamentada na proposta de Ross e as proposições do SBCR. A comparação demonstra a possibilidade de estabelecer correspondências e complementaridades entre diferentes sistemas de classificação, contribuindo para o aprimoramento dos procedimentos de identificação, hierarquização e representação das formas do relevo. Essa perspectiva é particularmente relevante para estudos realizados em áreas de elevada diversidade geomorfológica, como o Planalto da Ibiapaba e seus setores de transição para as superfícies sertanejas.

A cartografia geomorfológica apresenta, ainda, importante contribuição para o planejamento ambiental e para a compreensão das relações entre as formas do relevo e as ações antrópicas. Carvalho et al. (2025), ao abordarem a cartografia do relevo e os registros da ação antrópica na sub-bacia hidrográfica do rio Macambira, no Ceará, evidenciam a necessidade de considerar a organização geomorfológica em conjunto com as transformações decorrentes do uso e ocupação da terra. O mapeamento, nesse caso, não se restringe à identificação das formas naturais, mas constitui instrumento para compreender as relações entre estrutura do relevo, processos superficiais e intervenção humana.

Essa dimensão aplicada é reforçada por Lopes et al. (2025), que utilizaram a metodologia de Ross (1992) para o mapeamento geomorfológico do município de São Benedito, no Planalto da Ibiapaba. O estudo articulou informações climáticas, pedológicas e geológicas com dados demográficos e informações sobre o uso e ocupação da terra obtidas em trabalhos de campo. Foram identificadas seis unidades com padrões semelhantes de formas de relevo e dezesseis tipos de formas, distribuídas entre formas denudacionais, de aplanamento e agradacionais. A identificação dos processos predominantes em cada unidade permitiu ampliar o conhecimento sobre a diversidade geomorfológica do município e fornecer subsídios para ações de planejamento ambiental.

Os estudos analisados convergem, portanto, para a compreensão de que o mapeamento geomorfológico deve ser concebido como um procedimento integrado, no qual representação cartográfica, classificação taxonômica, análise geomorfométrica e interpretação genética atuam de forma complementar. A utilização de Modelos Digitais de Elevação, técnicas de geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica tem ampliado a capacidade de identificação e mensuração das características do relevo, mas não substitui a interpretação geomorfológica. Os parâmetros quantitativos fornecem evidências sobre altitude, declividade, dissecação, curvatura e outros atributos, enquanto a análise geomorfológica permite relacioná-los aos processos e à gênese das formas.

Dessa maneira, a literatura recente evidencia uma tendência de integração entre a abordagem taxonômica de Ross (1992), os procedimentos geomorfométricos e as proposições do SBCR. Essa articulação permite combinar o detalhamento das formas com uma organização hierárquica capaz de responder às demandas de representação em diferentes escalas. No caso

do Ceará, os estudos desenvolvidos em municípios como Ubajara, São Benedito, Viçosa do Ceará, Guaraciaba do Norte e Carnaubal, além da sub-bacia do rio Jaibaras e do rio Macambira, demonstram a pertinência dessas abordagens para o reconhecimento da diversidade geomorfológica estadual.

Assim, observa-se que os avanços recentes da cartografia geomorfológica estão associados não apenas à incorporação de novas tecnologias e dados de maior resolução, mas também ao aprimoramento das bases conceituais utilizadas na classificação do relevo. A aproximação entre a Teoria Geral dos Sistemas, a cartografia geomorfológica, a taxonomia de Ross e o SBCR favorece uma leitura integrada do relevo, considerando suas estruturas, formas, processos e relações com os demais componentes da paisagem. Essa perspectiva oferece uma base teórico-metodológica consistente para pesquisas que busquem sistematizar o relevo em escala estadual, particularmente quando se pretende estabelecer uma classificação taxonômica que articule diferentes escalas de análise e, simultaneamente, incorpore ferramentas geomorfométricas e recursos de geotecnologias.

Dessa forma, o Planalto da Ibiapaba, com sua complexa história geológica e relevância geomorfológica, emerge como um elemento central na análise das interações entre os fatores naturais e as transformações socioambientais no município de Tianguá.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Cartografia Geomorfológica

Para iniciar uma reflexão sobre a cartografia geomorfológica, é pertinente citar Florenzano (2008), que afirma que esta prática teve suas origens na Polônia e ganhou relevância significativa durante a Segunda Guerra Mundial, consolidando-se como uma técnica fundamental para a análise das formas de relevo. Destaca-se que, na contemporaneidade, os mapas geomorfológicos transcendem a Geomorfologia, servindo de suporte a diversas outras disciplinas que envolvem o planejamento ambiental.

Segundo Tricart (1963), a cartografia geomorfológica não é apenas a representação gráfica de uma pesquisa já realizada, mas a base essencial para sua execução. Em termos mais objetivos, Tricart esclarece que ela funciona simultaneamente como o ponto de partida e o produto final de um estudo. Essa abordagem se insere no campo de investigação empírica, que abrange predominantemente atividades como trabalho de campo, análises descritivas, observações detalhadas e interpretações.

De acordo com Silva e Rodrigues (2009), a cartografia é uma ferramenta essencial para as geociências, pois permite a representação do espaço e dos diversos componentes da superfície terrestre. Essa representação pode variar em seus aspectos conforme as exigências particulares de cada pesquisador.

Na Geomorfologia, a cartografia atua como um meio de representação gráfica e espacial dos fenômenos geomorfológicos, ou seja, dos objetos e processos em estudo. Assim, a cartografia geomorfológica é uma ferramenta crucial para a geomorfologia, pois permite a síntese e a análise das investigações geomorfológicas (Florenzano, 2008).

Sob essa ótica, a representação cartográfica do relevo fornece dados e informações sobre, por exemplo, as condições de uso do solo agrícola e as áreas suscetíveis a processos erosivos, entre outras questões. Em resumo, é um tema relevante, considerando o uso intensivo da terra na atualidade (Cunha; Queiroz, 2012).

A cartografia geomorfológica, por sua natureza, é um tipo de mapeamento cuja complexidade está diretamente relacionada ao relevo que busca representar (Dantas, 2016). O relevo, por sua vez, é caracterizado por uma ampla variedade de formas e origens, resultantes de processos distintos.

Conforme Ross (1990), a representação cartográfica dos aspectos geomorfológicos, além de buscar traduzir uma realidade de natureza relativamente abstrata, apresenta uma complexidade que supera a de outros mapas temáticos, como os de solos e vegetação. Tal diferença decorre, em grande parte, da ausência de uma taxonomia universalmente consolidada para os elementos geomorfológicos, ao contrário do que ocorre com os referidos temas.

Ross (2007) complementa ao afirmar que o mapa geomorfológico deve cumprir uma função dual: atuar como instrumento orientador durante o desenvolvimento da pesquisa e, ao final, proporcionar uma síntese dos resultados obtidos. Desse modo, os mapas geomorfológicos configuram-se como ferramentas fundamentais, tanto para a sistematização de dados quanto para a realização de análises mais aprofundadas, reafirmando sua relevância no âmbito das investigações científicas em geomorfologia.

Lemes e Pires (2009) destacam que, com o apoio das tecnologias, a Cartografia Geomorfológica permite a representação das diversas morfologias da paisagem, além de possibilitar a descrição das formas de relevo e seus principais sinais. Entre os métodos e ferramentas utilizadas para estudar o relevo, o mapeamento geomorfológico se sobressai. Kohler (2002) argumenta que a forma mais eficaz de representar uma análise geomorfológica é por meio da cartografia.

Dando continuidade à discussão, no que se refere à avaliação das formas do terreno, são empregados parâmetros morfológicos e morfométricos que quantificam as características fisiográficas do relevo, conforme Ab'Saber (1969), que enfatiza os seguintes:

Amplitude do Relevo: é um parâmetro que mensura o desenvolvimento do relevo entre a cota dos fundos de vale e a cota dos seus divisores de água em uma bacia de drenagem. Esse parâmetro retrata o grau de entalhamento de uma determinada unidade de paisagem e a correspondente dimensão das formas do relevo presentes;

Gradiente: é um parâmetro que mensura o ângulo de declividade de uma vertente ou de uma bacia de drenagem. Reflete, de forma geral, a vulnerabilidade de uma unidade de paisagem frente aos processos erosivo-deposicionais.

Densidade de Drenagem: é um parâmetro que mensura a razão entre o comprimento total de canais e a área da bacia de drenagem. Retrata o grau de dissecação de uma determinada unidade de paisagem.

Geometria de topos de Vertentes: consiste em uma avaliação morfológica que descreve a forma de denudação de uma determinada unidade de paisagem, indicando o modo pelo qual as formas de relevo foram modeladas ao longo do tempo geológico. As formas geométricas de topos podem ser classificadas em: aguçadas, ou em cristas; arredondadas, ou tabulares. Já as formas geométricas das vertentes podem ser classificadas em convexas, retilíneas e côncavas.

A elaboração da carta geomorfológica é um processo empírico que demanda tanto atividades de gabinete quanto de campo, sendo amplamente sustentado pelo uso de cartas topográficas e seus derivados, como hipsometria, hidrografia, clinometria, cartas geológicas, pedológicas, de uso e ocupação do solo, além de imagens de sensoriamento remoto (Moneche, 2009). De acordo com Tricart (1965), os mapas geomorfológicos representam o documento fundamental que serve de base para a pesquisa moderna, permitindo expressar de maneira abrangente os resultados e alcançar conclusões mais precisas.

Considerando a relevância do mapeamento e o avanço tecnológico atual, ele proporciona um entendimento mais aprofundado dos fenômenos que influenciam o relevo, como, por exemplo, as transformações causadas pelas ações humanas, que acarretam diversas consequências. Nessa linha de reflexão, Flores (2012) destaca que a principal necessidade é gerar conhecimento capaz de atender às demandas imediatas, frequentemente urgentes, e às necessidades futuras, visando minimizar riscos. Nesse contexto, os mapas e cartas produzidos a partir do mapeamento geomorfológico se configuram como documentos valiosos, que,

quando combinados com outros dados físicos, permitem uma abordagem mais integrada e interdisciplinar (Flores, 2012).

O mapeamento geomorfológico, aliado às novas técnicas de cartografia, deve estar vinculado a essa premissa no que diz respeito à previsão de eventos, sendo parte integrante das ciências voltadas ao conhecimento e à gestão ambiental (Flores, 2012). Em relação à área de estudo, os estudos geomorfológicos adquirem grande relevância em regiões prioritárias para a preservação ambiental, como é o caso da Ibiapaba, que abriga uma rica biodiversidade.

Os dados estruturais nos mapeamentos geomorfológicos são fundamentais, pois revelam as relações existentes, como, por exemplo, o contexto rochoso, permitindo a compreensão dos dados geológicos essenciais que determinam a resistência à erosão. Conforme Griffiths e Abraham (2008), os mapas geomorfológicos facilitam a espacialização e a compreensão dos processos atuais e passados que deram origem às paisagens contemporâneas.

Quanto à escala, Tricart (1965) argumenta que uma carta geomorfológica detalhada deve oferecer uma descrição completa e lógica de todos os elementos do relevo analisado, abrangendo toda a área de estudo e considerando a sobreposição das formas. Esse tipo de carta foca principalmente nos fenômenos morfoestruturais, que, combinados com a dinâmica climática local, influenciam a formação das características esculturais do relevo. De acordo com Tricart (1965) e Cunha, Mendes e Sanchez (2003), Simon e Lupinacci (2019, p. 16-17) defendem que os mapas geomorfológicos detalhados devem incluir quatro categorias de informações:

1. Morfometria – passível de ser representada por um fundo topográfico, contendo as curvas de nível e a drenagem, podendo conter outros dados, como a declividade das vertentes, hierarquia da rede de drenagem, altura das bordas dos terraços, de cornijas ou rebordos erosivos. A representação desses dados deve associar-se à legibilidade da carta;
2. Morfografia – identificada através de símbolos que localizam e especializam as formas de relevo, representando sua extensão. Os símbolos devem transmitir a noção dos processos que deram origem a tais formas;
3. Morfogênese – a simbologia das formas deve introduzir a origem e a gênese, possibilitando distinguir os processos morfogenéticos atuantes na área;
4. Cronologia – deve representar o momento da história morfogenética da região, no qual as formas ou o conjunto destas se desenvolveram.

Segundo os autores mencionados, é fundamental também levar em conta as informações relacionadas ao arcabouço estrutural. Tricart (1965) destaca que a relevância do mapeamento geomorfológico está vinculada à formação das formas superficiais do relevo, as quais, por sua vez, estão diretamente relacionadas à sua resistência, à ação dos processos naturais e às características do embasamento litológico.

A confecção de mapas geomorfológicos é, entretanto, uma tarefa complexa. Essa complexidade é demonstrada pela ampla gama de pesquisas focadas nas metodologias usadas na cartografia geomorfológica. Como destaca Ross (2007), o relevo, que é o objeto de mapeamento, possui um caráter relativamente abstrato, tornando esses mapas mais desafiadores em comparação com outros tipos de mapas temáticos.

O propósito de um mapa geomorfológico é capturar a dinâmica e a formação desse elemento. Isso levanta uma série de questões sobre quais aspectos, técnicas e representações devem ser empregados para criar um documento cartográfico que efetivamente represente a geomorfologia de uma área específica. Além disso, é crucial considerar a inclusão de dados adicionais, como a origem, a idade e os processos morfogenéticos que afetam a dinâmica do relevo. Também deve-se abordar a questão da escala de representação, que define o nível de detalhamento ou a generalização que pode ser aplicada ao mapeamento.

Em síntese, a cartografia geomorfológica se destaca como uma ferramenta fundamental para a análise e representação das formas de relevo e seus processos associados. Sua importância transcende o campo da geomorfologia, oferecendo suporte significativo a diversas áreas envolvidas no planejamento ambiental e na gestão do uso da terra. A capacidade de representar graficamente e espacialmente os fenômenos geomorfológicos é crucial para a síntese e análise de dados, permitindo uma compreensão aprofundada dos processos e características do relevo. A elaboração de mapas geomorfológicos, apesar de sua complexidade, desempenha um papel essencial na identificação de aspectos como o uso do solo e a suscetibilidade a processos erosivos, refletindo sua relevância no contexto atual de uso intensivo da terra. A atenção às questões metodológicas, aos dados adicionais e à escala de representação é vital para garantir a eficácia e precisão desses mapas, que são indispensáveis para a gestão e compreensão dos processos geomorfológicos e ambientais.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Aspectos teóricos

De acordo com Ross (2010), a metodologia constitui o elemento central que norteia o desenvolvimento de uma pesquisa. Enquanto isso, a instrumentalização e as técnicas operacionais atuam como ferramentas de apoio, reforçando que o tratamento metodológico de qualquer investigação é um subproduto direto da teoria que a fundamenta. Nesse contexto, para a realização de uma pesquisa, independentemente de sua natureza ou área de atuação, é imprescindível o domínio de três aspectos fundamentais: o conhecimento teórico-conceitual específico; a metodologia aplicada; e as técnicas de apoio para a operacionalização das etapas do trabalho.

A pesquisa aqui apresentada adota a metodologia de Ross (1992), que propõe uma classificação taxonômica detalhada das formas de relevo até o sexto nível taxonômico, com o objetivo de facilitar sua aplicação no ensino da educação básica. A proposta busca explorar os aspectos fisionômicos do relevo, integrando a gênese e a evolução das formas identificadas na área de estudo. Assim, contribui para a produção de materiais didáticos acessíveis e pedagógicos, que possibilitem uma abordagem contextualizada e integrada ao ensino.

Ross (1992) adaptou a metodologia do Projeto RadamBrasil (1981), estabelecendo um sistema taxonômico com seis níveis hierárquicos para a classificação do relevo, com ênfase em padrões morfométricos e classes de declividade. Esse sistema considera:

- **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;
- **6º Táxon:** Formas de processos atuais, naturais e antrópicos.

A metodologia proposta por Ross (1992) apresenta ampla abrangência e fundamenta o mapeamento taxonômico adotado nesta pesquisa. Paralelamente, a metodologia da CPRM (2023) foi utilizada como suporte para a delimitação de Padrões de Formas Semelhantes e Tipos de Formas, adequando-se à escala de trabalho proposta. Essa abordagem possibilita maior precisão no estudo geomorfológico da área, promovendo uma análise integrada e ajustada ao contexto local.

Assim, a pesquisa combina as contribuições teóricas e metodológicas de Ross (1992), integrando conceitos geomorfológicos e educacionais com o intuito de produzir conhecimento aplicável ao ensino e à compreensão das dinâmicas do relevo.

Levantamento Cartográfico

Nessa etapa foi realizada a coleta de informações e a geração de mapas, possibilitando a representação espacial dos elementos analisados. Além disso, buscou-se compreender a configuração do relevo para identificar suas interações de forma integrada, levando em conta os processos dinâmicos e sua origem. Diversos recursos técnicos foram utilizados, destacando-se entre eles:

- Mapa geodiversidade do estado do Ceará, fornecido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), na escala de 1:750.000, publicado em 2014;
- 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 Estatística (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;
- Mapa de solos do Estado do Ceará na escala de 1:600.000 de 1972, com acesso no site da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH);
- Mapa dos tipos climáticos do Ceará, disponibilizado no site do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece);
- Mapa fitoecológico do Estado do Ceará na escala de 1:600.000 de 1994.

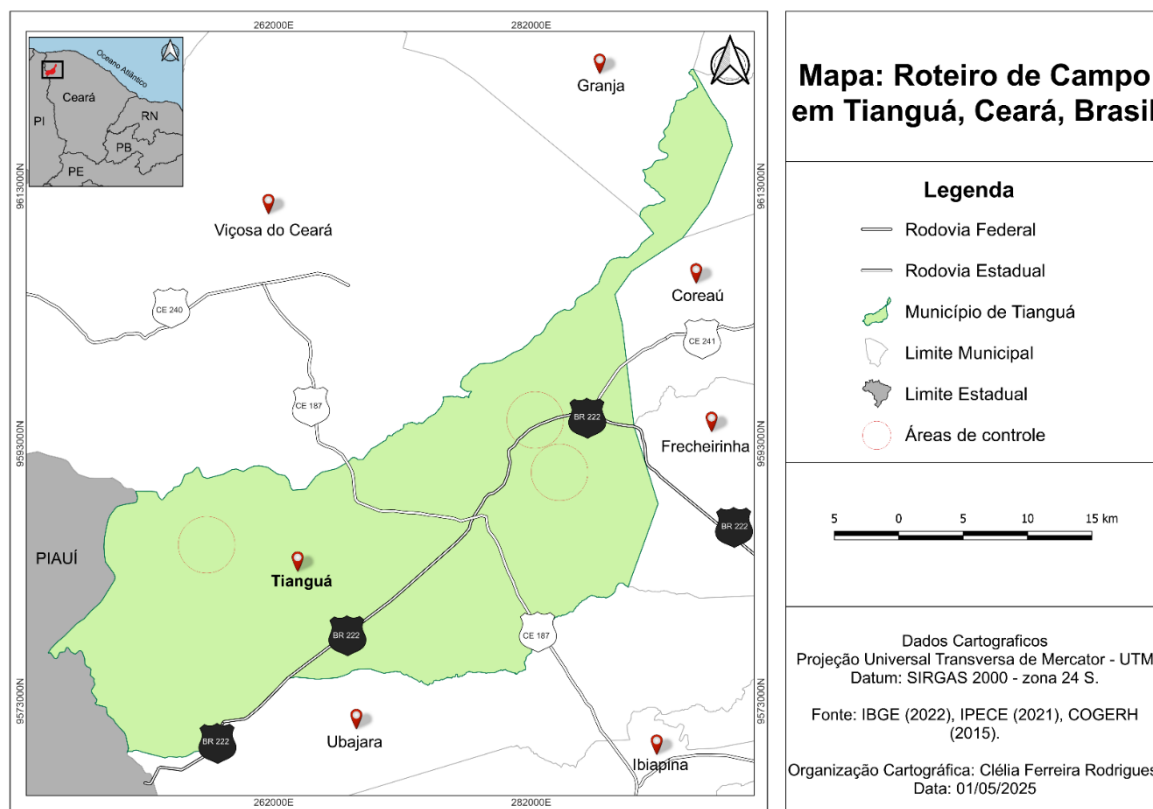
Foi realizado a sistematização dos dados obtidos, seguida de uma análise minuciosa das informações coletadas. Posteriormente, foram realizados o processamento e o refinamento dos dados, considerando seus respectivos recortes escalares, culminando na elaboração de representações cartográficas.

Atividade de campo

O trabalho de campo configura-se como uma etapa indispensável para o aprofundamento da pesquisa, tendo como finalidade a coleta, análise e registro de variáveis relevantes. Ressalta-se que o percurso foi realizado por meio de trilhas, o que possibilitou um reconhecimento mais detalhado da área de estudo. Além disso, contou-se com o acompanhamento de um guia local, cuja participação foi fundamental, uma vez que compartilhou informações sobre a toponímia popular e relatos orais dos moradores, enriquecendo significativamente a compreensão do espaço analisado.

Dessa forma, o trabalho de campo revelou-se essencial para a realização de um levantamento minucioso das áreas em que os processos geomorfológicos se evidenciam na paisagem, especialmente nas unidades previamente identificadas na base cartográfica. Além disso, essa etapa permite a verificação e, quando necessário, a correção de dados obtidos por meio de softwares. Os registros fotográficos desempenham papel importante no apoio à coleta de informações, uma vez que os mapeamentos dos padrões e formas do relevo foram conduzidos com base na interpretação visual dos dados topográficos disponíveis.

Mapa 2 - Roteiro de campo no município de Tianguá



Fonte: Rodrigues (2025), a partir do IBGE (2022) e IPECE (2021)

Mapeamento Taxonômico

Os procedimentos técnicos empregados no mapeamento do 1º, 2º e 3º táxon seguiram uma abordagem metodológica semelhante, fundamentada nos parâmetros morfométricos definidos por Ross (1992) para a compartimentação do relevo. Os mapas foram realizados na escala 1:230.000, adotando-se o Sistema de Projeção Transversa de Mercator, Datum SIRGAS 2000, zona 24S. A elaboração de todo o material cartográfico foi conduzida no software QGIS, versão 3.28, de licença gratuita. A cartografia resultante representa um recurso indispensável para a análise e a discussão dos resultados desta pesquisa.

Inicialmente, foram elaborados os mapas de hipsometria e declividade, que serviram de base para a delimitação das unidades geomorfológicas. A partir da interpretação das curvas de nível, procedeu-se à demarcação manual dos táxons, utilizando ferramentas do software QGIS, como a criação de uma nova camada do tipo shapefile e a funcionalidade "alternar edição". Essa metodologia possibilitou uma representação espacial mais precisa das unidades de relevo identificadas.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) ALOS PALSAR, com resolução espacial de 12,5 metros, foi essencial para o mapeamento, sendo submetido a ajustes e correções, além de ter sido utilizado para a geração do relevo sombreado. Com base nos parâmetros morfométricos (altitude, declividade e amplitude) foram estabelecidas classes morfoesculturais específicas. Posteriormente, essas classes foram reclassificadas por meio da extensão GRASS e da ferramenta *r.reclass*, que permitiu a criação de uma nova camada raster com categorias reclassificadas a partir de uma camada existente.

A definição da legenda cartográfica foi fundamentada na metodologia de Ross (1992) e Moura Fé (2015), com base na compartimentação do relevo em domínios morfoestruturais,

domínios morfoesculturais e unidades morfológicas. As cores atribuídas a cada classe seguiram a proposta de Dantas (2023), garantindo uma padronização visual que favorece a interpretação e a comunicação cartográfica dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do arcabouço geológico do município de Tianguá constitui um elemento essencial para a compreensão da influência dessas estruturas na configuração de seu território. Essa análise está fundamentada em investigações prévias, incluindo a Folha Geológica Frecheirinha SA.24-Y-C-VI, elaborada por Silva Júnior et al. (2014) na escala de 1:100.000 e divulgada pela CPRM, os estudos conduzidos por Moura-Fé (2015), bem como a Folha Geológica Viçosa do Ceará SA.24-Y-C-V, também na escala de 1:100.000, desenvolvida por Pinéo et al. (2018) e publicada pela CPRM. Adicionalmente, o Mapa Geológico do Estado do Ceará, na escala de 1:500.000, produzido por Pinéo et al. (2020) e disponibilizado pela CPRM, complementa a base de dados utilizada para a investigação geológica da área.

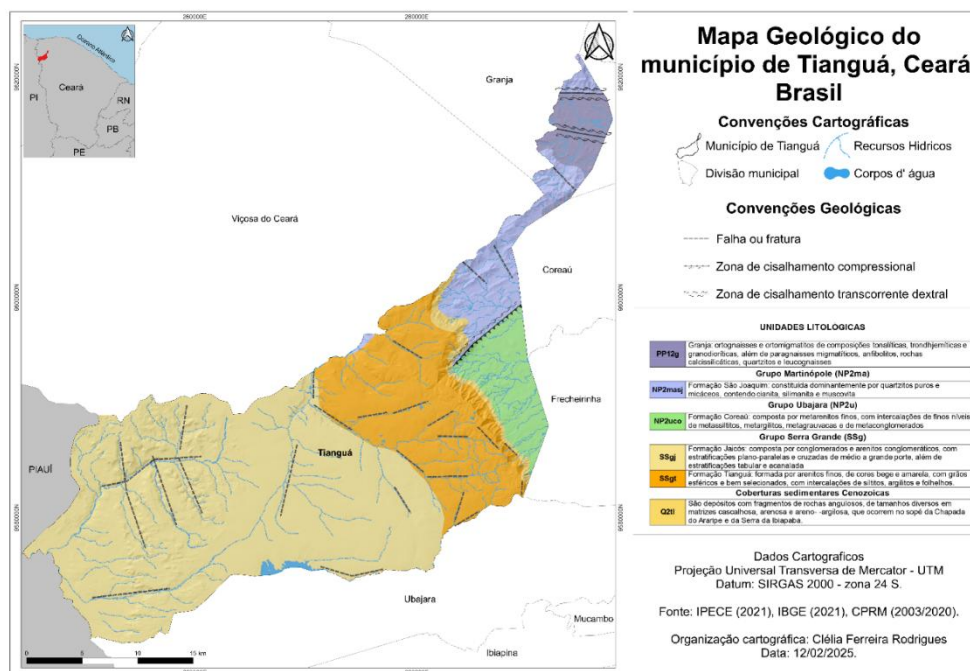
A área de estudo está predominantemente localizada no noroeste do estado do Ceará, com uma pequena porção estendendo-se para o nordeste do Piauí. Do ponto de vista geológico, insere-se entre o Domínio Médio Coreaú, pertencente à Província Borborema, e a Bacia do Parnaíba, caracterizando-se pela expressiva diversidade de unidades litoestratigráficas. A formação da Bacia do Parnaíba está associada a eventos tectônicos do final do Ciclo Brasileiro, consolidando-se ao longo da era Paleozoica, período marcado por significativos processos de sedimentação no Brasil. Em contraste, a Província Borborema apresenta um complexo arranjo litológico, cuja evolução geológica está vinculada à coalescência do megacontinente Atlântida no Paleoproterozoico (Ab'Saber, 2006; Bizzi et al., 2003; Santos, 2005).

As características geológicas do município de Tianguá estão intrinsecamente relacionadas à evolução da paisagem local. O Planalto da Ibiapaba situa-se na margem oriental da Bacia do Parnaíba, uma das maiores bacias sedimentares do Brasil. A composição litológica predominante nessa região corresponde ao Grupo Serra Grande, unidade de idade siluriana, marcada pela presença de conglomerados e arenitos, parcialmente feldspáticos, intercalados com siltitos e folhelhos de origem fluvial e marinho raso, depositados sob condições que, em determinados períodos, foram influenciadas por eventos glaciais (CPRM, 2003).

Conforme Bizzi et al. (2003, p. 67), os ambientes flúvioglaciais e glaciais são interpretados como os principais tipos de deposição, seguidos por uma fase transicional (nerítica), antes de retornarem a condições continentais com ambientes fluviais entrelaçados. Com menor abrangência espacial, destacam-se as formações do Grupo Ubajara, e, ainda mais limitadas, as ocorrências de depósitos, que correspondem a uma unidade geológica mais recente. (Mapa 3)

O Grupo Serra Grande se destaca como o principal substrato geológico da região, sendo associado a processos deposicionais que variaram entre ambientes flúvioglaciais e glaciais, seguidos por uma fase transicional nerítica e, posteriormente, um retorno a condições continentais caracterizadas por sistemas fluviais entrelaçados (BIZZI et al., 2003, p. 67). Além disso, em menor extensão espacial, ocorrem formações pertencentes ao Grupo Ubajara, Grupo Martinópolis e Complexo Granja. Há também depósitos geológicos mais recentes, que possuem uma representatividade ainda mais reduzida. No quadro a seguir, apresenta-se um esquema da geocronologia e litoestratigrafia, sintetizando as informações, seguido por uma descrição detalhada de cada formação geológica.

Mapa 3 - Geologia do município de Tianguá



Fonte: CPRM (2020), organizado por Rodrigues (2025)

Quadro 3 - Dados de geocronologia e litoestratigrafia de Tianguá, Ceará

Éon	Eras	Período Idade (MA)	Grupo	Sigla	Formação
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário 2,58	Coberturas	Q2tl	Depósitos de Tálus Recente
	Paleozoico	Siluriano 419 a 443	Grupo Serra Grande	Ssgj	Formação Jaciós
				Ssgt	Formação Tianguá
	Neoproterozoico	Ediacarano 635 a 541	Grupo Ubajara	NP2uco	Formação Coreau
		Toniano 1b a 850	Grupo Martinópolis	NP2masj	São Joaquin
Paleoproterozoico	Sideriano 2500 a 2300	Complexo de Granja	PP12g		

Fonte: CPRM (2020), organizado por Rodrigues (2025)

- **Complexo de Granja (PP12g):** Conforme descrito por Pinéo et al. (2020) e Silva Júnior et al. (2014), o Complexo Granja é composto por ortogneisses acinzentados, variando para tonalidades mais claras, além de gnaisses, granulitos e estruturas migmatíticas expressivas, caracterizadas por bandamentos e dobras, incluindo fácies miloníticas. Datado do Paleoproterozóico, este complexo integra o embasamento cristalino da região e se localiza ao norte da Ibiapaba, sendo recoberto por unidades Tonianas pertencentes ao Grupo Martinópolis. Segundo Hasui et al. (2012), sua extensão é de aproximadamente 10x50 km, sendo delimitado do Grupo Martinópolis por zonas de cisalhamento.
- **Grupo Martinópolis (NP2ma):** Conforme Hasui et al. (2012), o Grupo Martinópolis corresponde a uma unidade metavulcanossedimentar, cuja delimitação ocorre por meio das

falhas Jaguarapi e Itacolomi, estabelecendo contato com o Complexo Granja. Essa unidade se situa na porção setentrional da área e mantém ligação direta com o Grupo Serra Grande, posicionado logo acima. O grupo se subdivide em quatro formações geológicas distintas: Formação Goiabeiras (NP2mag), Formação São Joaquim (NP2msj), Formação Covão (NP2mac) e Formação Santa Terezinha (NP2mast). No entanto, na região analisada, apenas a Formação São Joaquim (NP2msj) está presente. Essa formação é constituída por quartzitos, tanto puros quanto micáceos, apresentando alta compactação e laminação (fácies tectônica), além de estruturas miloníticas. Destaca-se também pelo forte estiramento mineral, com ocorrência de silimanita e cianita. Adicionalmente, há intercalações pontuais de biotita xisto contendo granada e estauroлита, bem como rochas calcissilicáticas, formações ferríferas e milonitoxistos (PINÊO et al., 2020). Durante o Cenozóico, o embasamento rochoso passou por intensa erosão, contribuindo para a conformação da atual superfície cristalina do sertão (MOURA-FÉ, 2017).

- **Grupo Ubajara (NP2u):** Segundo Hasui et al. (2012), o Grupo Ubajara corresponde a uma unidade metassedimentar datada do Neoproterozóico, especificamente do período Criogeniano. Essa unidade apresenta formações originadas em diferentes ambientes deposicionais, podendo ser marinho, fluviomarinho ou fluvial. As quatro formações que compõem essa unidade litoestratigráfica estão presentes na área analisada. A Formação Caiçaras (NP2uc) representa a base da unidade e tem origem marinha. Conforme descrito por Silva Júnior et al. (2014), essa formação é composta predominantemente por ardósia de coloração cinza, apresentando alterações para tons avermelhados e arroxeados. Além disso, exibe intercalações com metassiltitos e raras ocorrências de conglomerados. Suas rochas possuem clivagem bem definida e são intercaladas com metarenitos, sendo seus afloramentos visíveis ao longo da BR-222 (PINÊO et al., 2020; MOURA-FÉ, 2015).
- **O Grupo Serra Grande (Ssg):** representa a unidade litoestratigráfica mais extensa na área analisada, sendo constituído por arenitos, diamictitos e conglomerados, que apresentam seixos de quartzo arredondados ou subangulosos, intercalados com siltitos e folhelhos (SOUZA, 2000; SANTOS, 2015). Os sedimentos que compõem essa unidade encontram-se depositados em discordância sobre as formações do Grupo Ubajara (Hackspacher et al., 1988), destacando-se na paisagem em relação às unidades estratigráficas subjacentes. Além disso, sua constituição inclui rochas de origem Proterozoica e depósitos datados do Cambriano, sendo descrito como a "primeira supersequência de deposição sedimentar da Bacia do Parnaíba, sobrepondo o embasamento" (MOURA-FÉ, 2017b, p. 48). Duas formações desse grupo ocorrem na área de estudo. A Formação Jaicós (Ssgj) é composta por arenitos finos a médios, de tonalidade cinza-esbranquiçada, com alto teor quartzoso, seleção granulométrica deficiente e estratificação cruzada tabular, acanalada e em espinha de peixe, além de apresentar lâminas de argilito. Já a Formação Tianguá (Ssgt), a mais representativa da região, caracteriza-se por arenitos finos a médios pouco consolidados, siltitos e argilitos claros, folhelhos acinzentados com evidências de bioturbação, além de apresentar estratificações tabulares e lenticulares, com acamamento ondulado (PEREIRA et al., 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2014).
- Os depósitos sedimentares atribuídos ao Quaternário na área de estudo incluem os Depósitos de Tálus Recente. Essa unidade (Q2tl) é caracterizada pela acumulação de fragmentos rochosos incorporados a uma matriz composta por areia, silte e argila, cuja gênese está relacionada a processos morfogenéticos mecânicos típicos de regiões de clima árido e semiárido (SOUZA, 1988; SILVA JÚNIOR et al., 2014; SOUZA, 2020; PINÊO et al., 2020).

Na Figura 01, são apresentadas fotografias que evidenciam algumas das principais características geológicas do município de Tianguá, com destaque para unidades pertencentes ao Grupo Serra Grande. Na primeira imagem, observa-se um afloramento representativo da Formação Jaicós; em seguida, é possível identificar o registro da Formação Tianguá. A terceira fotografia ilustra a ocorrência de uma falha geológica localizada nessa mesma formação, enquanto a última evidencia a presença de uma queda d'água situada na Formação Jaicós, próxima à escarpa, destacando a influência das estruturas geológicas na configuração do relevo local.

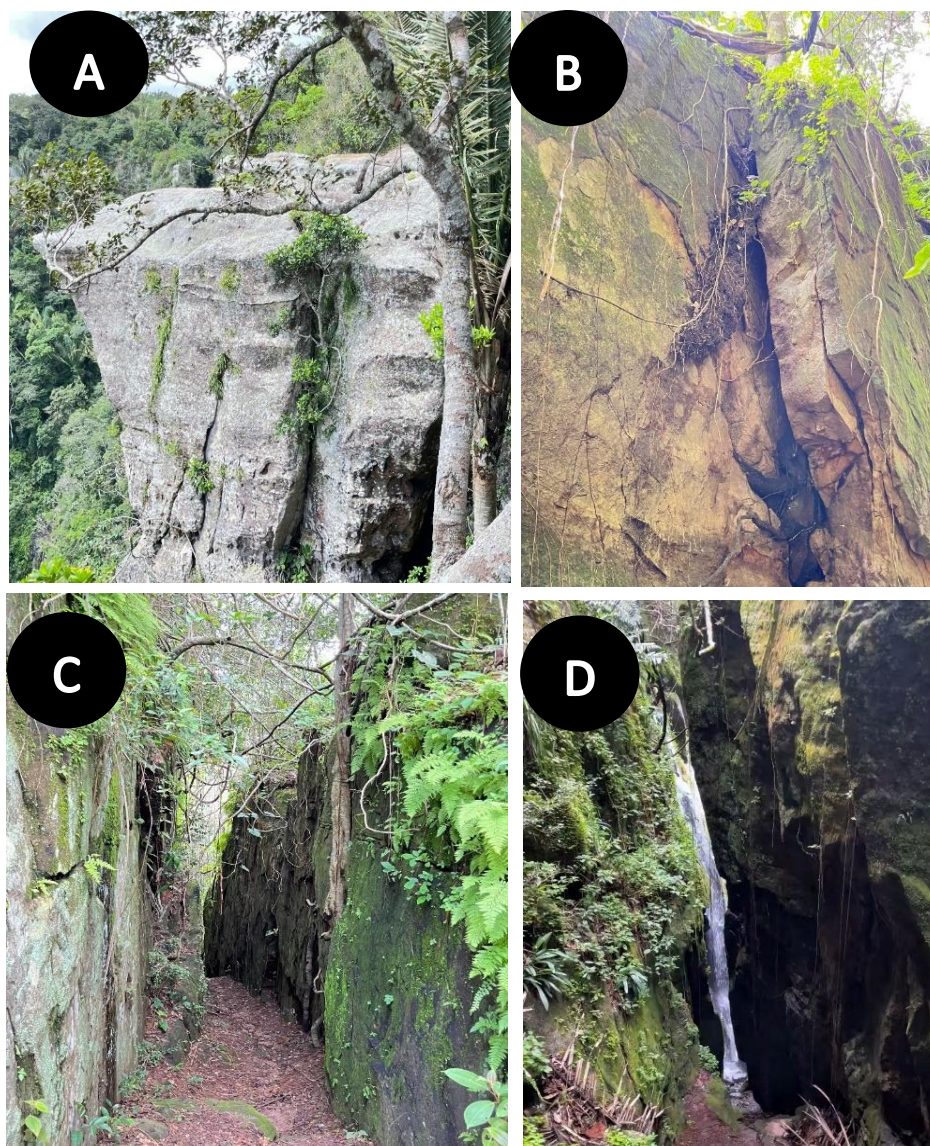


Figura 01 - A – afloramento da Formação Jaicós; B – Registro da Formação Tianguá; C – Falha na Formação Tianguá; D - Queda d'água situada na Formação Jaicós. Fonte: Rodrigues, 2025. Tratando-se das feições geomorfológicas, Souza (2000) afirma que sua evolução e dinâmica são diretamente influenciadas por fatores geológicos e paleoclimáticos, refletindo nas características do solo e da vegetação, além de sofrerem interferências das dinâmicas atuais.

De acordo com Sobrinho e Carvalho (2024, p. 65), 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.

A partir dos dados levantados, com suporte na análise de imagens de satélite e na verificação em campo, identificam-se duas unidades geomorfológicas predominantes no município de Tianguá: a Superfície de Aplainamento, também denominada Superfície Sertaneja, e o Planalto da Ibiapaba.

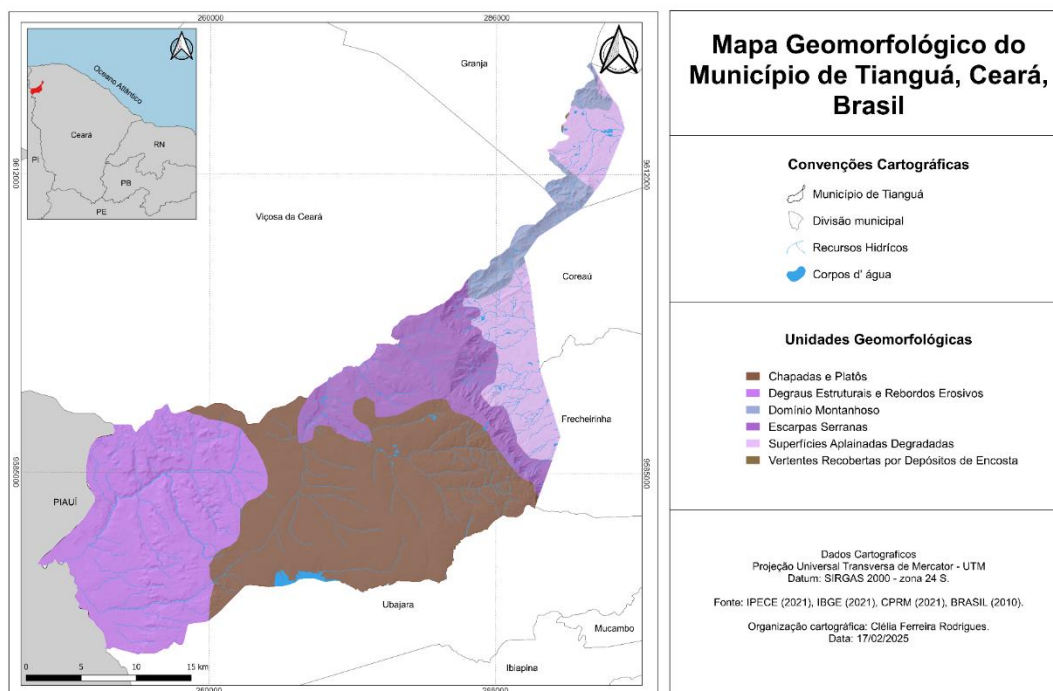
Pesquisas recentes caracterizam a Ibiapaba como um Glint, termo estabelecido por Peulvast e Vanney (2001), que o definem como uma escarpa contínua e angular, resultante da intersecção discordante entre uma formação sedimentar e o substrato previamente erodido. Na região da Ibiapaba, esse contato em forma de Glint ocorre na transição entre a Superfície Sertaneja e as áreas mais elevadas do planalto.

Falcão Sobrinho et al. (2023) descrevem o topo da Ibiapaba, conhecido como platô úmido, como uma área de feições alongadas diretamente associadas à vertente leste. Essa vertente configura-se como o front, enquanto o reverso, a oeste, apresenta um declive suave. O topo atinge altitudes superiores a 800 metros, possuindo um formato tabular e características de dissecação homogênea.

Dentro dessas unidades, observam-se formas modeladas tanto por processos de dissecação quanto de acumulação. Seis feições geomorfológicas foram identificadas por meio da interpretação visual de imagens de satélite, complementadas por modelos de relevo sombreado, além de mapas hipsométrico e de declividade, os quais possibilitaram uma distinção mais precisa das formas do relevo. A posterior verificação em campo permitiu a confirmação dessas feições, que foram classificadas conforme segue: Chapadas e Platôs, Degraus estruturais e Rebordos erosivos, Domínio montanhoso, Escarpas serranas, Superfícies aplainadas degradadas e Vertentes recobertas por depósitos de encosta, conforme ilustrado no Mapa 4.

Chapadas e Platôs caracterizam-se como um relevo de degradação em rochas sedimentares, superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, planos ou aplainados, não ou pouco dissecado como pode-se observar na figura 02. 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).

Mapa 4 - Geomorfologia do município de Tianguá



Fonte: CPRM (2021), organizado por Rodrigues (2025).

Figura 2 - Platô no município de Tianguá



Fonte: os autores, 2025

Os Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos são formas de relevo acidentado, compostas por vertentes predominantemente retilíneas e côncavas, declives e topos suavemente arredondados, configurando um relevo de transição (Machado, 2010). Segundo a CPRM (2021), essa unidade representa uma zona de transição entre duas superfícies distintas, caracterizadas por diferentes altitudes. (Figura 03)

Figura 3 - Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos



Fonte: Fonte: os autores, 2025

O Domínio Montanhoso (alinhamentos serranos, maciços montanhosos, frentes de cuestas e hogback) é um relevo de degradação que pode ocorrer em diferentes litologias, caracterizando-se por um terreno de alta acidentabilidade. As vertentes são predominantemente retilíneas ou côncavas, com escarpas acentuadas, e os topos das cristas são alinhados, podendo ser aguçados ou suavemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. O sistema de drenagem principal está em estágio avançado de entalhamento. Predominam processos morfogenéticos, resultando em solos rasos em terrenos acidentados, frequentemente com elevada suscetibilidade à erosão. Comumente, observam-se processos de erosão laminar e movimentos de massa, com depósitos de tálus e colúvios nas baixas vertentes. A amplitude de relevo excede 300 metros, podendo apresentar variações locais de altimetria inferiores a 200 metros, e as inclinações das vertentes variam de 25° a 45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60° a 90°).

As escarpas serranas degradadas são de menor altura e mais recuadas em relação às escarpas frontais, devido a um processo mais intensivo de erosão e denudação. Esse fenômeno ocorre no reverso ocidental da Ibiapaba, entre uma superfície com poucas variações topográficas e outra com expressivas flutuações altimétricas.

As Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas são caracterizadas por superfícies levemente onduladas, resultantes do arrasamento geral dos terrenos e subsequente reativação erosiva, ocasionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente. Essas superfícies integram as grandes depressões interplanálticas do Brasil (figura 4). A amplitude do relevo varia entre 10 e 30 metros, enquanto a inclinação das vertentes oscila entre 0° e 5°.

Figura 4 - Vista panorâmica da superfície aplainada e em vermelho destaca o domínio montanhoso



Fonte: os autores, 2025

As Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta (leques aluviais, rampas de colúvio e de tálus) são caracterizadas por zonas de acumulação ativa. Os cones de tálus consistem em superfícies deposicionais inclinadas, compostas por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, ricos em blocos e mal selecionados, e ocorrem nos sopés de vertentes íngremes em terrenos montanhosos, apresentando baixa capacidade de suporte. As rampas de colúvio são também superfícies deposicionais inclinadas, formadas por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, mal selecionados, que se interdigitam com depósitos quase planos das planícies aluviais. Essas rampas são comuns nas encostas baixas de ambientes colinosos ou morros. A amplitude do relevo varia conforme a extensão do depósito na encosta, com inclinações que variam de 5° a 20° nas rampas de colúvio e de 20° a 45° nos cones de tálus.

As diferentes feições geomorfológicas descritas evidenciam a complexidade e a diversidade do relevo observado na área de estudo. Cada uma dessas unidades apresenta características únicas, modeladas por processos geológicos e erosivos específicos, refletindo a dinâmica e os ciclos de transformação da paisagem ao longo do tempo. A combinação de fatores como a litologia, os processos de morfogênese, a ação da drenagem e a suscetibilidade à erosão contribuem para a formação de terrenos com diferentes amplitudes de relevo e variações nas inclinações das vertentes. Esses dados são fundamentais para compreender a evolução do relevo e as condições ambientais que influenciam as áreas de estudo, fornecendo subsídios importantes para futuras análises e intervenções na gestão ambiental e uso do solo.

CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO EM NÍVEIS TAXONÔMICOS NO MUNICÍPIO DE TIANGUÁ, CEARÁ

Neste capítulo, será apresentado o mapeamento taxonômico elaborado com base na metodologia proposta por Ross (1992), correspondendo ao objetivo principal da presente pesquisa: a popularização do conhecimento geomorfológico. Com a finalidade de proporcionar uma análise mais detalhada e favorecer a compreensão por parte do leitor, a organização do

capítulo ocorrerá por meio da divisão em seções, contemplando de forma específica cada táxon identificado.

No que se refere ao mapeamento, destaca-se que as escalas cartográficas adotadas variam entre 1:150.000 e 1:200.000. Ressalta-se, ainda, que as principais figuras produzidas estão limitadas aos formatos A4 e A3, em orientação paisagem, seguindo os parâmetros de formatação estabelecidos.

Primeiro Táxon – Unidades Morfoestruturais: Escudos e Maciços Antigos e Bacia Sedimentar do Parnaíba

As formações morfoestruturais estão ligadas à base rochosa, que, sob a ótica da Geologia, influencia diretamente os padrões do relevo em determinada localidade. Considerando essa perspectiva, o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) adotou as morfoesculturas como nível inicial de análise, uma vez que prioriza o relevo. Conforme descrito pelo IBGE (2009), as morfoestruturas se evidenciam em uma escala mais abrangente e orientam os processos relacionados à modelagem da superfície terrestre, tendo como fundamento a estrutura geológica, fortemente influenciada por fatores tectônicos e pelas propriedades das rochas. A interação desses componentes com as mudanças climáticas ocorridas ao longo das eras geológicas contribuiu para o surgimento de grandes unidades de relevo, que apresentam formas variadas, mas mantêm vínculos com sua base estrutural de origem.

Para a caracterização e delimitação adequada das unidades morfoestruturais, foram consideradas análises da topografia, representada pelo mapa hipsométrico (Mapa 8), e dos índices de declividade (Mapa 9). Esses dois elementos, que igualmente desempenham um papel essencial em toda a organização taxonômica, possibilitaram a identificação e interpretação das morfoestruturais, seguindo os procedimentos metodológicos adotados nesta investigação.

As unidades morfoestruturais identificadas na área de estudo correspondem aos Escudos e Maciços Antigos e à Bacia Sedimentar do Parnaíba (Mapa 10). Os Escudos e Maciços Antigos abrangem 17,42% da área analisada, conforme apresentado no quadro a seguir, situando-se a leste da Cuesta da Ibiapaba, no território do Médio Coreauá, integrante da Província Borborema. Segundo Souza (2000), essa unidade é constituída por rochas do embasamento cristalino, formadas no período Pré-Cambriano. De maneira mais detalhada, os Escudos e Maciços Antigos são compostos predominantemente por rochas magmáticas, cuja formação remonta, principalmente, às eras Proterozoica e Arqueozoica, também conhecidas como Era Pré-Cambriana ou Era Primitiva.

Quadro 4 - Área e percentual correspondente às Unidades Morfoestruturais (1º táxon) no município de Tianguá, Ceará.

Táxon	Área (km²)	Percentual (%)
Escudos e maciços antigos	158,461	17,42%
Bacia sedimentar do Parnaíba	751,392	82,58%
Total	909,853	100%

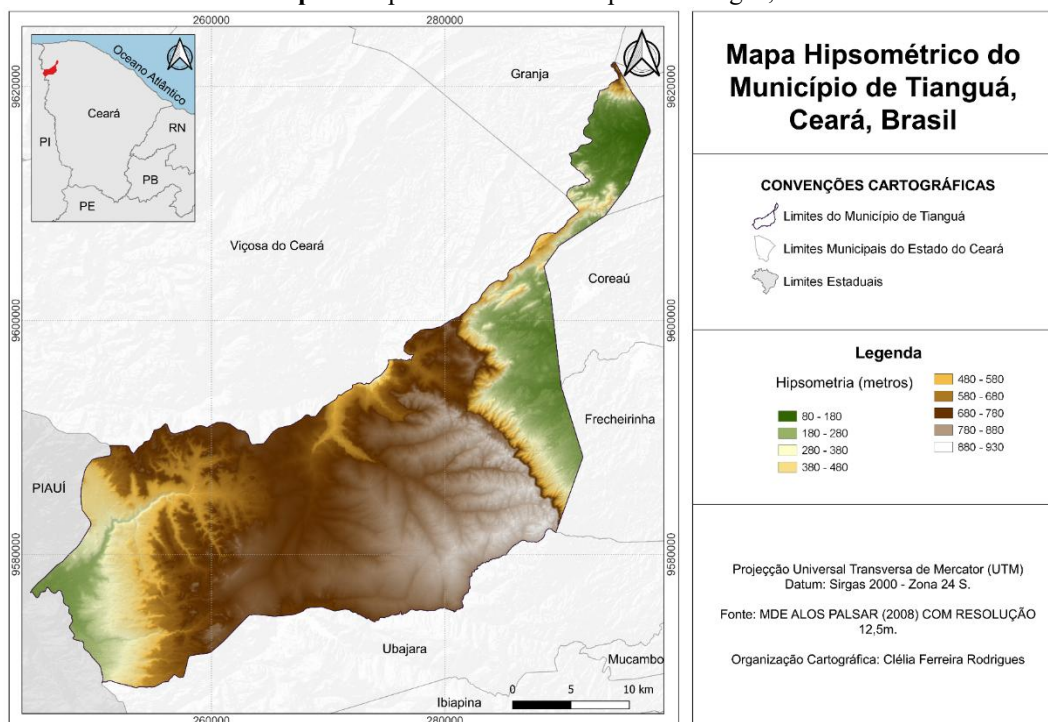
Fonte: Organizado por Rodrigues, 2025

A Bacia Sedimentar do Parnaíba compreende 82,58% da área analisada, estando associada ao Grupo Serra Grande (SSg), conforme indicado no mapa geológico do município. Segundo Vaz et al. (2007), essa bacia faz parte de um conjunto de grandes sinéclises formadas durante o período de estabilização da plataforma sul-americana, no Paleozoico. Sua extensão abrange os estados do Pará, Tocantins, Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí, sendo que o Maranhão e o Piauí apresentam as maiores proporções territoriais, com uma área aproximada de 600.000 km², conforme destacado por Almeida e Carneiro (2004).

A Bacia do Parnaíba possui forma elipsoidal arredondada e é considerada uma das principais bacias intracontinentais paleozoicas da América do Sul. Sua origem está relacionada a um processo de subsidência gradual, resultado da formação inicial de grábens em áreas de rifteamento, como descrevem Vaz et al. (2007).

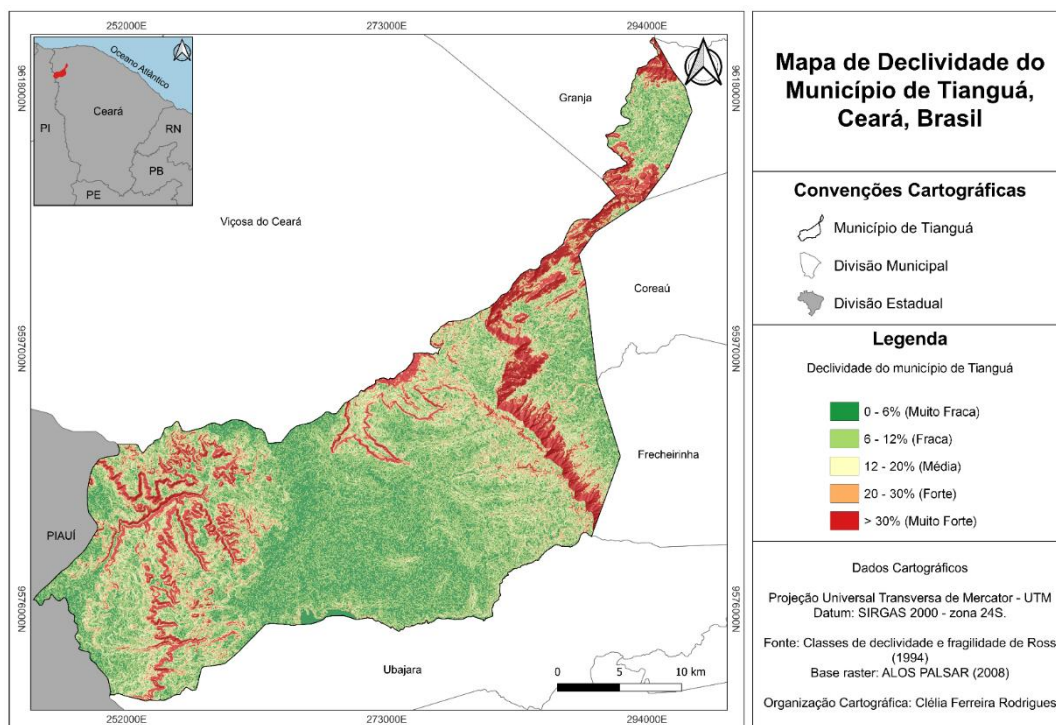
De acordo com Santos (2005), os grábens, ou rifteamentos, originaram-se em decorrência dos eventos tectônicos que ocorreram ao final do Ciclo Brasileiro, entre os períodos Cambriano e Ordoviciano. Essas estruturas possuem eixos com orientação predominante no sentido nordeste-sul. Ressalta-se que, em tempos geológicos passados, a Bacia do Parnaíba apresentava uma área de maior extensão, porém, ao longo dos processos evolutivos do relevo, essa superfície foi reduzida em função da erosão regressiva.

Mapa 8- Hipsometria do município de Tianguá, Ceará



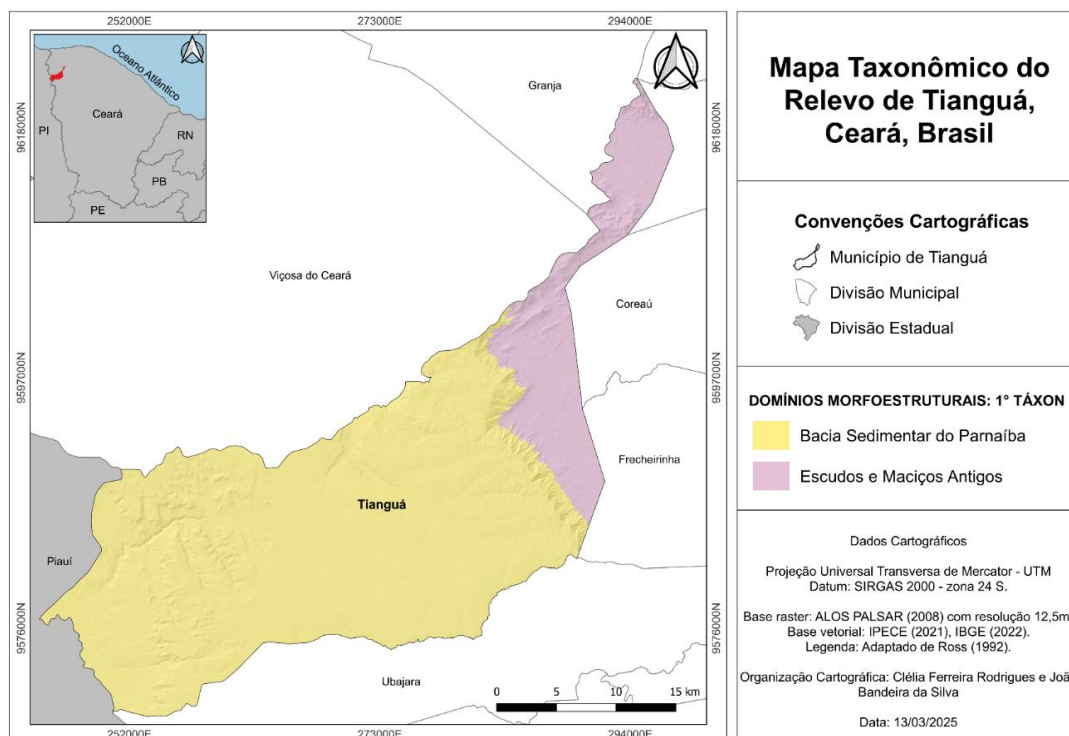
Fonte: Organização Rodrigues (2025), Fonte dos dados altimétricos ALOS PALSAR (2008)

Mapa 9 - Declividade do município de Tianguá, Ceará



Fonte: Organização Rodrigues (2025), Fonte dos dados altimétricos ALOS PALSAR (2008)

Mapa 10 – Primeiro Táxon do município de Tianguá, Ceará



Fonte: Organização por Rodrigues (2025), legenda construída a partir da metodologia de Ross (1992)

Segundo Táxon – Unidades Morfoesculturais: Depressão Monoclinal, Superfície sertaneja e Cuesta da Ibiapaba

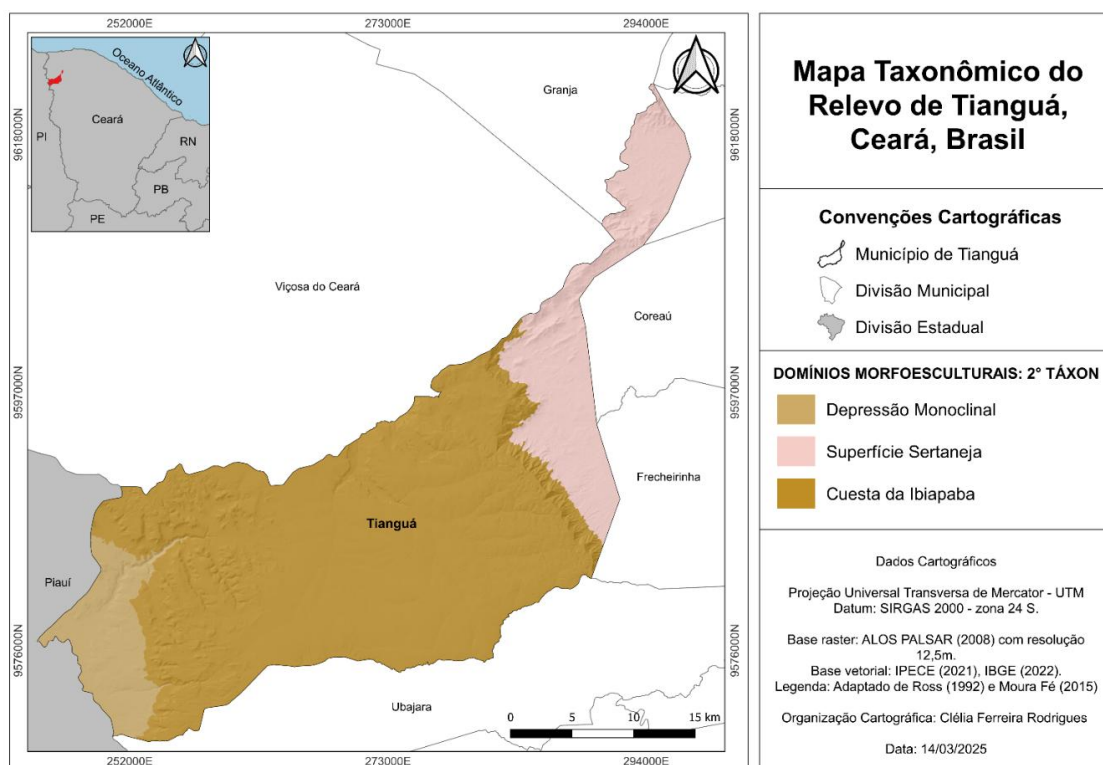
A classificação do segundo táxon, conforme a metodologia proposta por Ross (1992), refere-se às Unidades Morfoesculturais, cuja gênese está associada predominantemente aos processos erosivos ou denudacionais que ocorreram ao longo do Cenozóico. Na área em estudo, foram identificadas três Unidades Morfoesculturais principais: Depressão Monoclinal, Superfície Sertaneja e Planalto da Ibiapaba (Mapa 11), que ocupam, respectivamente, 8,63%, 17,42% e 73,95% da extensão territorial analisada (Quadro 4).

Quadro 5 - Área e percentual correspondente às Unidades Morfoesculturais (2º táxon) no município de Tianguá, Ceará.

Táxon	Área (km²)	Percentual (%)
Depressão Monoclinal	78,605	8,63%
Superfície Sertaneja	158,460	17,42%
Cuesta da Ibiapaba	672,788	73,95%
Total	909,853	100%

Fonte: Organizado por Rodrigues, 2025

Mapa 11 - Segundo Táxon do município de Tianguá, Ceará



Fonte: Organização por Rodrigues (2025), legenda construída a partir da metodologia de Ross (1992) e Souza (2000)

De acordo com Costa et al. (2020), a Superfície Sertaneja constitui uma extensa superfície de aplainamento situada sobre o embasamento cristalino, com altitudes que variam entre 50 e 400 metros.

Na literatura clássica, esse domínio morfoescultura é denominado Depressão Sertaneja, sendo descrita por Ab'Sáber (1974) como uma área de relevo suavemente ondulado, situada

nas adjacências dos maciços cristalinos. Essa configuração topográfica deve-se, em grande parte, à maior vulnerabilidade das rochas que constituem seu substrato geológico, o que favorece a formação de formas menos acidentadas, conforme ilustrado na Figura 5.

A segunda Unidade Morfoescultura identificada corresponde à Depressão Monoclinal, a qual integra a Bacia Sedimentar do Parnaíba e apresenta atributos característicos de unidades com origem sedimentar. A Depressão Monoclinal se evidencia pela predominância de processos erosivos mais intensos nas áreas limítrofes com o Planalto da Ibiapaba, alcançando altitudes em torno de 200 metros. Conforme ressalta Santos (2015), essa configuração altimétrica é comparável à observada na Depressão Sertaneja.

Conceitualmente, Cuesta da Ibiapaba é uma forma de relevo assimétrica, resultante da disposição alternada de camadas de rochas com diferentes resistências ao intemperismo e à erosão. Essas camadas se inclinam em uma única direção, formando, de um lado, uma encosta suave, e do outro, uma vertente mais inclinada. Como definem Guerra e Guerra (1997, p. 178), trata-se de uma “forma de relevo dissimétrica constituída por uma sucessão alternada das camadas com diferentes resistências ao desgaste e que se inclinam numa direção, formando um declive suave no reverso, e um corte abrupto ou íngreme na chamada frente de cuesta”.

Figura 5 - Vista panorâmica da Superfície Sertaneja e uma extensa área plana e suave



Fonte: Fonte: os autores, 2025

Segundo Meireles (2005), a estrutura da cuesta pode ser dividida em três partes principais: a frente (ou front), onde se encontra a cornija com declive acentuado, variando geralmente entre 25° e 30°; o topo, que é a parte mais elevada e relativamente plana (figura 6); e o reverso, caracterizado por uma inclinação mais suave, oposta à frente.

Figura 6 - Front da Ibiapaba com vista do Sítio do Bosco, Tianguá, Ceará



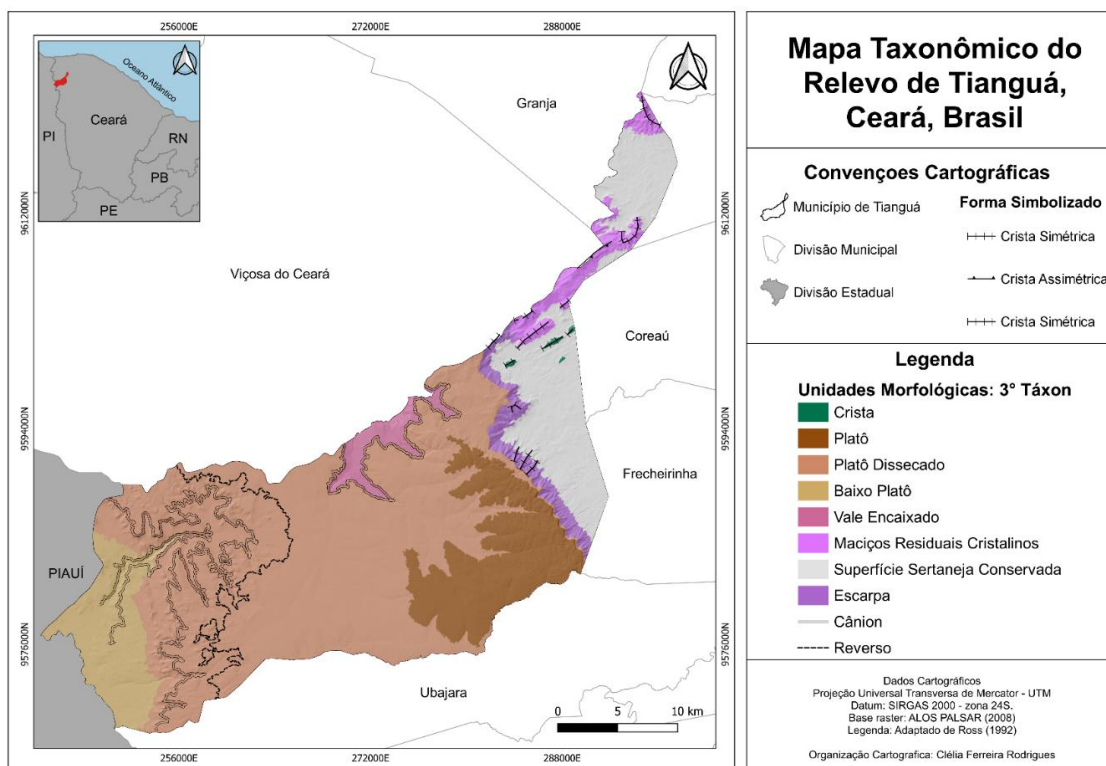
Fonte: os autores, 2025

Terceiro Táxon – Unidades Morfológicas: Cristas, Platô, Platô Dissecado, Baixo Platô, Vale Encaixado, Maciços Residuais Cristalinos, Superfície Sertaneja Conservada, Escarpa, Cânion e Reverso

Segundo Ross (1992), as Unidades Morfológicas representam formas do relevo que refletem características mais recentes da paisagem, moldadas por processos erosivos atuais, que ocorreram após aqueles responsáveis pela formação dos grandes planaltos e depressões. Essas unidades possuem áreas menores, são mais jovens em termos geológicos e sofrem uma intensa atuação de agentes erosivos, o que contribui para uma maior fragmentação do relevo. Esse conceito se aproxima do que Demek (1967) denominou como Tipos de Relevo, ao tratar de classificações baseadas na forma e nos processos atuantes mais recentes.

Na classificação do terceiro táxon da área de estudo, foram identificadas as seguintes Unidades Morfológicas: Cristas, Platô, Platô Dissecado, Baixo Platô, Vale Encaixado, Maciços Residuais Cristalinos, Superfície Sertaneja Conservada, Escarpa, Cânion e Reverso (Mapa 12). Tais unidades refletem a diversidade morfoestrutural da região, evidenciando diferentes níveis de dissecação e conservação do relevo, resultado da atuação conjunta de fatores litológicos, estruturais e climáticos ao longo do tempo geológico.

Mapa 12 - Terceiro Táxon do município de Tianguá, Ceará



Fonte: Organização por Rodrigues (2025), legenda construída a partir da metodologia de Ross (1992) e Souza (2000)

Superfície Sertaneja Conservada, Maciços Residuais Cristalinos e Cristas

A Superfície Sertaneja Conservada abrange aproximadamente 12,07% da área estudada e se caracteriza por relevo plano a suavemente ondulado, com dissecação moderada e drenagem em padrões dendríticos e subdendríticos, segundo Santos (2019). Os rios apresentam regime intermitente sazonal, condicionado ao clima semiárido, que tende a subúmido nos rebordos do planalto. Os solos predominantes são os Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, geralmente cobertos por vegetação de caatinga arbustiva e arbórea. Essa superfície ocorre em áreas com baixa declividade e pequena variação altimétrica, sendo descrita por alguns autores como composta por colinas suaves e formas dissecadas.

Próximo a essa superfície, destacam-se os Maciços Residuais Cristalinos (figura 7), que ocupam cerca de 5,2% da área estudada. Essas elevações montanhosas sobressaem-se em meio às áreas mais rebaixadas da Superfície Sertaneja, compondo o relevo regional com altitudes entre 600 e 1.100 metros (Brandão & Freitas, 2014). Considerados formas residuais de grande porte, os maciços resultam de processos de erosão diferencial, sendo formados por rochas mais resistentes, como granito e quartzito, em contraste com o embasamento cristalino mais suscetível à erosão nas áreas vizinhas. Esses elementos contribuem para a diversidade morfológica da paisagem e reforçam o contraste entre áreas aplainadas e formas elevadas.

Figura 7 - Panorama da Superfície Sertaneja Conservada com destaque para os Maciços Residuais Cristalinos



Fonte: os autores, 2025

Além dos Maciços, observa-se a presença de Cristas que, segundo Santos (2019), representam feições do relevo com maior resistência litológica frente ao processo contínuo de aplainamento típico da Superfície Sertaneja. Essas estruturas se destacam em áreas de maior declividade, onde a drenagem, encaixada no embasamento cristalino, mantém padrão dendrítico e regime sazonal intermitente. Assim como nas demais formas do relevo regional, o clima varia entre condições semiáridas e subúmidas, influenciando diretamente a dinâmica hidrológica e a formação dos solos. Predominam, nessas áreas, os Neossolos Litólicos, recobertos por vegetação de caatinga do tipo arbustivo-arbóreo, reforçando a continuidade ecológica e morfológica da paisagem sertaneja conservada.

No que se refere à morfologia das Cristas, o terceiro táxon analisado identifica dois tipos principais: Cristas Simétricas e Cristas Assimétricas. De acordo com o IBGE (2009), as Cristas Simétricas são feições residuais alongadas e isoladas, com vertentes de forte declividade e com inclinações semelhantes, formando linhas contínuas. Estas ocorrem principalmente em rochas metamórficas e intrusivas ou em outros tipos litológicos mais resistentes que os materiais ao redor.

Já as Cristas Assimétricas, também definidas pelo IBGE (2009), consistem em formas alongadas com encostas inclinadas acima de 30°, sendo que uma delas geralmente se apresenta como uma escarpa bem marcada. Esse tipo de relevo é mais frequente em rochas metamórficas ou em metassedimentos com estruturas dobradas e mergulhos subverticais, podendo surgir isoladamente ou agrupadas em feixes.

• **Platô, Platô Dissecado e Baixo Platô**

O Platô corresponde a aproximadamente 12,45% da área do município de Tianguá. Segundo Guerra e Guerra (2011), trata-se de uma área relativamente plana, situada em diferentes altitudes. Na Geomorfologia, o termo pode ser utilizado como sinônimo de superfície suavemente ondulada, formada pela ação da erosão ao longo do tempo. Dessa forma, é comum que o relevo do planalto apresente uma superfície bastante regular e pouco acidentada.

O Platô Dissecado ocupa aproximadamente 54,85% da área analisada. De acordo com Santos (2019), essa unidade é caracterizada por uma superfície levemente inclinada em direção

ao oeste, onde ocorrem cortes feitos por rios que seguem o relevo natural. A rede de drenagem apresenta um padrão paralelo, com vales formados pela ação contínua da água sobre a base rochosa, resultando em feições alongadas conhecidas como vales pedimentados.

Além do Platô Dissecado, que representa a maior parte da área estudada, também se destaca o Baixo Platô (figura 8), que corresponde a aproximadamente 8,6% do território de Tianguá. Segundo Guerra e Guerra (2011), essa unidade morfológica é formada por depósitos do período Pleistoceno. Santos (2019) a descreve como uma superfície aplainada, moldada pela ação de processos exodinâmicos, como a erosão e o intemperismo, sobre a estrutura geológica da sinéclise. As altitudes nessa região alcançam cerca de 300 metros, sendo comparáveis às da Depressão Sertaneja. O clima é semiárido, e os cursos d'água seguem um padrão de drenagem paralelo, com regime intermitente e sazonal, desaguardo no rio Parnaíba. O solo predominante é o Neossolo Quartzarênico, geralmente recoberto por vegetação típica do carrasco.

Figura 8 - Baixo Platô no município de Tianguá com a presença de colinas baixas



Fonte: Fonte: os autores, 2025

- **Escarpa**

As Escarpas são formas de relevo inclinadas e acidentadas que indicam a transição entre duas superfícies com altitudes distintas. De acordo com a CPRM (2021) elas costumam ocorrer em áreas de forte desnível e são frequentemente associadas à presença de sedimentos recentes, como colúvios e depósitos de tálus, formados por processos gravitacionais. Essas feições apresentam, em geral, grande amplitude topográfica, ou seja, uma diferença significativa de altitude em um espaço relativamente pequeno.

- **Vale Encaixado**

A forma de relevo conhecida como vale entalhado é marcada por feições bastante acidentadas, com predominância de declives acentuados e presença de escarpas rochosas verticais. Nessas áreas, observa-se uma drenagem fortemente incisiva, associada a grandes variações altimétricas e fortemente influenciada pelas estruturas geológicas. Normalmente, esse

tipo de relevo está relacionado a zonas com elevado potencial para deslizamentos e outros processos de instabilidade de encostas (Falcão Sobrinho et al., 2024).

- **Cânion**

De acordo com Guerra e Guerra (2008), os cânions são vales profundos e estreitos, encaixados no relevo, que se formam principalmente em áreas com rochas sedimentares dispostas quase horizontalmente. Ao longo desses vales escavados pela erosão, surgem degraus ou patamares. Os cânions podem ser compreendidos como grandes desfiladeiros, com forte declive entre o fundo do vale (talvegue) e o topo do planalto, podendo essa diferença atingir dezenas ou até centenas de metros. Suas encostas são bastante inclinadas, o que evidencia a predominância da erosão vertical na modelagem da paisagem.

- **Reverso**

O reverso corresponde ao divisor morfológico que delimita a transição entre o platô dissecado e o platô rebaixado. Conforme Santos (2019) em Tianguá o reverso caracteriza-se por apresentar superfícies com declividade suave voltadas para o oeste, esculpidas por cursos d'água consequentes. O sistema de drenagem exhibe padrão paralelo, com vales pedimentares bem definidos. Os rios possuem regime intermitente, com fluxo sazonal, e deságuam no rio Parnaíba. O clima predominante é semiárido, marcado por uma acentuada escassez de chuvas. Os solos mais comuns são os Neossolos Quartzarênicos, geralmente cobertos por vegetação típica conhecida como “carrasco”.

6.1.4. Quarto Táxon – Tipos de formas de relevo: Denudacional e Quinto Táxon – Tipos de vertentes: Aguçado, Côncavo, Tabular

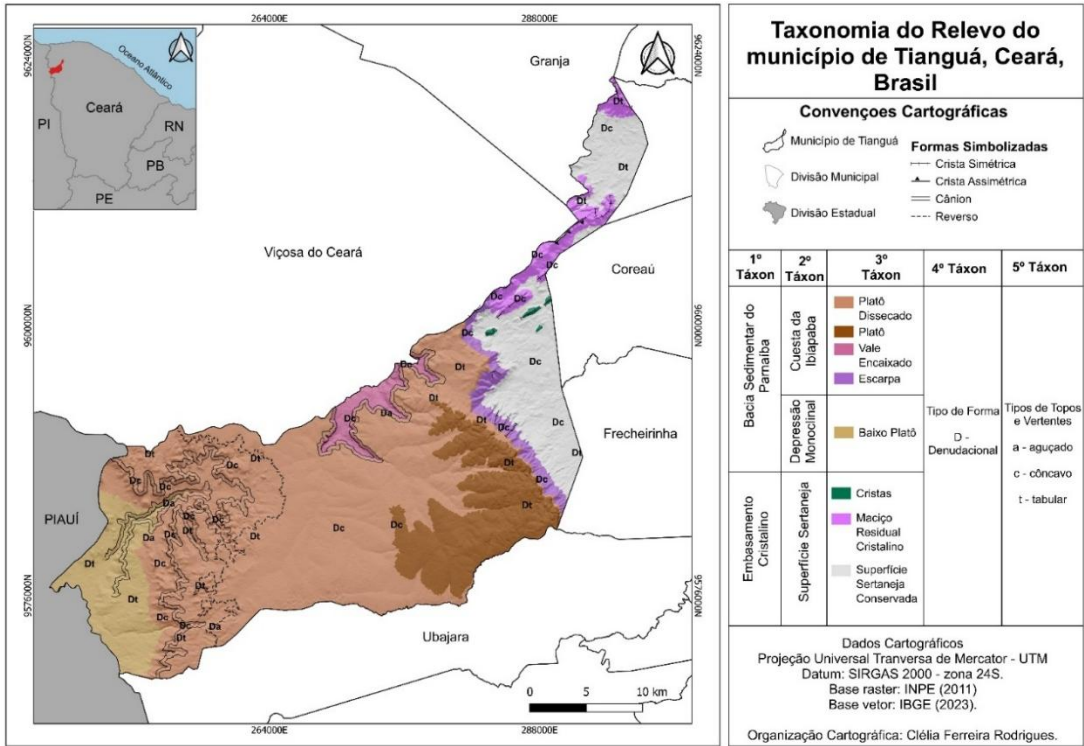
De acordo com Ross (1992), o quarto táxon refere-se aos padrões de formas individualizadas, caracterizados por atributos específicos de tamanho, declividade e morfologia. Nesse mesmo nível de detalhamento, o quarto táxon também abrange os tipos de formas de relevo, que podem ser agradacionais ou denudacionais. Conforme Barros (2014), as formas agradacionais resultam de processos de acumulação ou sedimentação, enquanto as formas denudacionais são produzidas pelo desgaste e pela erosão. Assim, enquanto os processos agradacionais constroem o relevo por meio da deposição de sedimentos, os processos denudacionais modelam as formas esculturais por meio da dissecação (Barros; Bandeira, 2020).

O quinto táxon, conforme definido por Ross (1992), corresponde aos tipos de vertentes presentes em cada forma de relevo. Esses setores, que podem ser convexos, retilíneos, planos, aguçados, abruptos ou côncavos, constituem as menores unidades do relevo. Por isso, são elementos de gênese mais recente e refletem processos atuantes em escalas temporais mais curtas.

No Mapa 13, observa-se que, na área de estudo, foram classificadas as unidades do quarto táxon, representadas pelos tipos de formas de relevo denudacionais, e as do quinto táxon, correspondentes aos tipos de vertentes, identificadas como aguçadas, côncavas e tabulares.

Mapa 13 - Quarto Táxon e Quinto Táxon do município de Tianguá, Ceará

Fonte:



357

Organização por Rodrigues (2025), legenda construída a partir da metodologia de Ross (1992)

Na figura 10 a seguir é possível observar a paisagem com os tipos de vertentes classificadas no mapa.

Figura 10 - Paisagem com destaque para o quinto táxon



Fonte: os autores, 2025

De acordo com Ross (1992), as vertentes podem apresentar diferentes perfis ao longo do relevo. A vertente côncava caracteriza-se por possuir uma curvatura voltada para o interior, na qual a inclinação diminui progressivamente em direção ao sopé. Esse perfil é comum em setores onde predominam processos de deposição ou redução de declividade, evidenciando uma concavidade ao longo do segmento da encosta. Já a vertente retilínea apresenta inclinação uniforme ao longo de seu perfil longitudinal, sem variações significativas na curvatura. Esse tipo de vertente pode estar associado a diferentes formas de topo, como o topo aguçado, marcado por um divisor de águas estreito e proeminente, ou o topo tabular, caracterizado por uma superfície mais plana. Apesar dessas variações no topo, o segmento retilíneo da vertente mantém sua declividade constante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento geomorfológico realizado no município de Tianguá, Ceará, possibilitou reconhecer e sistematizar a diversidade das formas de relevo presentes no território, evidenciando a estreita relação entre estrutura geológica, morfologia, processos de modelagem e organização da paisagem. A aplicação da Taxonomia do Relevo proposta por Ross (1992), associada à análise cartográfica, aos dados altimétricos e de declividade, ao uso de Modelo Digital de Elevação e à verificação em campo, permitiu uma leitura integrada das características geomorfológicas do município.

Os resultados demonstraram que o relevo de Tianguá está inserido em um contexto de significativa complexidade estrutural, marcado pela presença da Bacia Sedimentar do Parnaíba e dos Escudos e Maciços Antigos. Essa diferenciação estrutural repercute diretamente na organização das unidades morfoesculturais, destacando-se a Cuesta da Ibiapaba, a Superfície Sertaneja e a Depressão Monoclinal. A análise evidenciou, ainda, o contraste entre as áreas elevadas e suavemente inclinadas do planalto e os setores de maior declividade associados às escarpas, vales encaixados, cânions e demais formas de relevo.

A classificação taxonômica permitiu detalhar essa organização em diferentes níveis de análise. No terceiro táxon, foram identificadas dez unidades morfológicas, entre elas Cristas, Platô, Platô Dissecado, Baixo Platô, Vale Encaixado, Maciços Residuais Cristalinos, Superfície Sertaneja Conservada, Escarpa, Cânion e Reverso. No quarto e quinto táxons, foram reconhecidos tipos de formas de relevo denudacionais e diferentes tipos de vertentes, evidenciando que a paisagem geomorfológica de Tianguá é resultado da atuação conjunta de processos erosivos, características litológicas, estruturas geológicas, dinâmica da drenagem e condições climáticas.

Nesse sentido, o mapeamento demonstrou que a utilização da Taxonomia de Ross (1992) possibilita compreender o relevo de maneira hierarquizada, partindo das estruturas de maior abrangência até as formas e características das vertentes. A integração entre os dados geomorfométricos, a interpretação cartográfica e a atividade de campo mostrou-se fundamental para a identificação e validação das unidades mapeadas, reforçando a importância da articulação entre técnicas de geoprocessamento e interpretação geomorfológica.

Além de contribuir para o conhecimento científico da organização do relevo de Tianguá, o estudo apresenta potencial para a popularização do conhecimento geomorfológico e para sua utilização no ensino de Geografia. A representação das formas do relevo em diferentes níveis taxonômicos pode favorecer uma compreensão mais contextualizada da paisagem local, aproximando os conteúdos de Geomorfologia da realidade vivenciada pelos estudantes e possibilitando a articulação entre conhecimentos científicos e características do espaço geográfico municipal.

Dessa forma, conclui-se que a cartografia geomorfológica, associada à classificação taxonômica de Ross (1992), constitui importante instrumento para o reconhecimento, a sistematização e a interpretação da diversidade do relevo de Tianguá. Os resultados obtidos ampliam o conhecimento sobre a configuração geomorfológica do município e fornecem uma base para estudos posteriores relacionados à dinâmica da paisagem, ao uso e ocupação do território, à conservação ambiental e, especialmente, à elaboração de materiais didáticos voltados à compreensão do relevo e de suas relações com a sociedade e a natureza.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **A geomorfologia a serviço das pesquisas do quaternário.** Geomorfologia, 18, 1969.
- ALMEIDA, F. F. M. Geologia do Brasil. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. **Geologia do Brasil.** São Paulo: Beca, 2012. 900p.
- ABRAHAM, J. K.; GRIFFITHS, J. S. Factors affecting the use applied geomorphology maps to communicate with the different end-users. **Journal of Maps.** United Kington, 4:1, p. 201-210, 2008.
- BALATKA, B.; SLADEK, J. **Problem of the conception of the detailed geomorphological map.** In DEMEK, J. (ed) Progress made in geomorphological mapping. Brno: IGU Commission on Applied Geomorphology, p. 179-192, 1967.
- BANDEIRA, I. C. N. Geodiversidade da Ilha do Maranhão. In: BARROS, J. S.; BANDEIRA, I. C. N. (Org.). Geodiversidade da Ilha do Maranhão. Teresina: CPRM, 2020.
- BARROS, J. S.; BANDEIRA, I. C. N. (Org.). (2020) **Geodiversidade da Ilha do Maranhão.** Teresina: CPRM.
- BIZZI, A. L.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: Bacias Sedimentares Paleozóicas e Mesoceno-zóicas Interiores.** Brasília, CPRM, 2003. 692p.
- BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. (Org.) Geodiversidade do estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2014. 214p.
- COSTA FALCÃO, C. L. C. A Teoria Geral dos Sistemas e o Entendimento dos Processos Erosivos em uma Bacia Hidrográfica. **Revista Equador**, v. 9, p. 21, 2020.
- 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, p. 1-79, abril de 2024.
- CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. Técnicas de Elaboração, Possibilidades e Restrições de Cartas Morfométricas na Gestão Ambiental. **Geografia**, Rio Claro – SP, v. 28, n. 3, p. 415-429, 2003.
- DANTAS, G. K. M. Estudo geomorfológico a partir do uso de sistema de informações geográficas (Landsat 8 e Topodata): um estudo de caso na sub-bacia do Riacho SantanaRN.

2016. 256f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

DEMEK, J. **Generalization of geomorphological maps**. In Progress Made in Geomorphological Mapping. Brno, 35-66, 1967.

FALCAO SOBRINHO, JOSÉ; FERNANDES, NAYANE BARROS SOUSA ; SILVA, J. B. . Roteiro metodológico para taxonomia, cartografia e mapeamento do relevo: diálogos entre a taxonomia de rosse o sistema brasileiro de classificação do relevo (SBCR). **Revista de Geomorfoogia - William Morris Davis**, v. 7, p. 171-210, 2026.

FALCÃO SOBRINHO, J.; CARVALHO, B. L. Relief cartography as a means of communication in geographic science. **International Journal Semiarid**, v. 6, p. 130-154, 2023.

FERNANDES, N. B. S.; FALCÃO SOBRINHO, J. Mapeamento taxonômico do relevo do município de Ubajara estabelecendo comparação com a proposição do sistema brasileiro de classificação do relevo (SBCR). **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 27, p. 1-42, 2025.

FERNANDES, N. B. S. ; FALCÃO SOBRINHO, JOSÉ . Mapeamento geomorfológico dos municípios de Guaraciaba do Norte e Carnaubal, no estado do Ceará, Brasil. **Revista Geografica de America Central (IMPRESSO)**, v. 70, p. 321-348, 2023.

FERNANDES, N. B. S.; FALCÃO SOBRINHO, J.; COSTA FALCÃO, C. L. Mapping And Physiographic Characterization of the Municipalities of Guaraciaba do Norte and Carnaubal, Ceará, Brazil. **International Journal Of Conservation Science**, v. 14, p. 350-365, 2023.

FALCÃO SOBRINHO, J. **Relevo e Paisagem: proposta metodológica**. Sobral: Sobral Gráfica, 2007.

FALCÃO SOBRINHO, J.; SOUSA, N. F.; COSTA FALCÃO, C. I. Patrimônio geomorfológico e identificação de potenciais geomorfossítios no município de Ubajara, CE /Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 10, p. 316-331, 2024.

FALCÃO SOBRINHO, J.; CORTEZ LIMA, E. EXPEDIÇÃO GEOGRÁFICA AO PLANALTO DA IBIAPABA. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 1-79, 2024.

FALCÃO SOBRINHO, J. **Relevo e Paisagem: proposta metodológica**. Sobral: Sobral Gráfica, 2007.

FLORENZANO, T. G. **Cartografia**. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, p. 105-128, 2008.

FLORES, D. M. Análise Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Balainho Suzano-SP. **Programa de Pós-Graduação em Geografia Física – FFLCH – USP**, São Paulo, 2012.

GOMES, M. R. M.; FALCÃO SOBRINHO, JOSÉ ; VITAL, S. R. O. Mapeamento taxonômico e a relação entre o relevo e os processos erosivos na sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras, Ceará/Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 17, p. 90-111, 2023.

GUERRA, A. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GRIFFITHS, J. S.; ABRAHAM, J. K. Factors affecting the use applied geomorphology maps to communicate with the different end-users. **Journal of Maps**. United Kington, 4:1, p. 201-210, 2008.

HACKSPACHER, P. C; SOARES, J. W; PETTA, R. A. **Geologia do grupo Ubajara** — região de Frecheirinha (CE). Belém, Pará, 1988, V.6, P. 2661-2677.

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

KOHLER, H. C. A Escala na Análise Geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo, ano 3, n. 1, p. 21-31, 2002.

LEMES, D. P.; PIRES, C. A. F. Classificação Geomorfológica do Município de Quaraí-RS e as Áreas de Ocorrência Mineral. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 197-208, 2009.

LIMA, E. C. Expedição ao Planalto da Ibiapaba. In: FALCÃO SOBRINHO, J.; LIMA, E. C. Expedição Geográfica ao Planalto da Ibiapaba. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 5, n. 1, p. 1-79, 2024.

LOPES, M. V. R.; FALCÃO SOBRINHO, J. Unidades geomorfológicas e fragilidade ambiental no planalto da ibiapaba: abordagem taxonômica do relevo e a susceptibilidade à erosão no município de São Benedito, Ceará/Brasi. **Revista Internacional de Direito Ambiental**, v. 17, p. 232-256, 2025.

MACHADO, M. F. Geodiversidade do estado de Minas Gerais / Organização Marcelly Ferreira Marchado e Sandra Fernandes da Silva. — Belo Horizonte: **CPRM**, 2010.

MEIRELES, A. J. A. **As unidades morfo-estruturais do estado do Ceará**. In: SILVA, J. B. et al. (Org.). Ceará: um novo olhar geográfico. Fortaleza: edições Demócrito Rocha, 2005.

MENDES, I. A. **Técnicas de Elaboração, Possibilidades e Restrições de Cartas Morfométricas na Gestão Ambiental**. In: CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. Geografia, Rio Claro – SP, v. 28, n. 3, p. 415-429, 2003.

MONECHE, M. S. F. **A Perspectiva Geomorfológica: Subsídios a análise ambiental**. Monografia (departamento de Geografia), Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2009. 84p.

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.

NASCIMENTO, Raquel Landim; SOBRINHO, José Falcão. **Cartilha educativa como recurso didático no ensino da geodiversidade do município de Jardim/CE**. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas*, Macapá, n. 15, p.

302-321, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/planeta>. Acesso em: 10 fev. 2025.

OLIVEIRA, H. C.; BASTOS, C. J. P. Musgos Pleurocárpicos da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 1, p. 193-204, 2010.

PEULVAST, J. P.; VANNEY, J. R. Géomorphologie Structurale: Relief et structure. Paris/Orléans: **Gordon and Breach** et BRGM, 1, 505, 2001.

PEREIRA, E. et al. **Evolução das sinéclises paleozóicas: Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná**. In: HASUI, Y. et al. (Org.). Geologia do Brasil. São Paulo: Beca, p. 374-394, 2012.

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.

PIRES, C. A. F. Classificação Geomorfológica do Município de Quaraí-RS e as Áreas de Ocorrência Mineral. In: LEMES, D. P.; PIRES, C. A. F. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 197-208, 2009.

QUEIROZ, D. S. A cartografia geomorfológica de detalhe: uma proposta visando à multidisciplinaridade. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 7, n. 1-2, 2012.

RODRIGUES, C. F. **Mapeamento geomorfológico no município de Tianguá, Ceará e sua transposição didática: aplicações para o ensino de Geografia no contexto escolar**. Sobral, Ceará, 2026.

ROSS, J. L. S. O registro **cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. **Revista do Departamento de Geografia, FFLCH-USP**, n. 6. São Paulo, 1992.

SANTOS, F. L. A.; SOUZA, M. J. N. Caracterização Geoambiental do Planalto Cuestiforme da Ibiapaba - Ceará. **Revista GeoNorte**, v. 2, p. 301-309, 2012.

SILVA JÚNIOR, O. G da. et al. Folha Frecheirinha, SA.24-Y-C-VI: carta geológica - escala 1:100.000, Belém: **CPRM**, 2014. 1 mapa, colorido.

SILVA, J. B. et al. Ceará: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha.

SLADEK, J. Problem of the conception of the detailed geomorphological map. In: DEMEK, J. Progress made in geomorphological mapping. Brno: **IGU Commission on Applied Geomorphology**, p. 179-192, 1967.

SOUZA, M. J. N. **Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará**. In: **Revista de Geologia**. Fortaleza: v. 1, p. 73-91. Edições Universidade Federal do Ceará, 1988.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la géomorphologie**. Paris, Masson et Cie Editeurs. 1965.

VANNEY, J. R. **Géomorphologie Structurale: Relief et structure**. Paris/Orléans: Gordon and Breach et BRGM, 1, 505, 2001.

VALE, C. C. Teoria Geral do Sistema: Histórico e Correlações com a Geografia e o estudo da paisagem. **Entre Lugar**, v. 6, p. 85-108, 2012.