

O mapeamento geomorfológico como subsídio à gestão ambiental: estudo aplicado ao município de São Benedito, Ceará, Brasil

Geomorphological mapping as a tool for environmental management: a case study in the municipality of São Benedito, Ceará, Brazil

Maria Vitória Rodrigues Lopes¹ 

José Falcão Sobrinho² 

Palavras-chave

Mapeamento geomorfológico
Planejamento ambiental
Ordenamento territorial
Escala municipal
Análise ambiental

Resumo

Reconhecendo-se o a atual conjuntura global em relação as crises ocasionadas pelas mudanças climáticas, é visto no ordenamento territorial uma ferramenta com alto potencial na adaptação e mitigação do efeito de tais alterações nos elementos naturais, sendo essa também uma forma de evitar degradações no ambiente (Ross, 2006). O presente estudo, com finalidade de subsidiar o planejamento e ordenamento territorial de São Benedito, município localizado no planalto da Ibiapaba, no estado do Ceará, realiza o mapeamento geomorfológico com base na metodologia de Ross (1992). Para isso são feitas consultas a mapeamentos climáticos, pedológicos, geológicos, correlação a dados do último censo demográfico e analisadas as formas e os tipos de uso e ocupação através de visitas a campo. Para o município foram mapeadas seis unidades de padrões de formas semelhantes onde se distinguiram dezenas de tipos de formas com variação entre formas denudacionais, aplanamento e de agradação. Através da especificação dos processos predominantes em cada unidade, detalhando características do relevo proporcionadas pelos processos atuantes buscou-se gerar conhecimento a respeito da diversidade geomorfológica no planalto da Ibiapaba e, sobretudo, subsidiar possíveis iniciativas de planejamento ambiental no município.

Keywords

Geomorphological mapping
Environmental planning
Land use planning
Municipal scale
Environmental analysis

Abstract

Recognizing the current global situation regarding the crises caused by climate change, land use planning is seen as a tool with high potential for adapting to and mitigating the effects of such changes on natural elements, as well as a way to prevent environmental degradation (Ross, 2006). This study, aimed at supporting the planning and land use planning of São Benedito, a municipality located on the Ibiapaba Plateau in the state of Ceará, conducts geomorphological mapping based on Ross's (1992) methodology. To this end, climatic, pedological, and geological mapping is consulted, correlated with data from the last demographic census, and the forms and types of land use and occupation are analyzed through field visits. Six units with similar landform patterns were mapped for the municipality, distinguishing sixteen landform types, varying among denudational, flattened, and aggradational forms. By specifying the predominant processes in each unit, detailing relief characteristics provided by the active processes, we sought to generate knowledge about the geomorphological diversity on the Ibiapaba plateau and, above all, to support possible environmental planning initiatives in the municipality.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a questão ambiental assumiu um lugar central nas agendas científicas, políticas e sociais, consolidando-se como um dos maiores desafios contemporâneos. Desde o relatório “Nosso Futuro Comum” (ONU, 1987), produzido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a humanidade vem sendo alertada acerca das consequências do modelo de desenvolvimento pautado na exploração intensiva dos recursos naturais. Se, até meados dos anos 2000, os discursos enfatizavam as consequências futuras desse processo, na atualidade o tempo verbal se transformou: já não se fala apenas no que pode vir a ocorrer, mas no que está acontecendo de forma concreta, perceptível e desigual entre os diferentes grupos sociais e regiões do planeta.

A crise ambiental global se manifesta em múltiplas escalas, sendo ao mesmo tempo planetária e local. No semiárido nordestino, essa condição adquire contornos ainda mais agudos, em virtude da fragilidade ecológica e da vulnerabilidade socioeconômica das populações. Processos como a desertificação, a perda de biodiversidade, a redução da disponibilidade hídrica e as mudanças nos regimes pluviométricos se sobrepõem a contextos históricos de desigualdade, tornando as sociedades locais mais suscetíveis aos impactos socioambientais. Nesse sentido, a compreensão integrada da paisagem e de seus elementos estruturantes é condição indispensável para a formulação de políticas públicas que visem tanto à mitigação quanto à adaptação diante das mudanças ambientais.

No Brasil, o arcabouço legal prevê instrumentos voltados para o ordenamento e a gestão do território, entre os quais se destacam o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) e os Planos de Recursos Hídricos (PRH). Ambos buscam organizar as formas de uso e ocupação, considerando os limites ecológicos dos sistemas naturais e as demandas sociais por desenvolvimento. A eficácia desses instrumentos, no entanto, depende da produção de informações qualificadas sobre a base física do território, o que inclui, de forma central, o relevo.

O relevo, elemento fundamental da paisagem, não apenas condiciona os fluxos de água, energia e matéria, mas também organiza a distribuição de solos, vegetação e formas de ocupação humana (Falcão Sobrinho, 2025a). Conforme defendem Abreu (1985) e Ross (1992, 1994), o relevo pode ser compreendido como o elemento que articula materialmente todos os

outros componentes do sistema ambiental, assumindo um papel integrador entre as dimensões naturais e sociais. Nesse sentido, a geomorfologia aplicada constitui-se como campo do conhecimento capaz de oferecer suporte direto ao planejamento ambiental e territorial.

O mapeamento geomorfológico destaca-se nesse processo por possibilitar a identificação e a representação cartográfica de formas, padrões e processos do relevo em diferentes níveis de detalhe. Mais do que um produto cartográfico, trata-se de um instrumento analítico, pois permite compreender as relações entre processos naturais, estrutura litológica, dinâmica climática e transformações antrópicas. No Brasil, metodologias como a proposta por Ross (1992) estabeleceram referenciais multiescalares, possibilitando desde a compartimentação de grandes unidades morfoestruturais até a identificação de tipos específicos de formas em escalas locais. Esse avanço metodológico consolidou o relevo como um parâmetro fundamental para estudos de fragilidade ambiental, vulnerabilidade à denudação e delimitação de unidades geoambientais.

Ao longo das últimas décadas, a cartografia geomorfológica brasileira também dialogou com influências internacionais, em especial com a tradição alemã e com os trabalhos de Ab'Saber (1969), que consolidaram uma leitura integrada entre estrutura, forma e processo. A partir disso, a geomorfologia brasileira incorporou a perspectiva sistêmica, em que os sistemas ambientais são concebidos como unidades dinâmicas, integradas por múltiplos elementos em interação contínua. Tal perspectiva, conforme destacam Souza *et al.* (2009) e Ross; Fierz (2017), torna-se particularmente útil no enfrentamento dos problemas ambientais atuais, pois permite compreender a complexidade e a interdependência entre sociedade e natureza.

No estado do Ceará, os estudos geomorfológicos avançaram sobretudo em escalas regionais, com destaque para o Planalto da Ibiapaba (Falcão Sobrinho; Lima, 2024a), unidade paisagística de grande relevância ecológica e socioeconômica. Investigado desde os trabalhos clássicos de Ab'Saber (1949), o planalto apresenta características singulares: escarpas íngremes, litologia diversificada, processos circundenudacionais e forte influência climática. Tais aspectos lhe conferem o status de “paisagem de exceção” em relação ao sertão circundante. Entretanto, embora haja uma tradição de estudos regionais, constata-se ainda a escassez de pesquisas em escala municipal,

particularmente no que se refere ao mapeamento geomorfológico detalhado.

É nesse contexto que se insere o município de São Benedito, localizado no topo do planalto da Ibiapaba o qual vem sendo alvo de diversos estudos (Falcão Sobrinho; Lima, 2024a; Falcão Sobrinho *et al.*, 2024b; Fernandes; Falcão Sobrinho, 2025a; Fernandes *et al.*, 2025b; Fernandes *et al.*, 2023b; Carvalho, *et al.*, 2022). O município tem experimentado crescimento populacional significativo nas últimas décadas, como apontam os dados do IBGE (2021), o que implica maior pressão sobre os recursos naturais. O avanço da urbanização, a expansão agrícola e o aumento da demanda hídrica configuram novos desafios para a gestão ambiental, que demanda informações qualificadas sobre a base física do território. No entanto, a literatura aponta lacunas no conhecimento geomorfológico em escala local, o que dificulta a elaboração de estratégias eficazes de ordenamento e de gestão ambiental.

Dante dessa lacuna, o presente artigo, tem como objetivo principal realizar o mapeamento geomorfológico do município até o nível de tipos de formas, correspondente ao quarto táxon, através da metodologia de Ross (1992) e de suas adaptabilidades. Busca-se, com isso, oferecer subsídios técnicos e científicos para orientar práticas de gestão ambiental e territorial, contribuindo para uma relação mais equilibrada entre sociedade e natureza. Além do mapeamento, pretende-se identificar e discutir as potencialidades e limitações do relevo local para diferentes usos, de modo a integrar o conhecimento geomorfológico às demandas sociais por desenvolvimento sustentável.

Assim, a introdução deste trabalho situa a problemática ambiental em escala global e regional, evidencia a importância da geomorfologia como ciência aplicada e justifica a escolha do município de São Benedito como área de estudo. Acredita-se que os resultados aqui apresentados possam preencher lacunas do conhecimento e apoiar políticas de gestão ambiental mais justas e eficazes, reafirmando o papel do mapeamento geomorfológico como ferramenta de planejamento e de tomada de decisão.

MATERIAIS E MÉTODOS

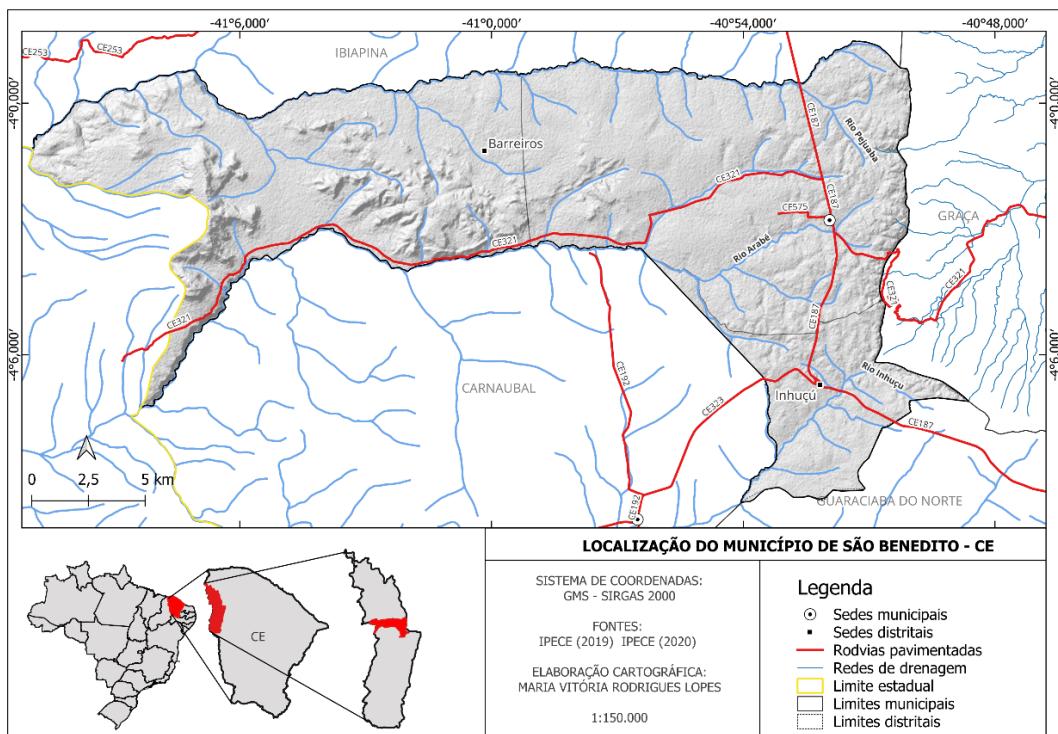
Neste tópico é feita uma abordagem um pouco mais detalhada a área de estudo utilizada como base empírica para efetuação desta pesquisa, sendo a malha municipal de São Benedito, Ceará, Brasil, e os materiais e métodos utilizados para elaboração dos resultados apresentados no trabalho, evidenciando também o embasamento metodológico adotado.

Área de estudo

A área de estudo encontra-se no noroeste do estado do Ceará (Figura 1), temos que litologicamente localiza-se em meio as camadas mais antigas da bacia sedimentar do Parnaíba, que se encontram à borda leste desta estrutura. Assim, o município em tela estende-se de leste a oeste, desde o front cuestiforme da Ibiapaba até o reverso com caiamento suave que se dá em direção ao Estado do Piauí (Fernandes; Falcão Sobrinho, 2023b). A sede do município possui as coordenadas 4° 02' 56" S e 40° 51' 54" O, a malha municipal inclui também outros dois centros populacionais além da sede, podendo ser tal fato indício do nível de exploração dos recursos naturais na área existente, denunciando um certo nível de povoamento ao longo do município, o que reforça o caráter desta pesquisa como subsidiária ao planejamento e gestão territorial necessários ao desempenho eficiente das atividades e usos/ocupações instalados.

Os aglomerados populacionais consistem na sede de São Benedito e sedes dos distritos de Barreiros e Inhuçu, havendo além de tais sedes também outras comunidades que constituem aglomerados menores com menor urbanização, como é o caso da comunidade Faveira que é localizada próximo às margens do rio Arabé, limite com o município de Carnaubal. Relacionando alguns elementos naturais e antrópicos temos que o distrito de Barreiros localiza-se inteiramente na vertente à sotavento, predominando assim uma dinâmica pluviométrica semelhante a existente no domínio dos sertões, enquanto isso os o distrito-sede e Inhuçu, localizando-se no topo imediato do planalto, ocupam o setor mais úmido, compondo a vertente a barlavento, onde encontram-se as maiores médias pluviométricas do município.

Figura 1 – Mapa de localização do município de São Benedito



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

As mais significativas drenagens deste território originam-se em sua vertente úmida, havendo dois principais eixos, o primeiro que se dá em direção leste, constituindo drenagens obsequentes que vão em direção as bacias do estado do Ceará, precisamente a bacia do Acaraú, e outro para oeste, sendo as drenagens subsequentes, que compõem a bacia do rio Parnaíba. Observando-se o relevo sombreado (Figura 1) é possível visualizar que no município são existentes expressivas variação da dissecação, ocasionando conjuntos de diferentes formas, o que dá margem para a identificação de variados tipos de unidades geomorfológicas, as quais indicarão as principais características de processos de uma determinada zona, indícios que vão ao encontro de tais abstrações são dados também pelo levantamento geomorfológico realizado ainda durante o projeto Radambrasil (1981), que mostra uma variação de padrões e tipos de formas para a área em tela. Tais informações sistematizadas no mapeamento multiescalar convergem ao objetivo de subsidiar o planejamento ambiental e territorial a partir da aferição sobre as dinâmicas existentes em cada recorte do mapeamento geomorfológico.

METOLOGIA

É de suma importância frisar o fato de o presente trabalho ser organizado a partir da classificação do relevo em táxons, baseando-se em Ross (1992) para o estabelecimento e mapeamento dos níveis do mapeamento temático de geomorfologia.

Assim, temos que a realização do trabalho se dá a partir de diferentes etapas que expressam os matérias e métodos utilizados: 1) pesquisa bibliográfica, onde é feita a busca por preceitos teóricos e práticos a respeito do mapeamento geomorfológico no Ceará e no Planalto da Ibiapaba; 2) Coleta de informações da espaciais e estatísticas da área, nesta etapa são consultados mapas geomorfológicos de órgãos oficiais, levantamentos pedológicos, pluviométricas, geológicos e de uso e cobertura, além de consulta ao último censo demográfico; 3) Análise dos materiais coletados em ambiente SIG com inserção de MDE, sendo esse o momento onde se estabelecem as primeiras compartimentações do relevo; 4) Confirmação e análise das informações em campo, fase realizada durante e posteriormente ao mapeamento geomorfológico, onde são verificadas as expressões das informações sistematizadas na paisagem, com realização de registros estratégicos.

Na classificação da área de estudo no primeiro nível, sendo a morfoestrutura, é utilizado o recorte referente as províncias estruturais brasileiras, sendo que cada província, nessa escala definida é entendida como uma unidade morfoestrutural. Para a extensão do município de São Benedito o segundo nível do mapeamento geomorfológico, sendo a morfoescultura, é obtido a partir de aspectos morfométricos como a altitude, nesse nível, a definição de intervalos que indicam a transição de morfoesculturas foi baseado em observações de campo juntamente a análise de Modelo Digital de Elevação (MDE) e modelos 3D, assim como parâmetros e descrições realizadas por outros autores que dissertam e/ou definem as unidades morfoesculturais da Ibiapaba e seu entorno. Assim, temos que o primeiro táxon, no caso específico da referida área de estudo, é caracterizado pela inserção em um só polígono, notando-se que nesse nível não há variações no interior da extensão municipal, iniciando-se tais diversificações apenas no segundo nível.

Para o mapeamento geomorfológico nos níveis onde se faz evidente o impacto da hipsometria, sendo o segundo e terceiro táxon, é utilizada a classificação altimétrica do Modelo Digital de Elevação (MDE) ALOS PALSAR, ASF (2020) com resolução de 12,5 m. A classificação de intervalos de altitude, previamente definida com base na observação de campo para estabelecimento das unidades morfoesculturais, permite a identificação de áreas onde dominam

formas que se assemelham na extensão territorial do município de São Benedito. A identificação desses dois níveis se dá com base nos dados altimétricos devido a particularidades da disposição e evolução dos padrões presentes no planalto da Ibiapaba, assim como mostra Santos (2022), tal classificação é realizada a partir da ferramenta *r. reclass* presente no pacote *grass* da plataforma Qgis versão 3.30 (2023).

Para uso da ferramenta é necessário elaborar uma expressão em linguagem de programação, a expressão consiste em estabelecer intervalos de valores altimétricos, onde o comando “*thru*” tem função de “até”, definindo o intervalo, e o símbolo matemático de igualdade atribui o valor da classe, forma pela qual a aplicação compreende a distinção de classes. Posteriormente utiliza-se a ferramenta “*crivo*” para extrair polígonos não compatíveis com a escala de trabalho.

É importante ressaltar que os intervalos altimétricos cotados podem variar de acordo com as particularidades da área para a qual se aplica, por tal razão que o mapeamento geomorfológico, mesmo quando utiliza-se dos dados altimétricos, não constitui-se em um mapa hipsométrico, sendo no primeiro feitas observações a respeito da gênese e dos processos de formação pretéritos e atuais. Assim, temos no a tabela 1 um resumo de materiais utilizados no mapeamento geomorfológico aplicado ao município de São Benedito.

Tabela 1 - Materiais utilizados no mapeamento geomorfológico aplicado ao município de São Benedito

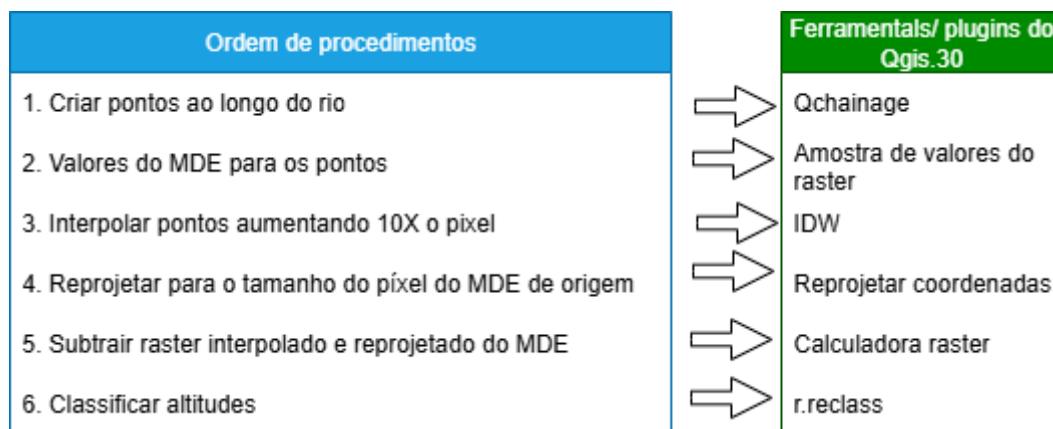
Táxon	Material	Atributos	Intervalos (m)
1 - Morfoestrutura	Províncias geológicas	Bacia do Parnaíba	
2 – Morfoescultura	MDE – ALOS PALSAR	Nível dos rios principais	> 2
		Hipsometria	< 200
			200 – 550
			550 <
3 – Padrões de formas	MDE – ALOS PALSAR	Hipsometria	< 200
			200 - 350
			350 - 550
			550 - 840
			840 <
4 – Tipos de formas	Cartas geomorfológicas – AS24 e SB24	Formas	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Salienta-se que os intervalos aqui utilizados podem não se adequar a todo o planalto da Ibiapaba, cabendo a cada estudo de caso observações à campo e de materiais variados que denunciam o estabelecimento de limites entre as referidas unidades. No caso dos táxons onde se

utiliza a hipsometria como atributo de classificação, após definidas as unidades, busca-se atribuir a estas nomenclaturas adequadas as suas características e que tragam informações referentes ao táxon correspondente, seguindo o que estabelece Ross (1992).

Figura 2 – Fluxograma de procedimentos e ferramentas para mapeamento de planícies de inundação



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Assim como para as outras unidades do segundo e terceiro táxon, as áreas de planícies fluviais também têm seu intervalo altimétrico definido a partir de observações em campo, no entanto a classificação se dá a partir de outro atributo, como mostra o tabela 1, sendo este o nível de base dos rios principais, onde se processa o MDE no SIG de forma que o talvegue do rio passa a ter altitude zerada, sendo possível classificar altimetrias a partir da linha de referência do talvegue dos rios em questão. Para realização desse processo é necessário possuir um MDE e a forma linear do percurso do rio, o fluxograma da figura 2 demonstra o passo-a-passos aplicado para cada rio principal.

Como mostra o tabela 1, para a identificação das unidades correspondentes aos tipos de formas optou-se por realizar adaptações entre os padrões de formas semelhantes identificados a partir dos procedimentos aqui expostos, e o mapa de geomorfologia das folhas SA24-Fortaleza e SB24 – Jaguaribe pertencentes a coleção do IBGE e acessadas através da plataforma INDE, embora tal mapeamento tenha sido realizado na escala de 1:250.000, verificou-se que para o município de São Benedito os tipos de forma mapeados em muito coincidem com os identificados através da aplicação dos procedimentos técnicos de Tinós *et al* (2014) para a área em foco, com a vantagem de trazer limites mais claros entre os diferentes tipos de relevo.

A cartografia geomorfológica aplicada a São Benedito como subsídio ao ordenamento territorial

Além de essencial ao planejamento e ordenamento territorial (Ross, 1990) o conhecimento acerca da disposição das formas superficiais também atende a uma demanda necessária a estudos e relatórios de impactos ambientais, como mostram Aguiar *et al* (2019), que dão ênfase a impescindibilidade de uma análise geomorfológica detalhada e prévia a execução de empreendimentos, evidenciando sua função em evitar os impactos ambientais negativos de atividades que alteram as características dos elementos naturais. Dessa forma, o presente trabalho apresenta informações que podem tanto servir a iniciativas da gestão pública municipal, como a estudos de impacto ambiental que são obrigatórios para a instalação de possíveis empreendimentos.

Tal finalidade se torna mais notória a partir de um olhar acerca do histórico do desenvolvimento dos estudos geomorfológicos no Brasil, apresentando, desde a década de quarenta o envolvimento e iniciativas de instituições públicas federais, sendo a necessidade de maior conhecimento do relevo brasileiro também motivadora do projeto Radambrasil (Botelho; Pelech, 2019), um marco na modernização e ampliação dos conhecimentos em relação aos elementos e recursos naturais do país. Atualmente tais conhecimentos têm sido ampliados para escalas estaduais e municipais, visando suprir necessidades que se dão também nestas esferas da gestão pública, Aguiar *et al* (2019, p. 71) alegam que:

Os estudos de geologia e geomorfologia são essenciais para o entendimento do equilíbrio ecossistêmico das localidades,

pela especificidade morfoestrutural de cada local (Rodriguez; Silva, 2019) onde o enfoque sistêmico e a cartografia na questão ambiental permitem gerar tomadas de decisões fundamentais para a qualidade ambiental e social nos municípios.

Assim, pode-se inferir a elaboração da cartografia geomorfológica em âmbito municipal como essencial a gestão ambiental e territorial, subsidiando a consulta as suas potencialidades e fragilidades a partir do esboço da sua dinâmica presente em tais materiais. O fato de o mapeamento geomorfológico no Brasil enfrentar dificuldades em relação a sua padronização, havendo diversas metodologias, como mostram Botelho e Pelech (2019), torna ainda mais difícil a existência e elaboração de tal cartografia em escala adequada aos municípios, no entanto, é ressaltado pelos autores o fato de existirem apenas duas classificações multiescalares do relevo que foram aplicadas a todo o território nacional: a do IBGE (2009) e a de Ross (1992), sendo a segunda neste trabalho utilizada.

O primeiro e o segundo táxon do mapeamento geomorfológico

Como visto anteriormente, na metodologia de Ross (1992) é designada a morfoestrutura como primeiro táxon do mapeamento temático do relevo, esse nível da cartografia geomorfológica é estreitamente relacionado a geologia, a estrutura litológica do relevo, sendo conceituadas as unidades do primeiro táxon como aquelas que “[...] correspondem ao táxon maior e se definem pelos tipos genéticos de agrupamentos de litologias e seus arranjos

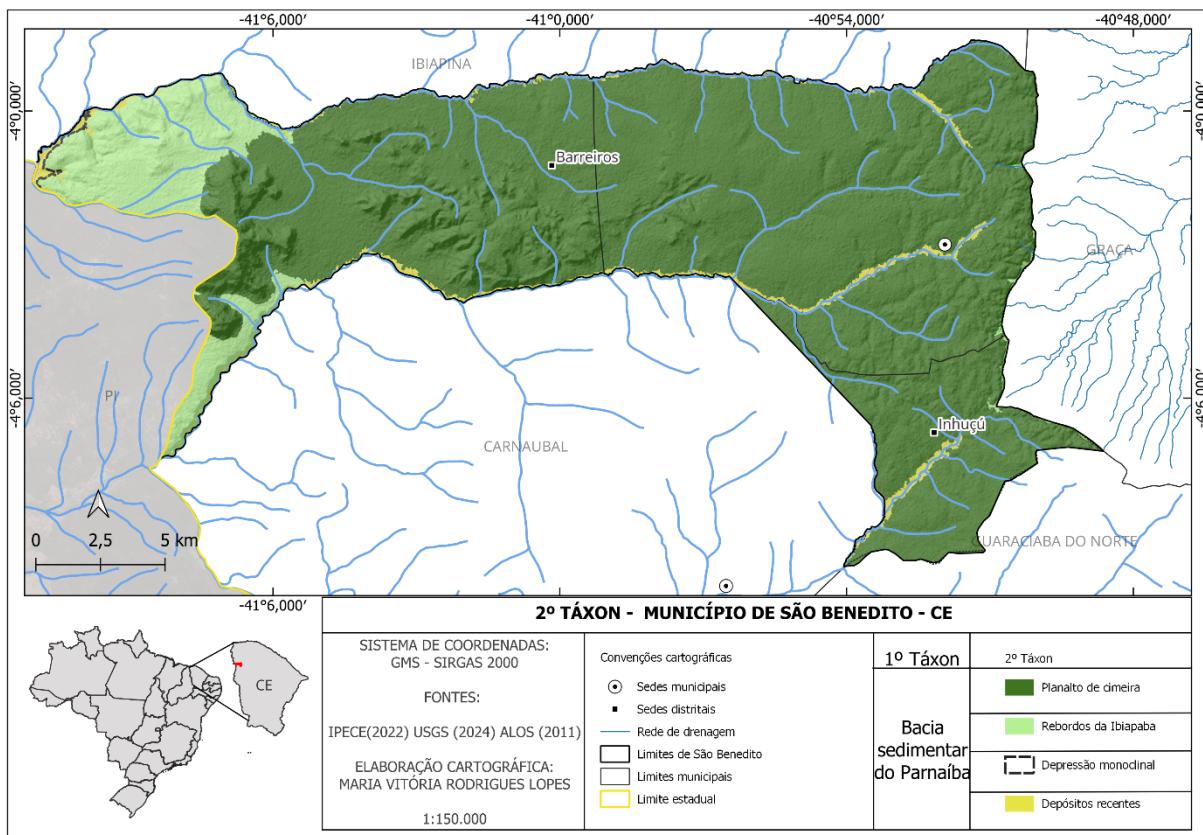
estruturais que determinam as formas do relevo [...]” (Ross, 1990, p. 67). Assim é dada a compreensão acerca dos reflexos dos processos endógenos, exógenos e evolução das paisagens a partir da descrição geomorfológica.

Como visto anteriormente e mostra o mapa da figura 3, a extensão municipal de São Benedito, localizado a noroeste do estado do Ceará, comprehende apenas uma província geológica, sendo a província da bacia do Parnaíba aquela que caracteriza o primeiro nível taxonômico na área de estudo, essa que se limita com a morfoestrutura do embasamento cristalino a leste. É observada a existência de diversos municípios que englobam o embasamento cristalino e a província Parnaíba, o que não é o caso de São Benedito já que este localiza-se inteiramente ao topo e reverso do planalto da Ibiapaba.

Temos que a bacia sedimentar do Parnaíba, da qual a Ibiapaba compõe sua borda leste, é uma bacia paleo-mesozoica, constituída por diferentes grupos litológicos, no entanto aflora no estado do Ceará apenas o grupo Serra Grande, este que constitui a deposição mais antiga da bacia, o que o torna, consequentemente, um grupo de litologias caracterizadas por sua resistência estrutural, que se dá pela maior coesão das partículas em relação a outras rochas sedimentares (Crepani et al, 2001).

Assim, é observado que quanto a morfoestrutura, se estabelece no território de São Benedito apenas a bacia sedimentar do Parnaíba, portanto, havendo no primeiro táxon a existência de apenas uma unidade - conforme mostra o mapa da figura 3, passando a existir diferenciação de unidades apenas a partir do segundo nível da classificação do relevo.

Figura 3 – Mapa do segundo táxon do mapeamento geomorfológico em São Benedito



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O planalto da Ibiapaba insere-se em meio a uma diversidade de morfoesculturas embasadas por uma das maiores bacias paleo-mesozóicas do Brasil. Ross *et al* (2023) acrescentam que essas bacias

[...] tiveram o fecho da sedimentação no cretáceo e ao longo do cenozoico foram soerguidas pela reativação tectônica colocando-as em níveis altimétricos variados, com arqueamento mais acentuado nas bordas. Na Amazônica Oriental as bordas atingem 400 metros nas partes mais elevadas, na bacia do Parnaíba as bordas mais elevadas estão entre 800 e 900 metros, enquanto nas bacias do Paraná e Parnaíba-Sanfranciscana as bordas estão entre 800 a 1.200 metros, podendo atingir 1.400 metros como no nordeste do Rio Grande do Sul e leste de Santa Catarina. (Ross *et al*, 2023, p. 100 – 101)

É notável que a permanência do planalto conforme as características descritas, se dá devido à resistência estrutural das camadas sedimentares, sendo observada uma alteração da robustez do paredão abrupto, que caracteriza a cornija da referida morfoescultura, que se dá de norte a sul, sendo a escarpa abrupta mais robusta à medida que encontra-se a sul, e mais erodida a norte, assim como afirma Souza (1988). Essa variação, é dada pela atuação

diferencial dos fatores exógenos e endógenos, Vitte (2009) afirma ter sido essa uma compreensão essencial para o entendimento da gênese e evolução dos relevos brasileiros.

Entende-se que a atuação de diferentes agentes em estrutura heterogênea e com intensidades variadas têm proporcionado, no planalto da Ibiapaba, uma variedade de morfoesculturas, padrões e tipos de formas, assim como mostra Santos; Nascimento (2019) que na construção de seu trabalho também compartimentam o relevo de Ubajara e Tianguá até o quarto nível da metodologia de Ross (1992). O segundo nível do mapeamento do mapeamento geomorfológico é caracterizado como aquele onde as unidades refletem a influência da variação de resistência da litologia em relação ao clima, atual e pretérito, assim, no planalto da Ibiapaba as unidades limitam-se ao planalto de cimeira, caracterizado pelo setor onde se mantêm as maiores altitudes com cimento topográfico suave; os rebordos, onde o relevo mostra-se com níveis de dissecação que se assemelham a borda leste do planalto; e a depressão monoclinal, setor da bacia do Parnaíba onde predominam características geomorfológicas e climáticas semelhantes a superfície sertaneja.

Encontrada em pequena parte da extensão municipal, a depressão monoclinal é caracterizada por Souza (2000) como a superfície de aplainamento da bacia do Parnaíba e é descrita como uma superfície ondulada que é interrompida pelo desenvolvimento de cuestas que se dão em direção ao eixo da bacia.

Os depósitos recentes se estabelecem em quase toda a extensão do município com direcionamento de leste a oeste, estes acompanham os principais canais de drenagem que pelo fluxo de água modelam novas feições, hora depósito, hora arraste de sedimentos, no entanto são nessas extensões que são identificados os mais recentes retrabalhados sedimentos. Presentes em alinhamentos que seguem por quase toda extensão municipal L-O, essas unidades possuem características singulares nos rebordos da Ibiapaba, o que se dá pela existência de declives mais acentuados nesse setor, com acentuadas quedas d'água, e consequentemente, predominância de processos erosivos, esses por sua vez geram paisagens que contrastam com os trechos localizados à montante.

O terceiro e quarto táxon da classificação do relevo de São Benedito

Na definição dos diferentes padrões e tipos de formas da área de estudo é onde são observadas relações mais estreitas com as características de umidade e vegetação, evidenciando-se mais claramente a estreita correlação do elemento geomorfológico aos outros componentes da paisagem, inclusive a influência do fator antrópico na conformação do relevo, sendo que a influência de tais fatores se maximiza a medida que se amplia a escala do mapeamento geomorfológico. Referente a esse contexto Peloggia (1997) aponta que as interferências antrópicas podem ser visíveis no mapeamento geomorfológico já a partir do quarto táxon,

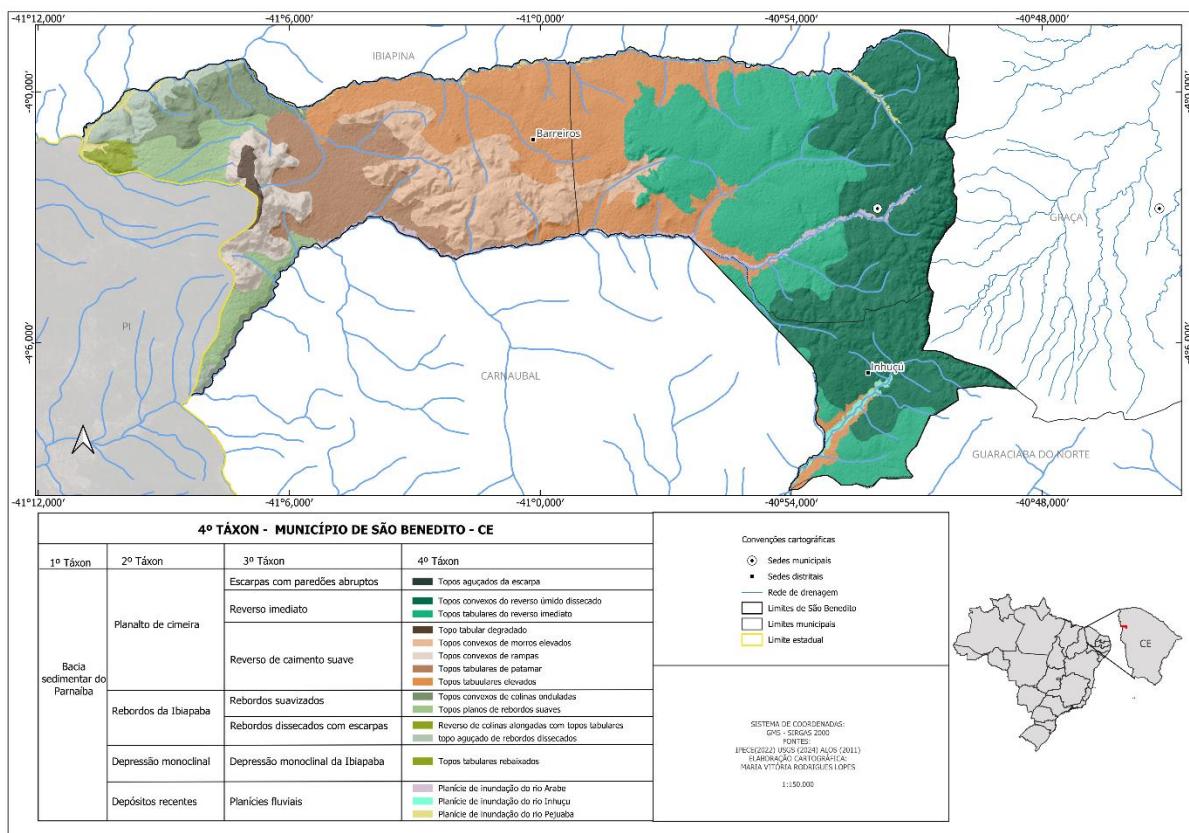
quando a influência humana se dá no relevo de forma mais intensa, causando uma série de riscos a integridade social.

As intensas transformações registradas por Peloggia (1997) não são encontradas em São Benedito, sendo essas mais comuns em grandes metrópoles, no entanto, o conhecimento da dinâmica nas diferentes unidades de padrões e de tipos de formas possui grande peso na elaboração do planejamento ambiental a partir da possibilidade de prospecção dos tipos de atividade que se adequam a tais unidades.

O desenvolvimento de estudos regionais já indicam algumas das unidades de padrões de formas semelhantes no planalto da Ibiapaba, como Souza (1988) que aponta a existência de setores, na Ibiapaba, com características de umidade e pluviometria contrastantes, tais diferenças refletem também nas características geomorfológicas, mostrando que a execução do mapeamento geomorfológico é essencialmente sistêmica, pois este, como ambos os elementos da natureza, influência e influenciado pela dinâmica de um conjuntos de elementos em interação, logo, para seu mapeamento em pelos menos um dos níveis propostos em Ross (1992), é necessário que se faça uma análise integrada. Dessa forma se consolida a máxima de Florenzano (2008) quando elucida que o mapeamento geomorfológico é tanto produto quanto elemento da análise ambiental integrada.

Assim, temos que para o planalto de cimeira e rebordos da Ibiapaba são destacados dois padrões de formas, enquanto que para a depressão monoclinal e para os depósitos recentes é identificada apenas uma em cada, totalizando seis diferentes padrões de formas (ver mapa da figura 4). Observa-se ainda que tais padrões de formas estabelecem-se em toda a Ibiapaba, variando sua proporção em cada recorte municipal.

Figura 4 – Mapeamento geomorfológico: quarto táxon em São Benedito



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Destacamos que os padrões identificados se assemelham aos encontrados nos trabalhos de Santos; Nascimento (2019) e Fernandes; Falcão Sobrinho (2025a), tal fato ocorre devido as respectivas áreas de estudo desses trabalhos também serem localizados na Ibiapaba setentrional, dominando assim semelhantes características geomorfológicas, florísticas e climáticas em determinados setores dos recortes levados em consideração. Os tipos de formas mapeados se semelham aos delimitados por Santos (2022).

Nascimento (2019), buscando-se destacar a classificação do relevo de forma decrescente é dado uma descrição um pouco mais aprofundada dos processos predominantes em tais formas, visando atender a uma demanda por tais conhecimentos em possíveis projetos de planejamento e análise ambiental.

Escarpa com paredões abruptos e seus tipos de formas

Dentre as unidades que se referem ao terceiro táxon, encontra-se a escarpa de paredões abruptos como a que se apresenta em menor percentual, chegando quase à invisibilidade a partir da escala adotada, ocupando apenas 0,20% da área de estudo de acordo com a divisão municipal do IBGE (2021), apesar da baixa abrangência espacial no limite municipal é de suma importância levar tal feição em consideração durante o processo de ordenamento territorial devido as fortes implicações que o ordenamento do território municipal tem na dinâmica e estabilidade desse setor.

Figura 5 – Escarpa da Ibiapaba em São Benedito



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nela se desenvolvem formas de dissecação diferencial aguçada, segundo o estabelecido no mapeamento de formas em escala 1:250.000 do IBGE, o que se dá devido à disposição das camadas sedimentares e ao processo de circundenuação corrente na escarpa do planalto, o qual é responsável pela manutenção do ângulo reto da mesma em seu primeiro setor, caracterizado pela presença da cornija (RADAMBRASIL, 1981).

No caso da área de estudo a escarpa marca o limite natural entre os municípios de São Benedito e Graça, e por esse motivo abrangendo apenas o setor de ângulo reto e não os setores de declividade menos abrupta, caracterizado pelos depósitos de talus. Devido a sua alta dissecação e declividade as áreas de escarpa e suas proximidades devem ser destinadas a atividades que possibilitem a permanência da vegetação nativa, visto a sua essencialidade na manutenção do equilíbrio em áreas muito declivosas.

O reverso imediato e seus tipos de formas

Essa unidade se destaca como aquela onde os níveis altimétricos permitem uma maior umidade, sendo uma área onde a vegetação diferencia-se por permanecer verdejante até

mesmo durante o segundo semestre do ano, período em que o restante do semiárido enfrenta uma escassez pluviométrica e de umidade no ar. Essa característica do reverso imediato, também nomeado em outros trabalhos como reverso úmido faz com que tal setor seja o mais densamente ocupado em ambos os municípios da Ibiapaba setentrional, e consequentemente, o mais explorado.

Contando com altitudes superiores a 850 m, o reverso imediato ocupa 162,32 km², correspondendo a 46,27% da malha municipal em estudo, dados que em termos de percentuais demonstram significativos contrastes ao comparar-se aos dados demográficos levantados pelo censo IBGE 2022 que, sobretudo, demonstram que 95,36% da população do município vive no setor úmido, ou seja, em um recorte menor que 50% do território, comprovando estatisticamente a forte ocupação, e consequentemente, exploração de seus elementos naturais, os dados citados encontram-se dispostos no tabela 2. Ressaltamos ainda que essa interpretação é feita pela extração dos dados demográficos, sendo utilizada para tais considerações a localização das sedes distritais e não propriamente a distribuição populacional ao longo dos recortes territoriais dos distritos.

Tabela 2 – Distribuição populacional a partir das unidades do relevo em São Benedito

Relevo			População		
Padrões formas	de	Área	Distrito	Habitantes	%
		Km ²			%
Escarpa com paredões abruptos	0,71	0,20	-	-	-
Reverso imediato	162,32	46,27	Sede	40 097	84,16
Reverso de caiamento suave	140,2	39,96	Inhuçu	5 336	11,20
Rebordos suavizados	27,59	7,86	Barreiros	2 207	4,63
Rebordos dissecados com escarpas	8,93	2,55	-	-	-
Depressão monocinal da Ibiapaba	0,89	0,25	-	-	-
Planícies fluviais	11,04	3,15			

Fonte: Organizado pelos autores com dados próprios e do IBGE (2021).

Os padrões de relevo do reverso imediato contemplam dois diferentes tipos de formas que se mostram intensamente explorados, onde é visível o forte desmatamento que abre espaço para áreas de cultivos variados, tanto na unidade onde as colinas mostram-se onduladas, como também na área onde predominam topos amplos e aplaniados, unidades que são visíveis no mapa da figura 4.

A unidade de dissecação convexa, responsável pela conformação de colinas onduladas, encontra-se imediatamente após à área de escarpa da Ibiapaba em São Benedito, o processo que se dá proporciona formas caracterizadas pela predominância de declividades na classe de 8 a 20°, sendo, portanto, um relevo predominantemente ondulado, onde existe uma forte densidade de drenagem, que se dá pelo entalhe de vales de diversos rios de primeira ordem, o que é comum em áreas de nascentes. A sede municipal e a sede do distrito de Inhuçu se estabelecem em área onde predomina esse tipo de formas, e por esse motivo sendo comum o corte de colinas no

processo de terraplanagem feito anteriormente a execução de construções, além de existirem ainda nesse setor áreas de risco proporcionadas pela ocupação inadequada de áreas muito declivosas, fato esse observado na sede do município.

O segundo tipo de forma de identificado no reverso imediato é a dissecação tabular, essa que origina um relevo prioritariamente suave ondulado, onde se dão colinas extensas de topo plano, cortadas eventualmente pelos vales de rios, estes que possuem baixo poder de dissecação neste setor, embora ainda esteja muito próximo as suas nascentes principais, peculiaridade que deriva da localização da área de estudo em uma plataforma sedimentar. Observa-se na área de dissecação convexa forma de uso/ocupação que proporcionam a aceleração dos processos erosivos, como mostra-se na figura 6. No segundo tipo de forma é expressivo o uso do solo para plantio de culturas variadas, principalmente nas proximidades das planícies fluviais.

Figura 6 – Tipos de formas no reverso imediato: a) formas de dissecação convexa em colinas onduladas; b) Formas de dissecação tabular em colinas amplas



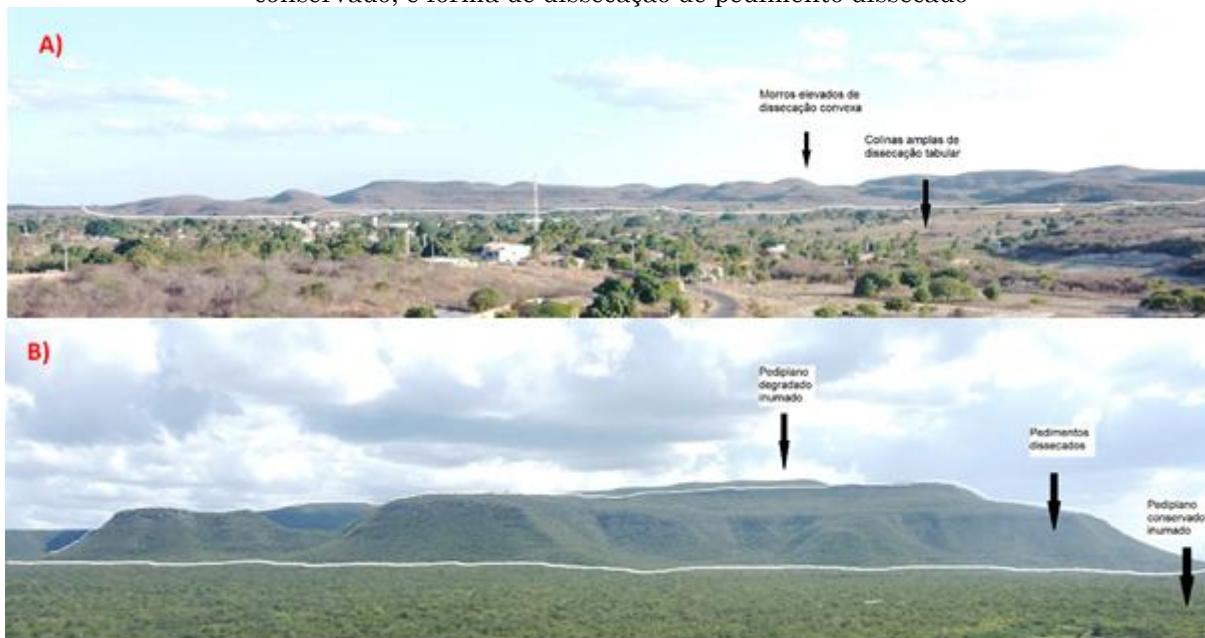
Fonte: Elaborado pelos autores (2024/2025).

O reverso de cimento suave e seus tipos de formas

Nesta unidade se dá a maior variedade de tipos de formas, sendo ela também a de maior abrangência espacial, nela estão inclusas formas de dissecação tabular, convexa e aplanamento. Como mostra o tabela 2, essa unidade se estende por cerca de 39% do município, sendo nela localizada a sede do distrito de Barreiros, o maior em âmbito territorial e o menor em termos demográficos, apresentando assim um outra disparidade, que assim como aquela que se dá no reverso imediato, também deriva de suas

características físico-ambientais. Observa-se que no reverso de cimento topográfico as principais características que influenciam a demografia convergem com aquelas que influencia o cultivo e consequentemente a dinâmica econômica, sendo elas a menor pluviometria e umidade, derivando de sua localização à sotavento. Através da análise de imagens de satélite para o ano de dois mil e vinte e quatro também é possível notar uma maior permanência da vegetação nativa na referida unidade, apresentando as condições climáticas e de relevo como características influenciadoras.

Figura 7 – Tipos de formas do reverso de cimento suave; a) formas de dissecação de morros de topo convexo e colinas de topo amplo; b) formas de aplanamento de pediplanos degradado e conservado, e forma de dissecação de pedimento dissecado



Fonte: Elaborado pelos autores (2024/2025).

Dada a influencia climática nas atividades econômicas, temos que o relevo exerce sua influência na preservação da vegetação nativa através das fortes declividades que se dão em meio ao reverso de cimento suave. Assim, a dificuldade que áreas muito inclinadas proporcionam ao cultivo se tornam um fator de proteção a vegetação originária, além de proporcionarem solos pouco adequados a essas atividades e difícil acesso. No reverso a sotavendo as formas se pronunciam através da dissecação convexa, da dissecação tabular e do aplanamento, resultando na existência de formas que permaneceram elevadas enquanto suas proximidades são arrasadas, restando dois conjuntos de formas elevadas, sendo elas de topos convexos e tabulares (Figura 7). Sobre o conjunto de superfícies elevadas localizado mais a oeste se da um extenso topo tabular onde predomina o processo de aplanamento por erosão laminar (Figura 7 b), esse tipo de forma se diferencia da forma de aplanamento abaixo justamente por ainda se encontrar elevada, caracterizando um pediplano degradado, evidenciando a justaposição de pedimentos escalonados, que também denunciam o processo de circundenuação.

Ainda no reverso secundário se dão processos dinâmicos que originam menores declividades, como a dissecação tabular que conforma topos tabulares de colinas amplas, e também o aplanamento, que se dá em meio ao pediplano conservado inumado do reverso de cimento suave. Em algumas das áreas mais planas do

reverso a sotavento são exercidas atividades de cultivo, sobretudo o plantio de sequeiro, aquele que se dá apenas durante o período chuvoso. Ambas as unidades onde se dá essa dissecação tabular e o aplanamento são caracterizadas por serem pouco dissecadas, no entanto, temos os tipos de formas em dissecação tabular apresentam uma maior presença das classes de relevo suave ondulado e ondulado, enquanto que na unidade de aplanamento predominam declividades que caracterizam o relevo plano.

Os tipos de formas dos rebordos suavizados e dissecados, da depressão monocinal da Ibiapaba e das planícies fluviais

Somando-se todos os padrões de formas do extremo oeste de São Benedito e também as planícies fluviais temos que esses, em conjunto, abrangem apenas 47,56 km² como pode inferir-se da tabela 1, o que significa uma cobertura por 13,56% do território municipal. Essas áreas são caracterizadas por sua baixa densidade populacional, excetuando-se apenas as planícies fluviais, essas que embora não abriguem sedes distritais, encontram-se ocupadas em alguns setores, permitindo deduzir que em dimensões territoriais e demográficas se colocam as unidades de reverso como as que possuem maior peso.

No entanto, as unidades destacadas neste tópico constituem significativa variedade, mesmo difundindo-se em limitado recorte da

malha municipal em estudo. Os rebordos da Ibiapaba, para o município de São Benedito divididos em suavizados e dissecados com escarpas no terceiro táxon da metodologia de Ross (1992), e para a distinção dos seus tipos de formas ainda subdividem-se, tornando existentes nos rebordos, para o município em tela, quatro tipos de formas individualizados por suas declividades, amplitudes altimétricas e

topografia. É importante frisar que nos rebordos tais subdivisões derivam das mesclagem das informações e recortes oferecidos pelo mapeamento geomorfológico do IBGE (2015) com as informações e recortes do mapeamento geomorfológico de São Benedito executado a partir de Ross (1992), dando origem a diferentes manchas que denunciam diferentes intensidades de dissecação.

Figura 8 – Tipos de formas dos rebordos suavizados e rebordos dissecados com escarpas: a) vale encaixado esculpido nos rebordos dissecados com escarpas; b) pequenos morros de topo convexo nos rebordos suavizados; c) escarpa abrupta exposta nos rebordos dissecados



Fonte: Elaborado pelos autores (2024/2025).

Entre os rebordos suavizados diferenciam-se as formas de dissecação tabular como área de transição entre o piediplano conservado e os rebordos, mais a frente ainda nos rebordos suavizados passa a dominar a dissecação convexa, onde se dão complexos de pequenos morros e declividades um pouco mais acentuadas (Figura 8). Os rebordos dissecados com escarpas são marcados, em maior parte, por uma forte dissecação e amplitude altimétrica, para adequação a metodologia utilizada temos que no quarto táxon esses se dividem em formas de dissecação aguçada e convexa.

No setor de dissecação em topos aguçados se desenvolvem paredões que consistem nas

escarpas de vales encaixados esculpidos pelos rios Pejuaba e Árabe através de erosão remontante atuando em estruturas de falhamento (Figura 8), já no setor de rebordos dissecados onde domina a dissecação convexa temos paisagens que passam a se assemelhar a depressão monoclinal da Ibiapaba, diferenciando-se nesta aplicação metodológica apenas por seus padrões altimétricos mais elevados e leve aumento de declividade, caracterizando um relevo forte ondulado enquanto que a depressão monoclinal predominam relevos de plano a ondulado.

Figura 9 – Tipos de uso/ocupação nas formas de agradação: a) planície fluvial do rio Pejuaba com estreita faixa de vegetação ripária cercada por variados tipos de cultivo; b) planície fluvial do rio Árabe mostrando ao fundo cultivo de cana-de-açúcar em seus margens e baixa presença de mata ciliar



Fonte: Elaborado pelos autores (2025/2024).

Como é possível observar a partir do exposto, temos que as planícies fluviais atravessam quase todas as unidades de padrões de formas semelhantes no município estudado, ao passar pelos rebordos essas unidades chegam a desaparecer devido as fortes declividades desse trecho, não possibilitando o processo de deposição de sedimentos, ao chegar em terrenos menos dissecados as planícies fluviais voltam a aparecer. Nesse contexto se insere a sobreposição, na área de estudo, da depressão monoclinal da Ibiapaba com a planície fluvial do rio Pejuaba, desse modo concluímos que devido a existência do canal de drenagem em área pouco declivosa, predominam as características de planície fluvial e por esse motivo a depressão monoclinal possui mesmo símbolo que a planície fluvial do rio Pejuaba.

Para além disso, as planícies de inundação são caracterizadas como as únicas áreas de aplanamento por agradação na referida área de estudo, nelas as declividades predominantes são de até cinco graus, possuindo um relevo plano a suave ondulado. Observa-se ainda que essas unidades e suas proximidades se mostram altamente exploradas pelo cultivo de culturas variadas, o que chama atenção para a necessidade de preservação das matas ciliares,

que em alguns trechos dos rios foram completamente retiradas e em outros permanecem com baixa densidade (ver figura 9 a). Essas áreas, quando possuem suas margens desmatadas correm o risco de sofrerem com o processo de assoreamento acelerado, fazendo com que os canais percam suas características iniciais de profundidade e largura, o que pode culminar em impactos, para além de ambientais, sociais e econômicos a partir de alagamentos em áreas habitadas ou áreas de cultivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exposição de informações nesta pesquisa busca subsidiar possíveis iniciativas de se planejar o ordenar a ocupação no território de um dos municípios da Ibiapaba setentrional. O levantamento geomorfológico multiescalar utilizou-se da metodologia de Ross (1992) para organização hierárquica das informações, na qual é enxergue diferentes delimitações de sistemas ambientais, que englobam não apenas o elemento geomorfológico, mas que é reconhecido neste importantes reflexos que se

dá sobre todos os outros, não apenas dedução das características dos elementos presentes – como feito em Santos; Nascimento (2022) para ampliação de escala do mapeamento pedológico e fitoecológico, mas também para determinar possíveis atividades antrópicas adequadas a cada unidade possivelmente zoneada.

O mapeamento geomorfológico em seus diversos níveis escalares evidencia as limitações e potencialidades, assim como, aliado dados demográficos e de uso e ocupação, pode revelar as tendências do cenário atual, abrindo margem para a construção de um possível cenário planejado. Sendo essas, umas das principais aplicações do conceito de geossistema na Geografia física, visando sobretudo atender a problemas ambientais, sociais e econômicos da humanidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Regiões de circundesnudação pós-cretácea, no Planalto Brasileiro. *Boletim Paulista de Geografia*, n. 1, p. 3-21, 1949.
- AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Instituto de Geografia*, São Paulo, n 18, 1969.
- ABREU, A. A. Significado e propriedade do relevo na organização do espaço. *Boletim de Geografia teórica*, São Paulo, v. 15, n. 29-30, p. 154-162, 1985.
- AGUIAR, P. F; EL-ROBRINI, M; SÁ GUERREIRO, J; FREIRE, G. S. Mapeamentos para análise de aspectos geomorfológicos com uso do geoprocessamento no município de Altamira, Pará, Brasil. *Papers do NAEA*, v. 1, n. 2. 2019. <https://doi.org/10.18542/papersnaea.v28i2.8108>
- ANJOS, L. H; FERNANDES, M. R; PEREIRA, M. G; FRANZMEIER, D. P. Landscape and pedogenesis of an Oxisol-Inceptisol-Ultisol sequence in Southeastern Brazil. *Soil Science Society of America Journal*, v 62, n 6, 1651-1658, 1998. <https://doi.org/10.2136/sssaj1998.03615995006200060024x>
- ASF (Alaska Satellite Facility). *ALOS PALSAR—Digital Elevation Model (12.5 m Spatial Resolution)*. 2020. Disponível em: <https://ASF.alaska.edu/data-sets/derived-data-sets/ALOS-PALSAR-RTC/ALOS-PALSAR-radiometric-terrain-correction>. Acessado em: 20 ago. 2025.
- BOTELHO, R. G. M; PELECH, A. S. Do mapeamento geomorfológico do IBGE a um Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 64, n. 1, p. 183-201, 2019. https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2019_n1_183-201
- CARVALHO, B. L; FALCÃO SOBRINHO, J; GRAMATA, A. P. P. P.; BESERRA NETA, L. C. Geomorfotecnogênese na sub bacia hidrográfica do rio macambira, Ceará, Brasil. *Acta geografica*, v. 16, p. 1-27, 2022. <https://doi.org/10.18227/acta.v16i40.7270>
- CREPANI, E. MEDEIROS, J, D. HERNANDEZ FILHO, P. FLORENZANO, T, G. DUARTE, V. BARBOSA, C, C, F. (2001). *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial* (p. 124). São José dos Campos: Inpe.
- FALCAO SOBRINHO, J.; LIMA, E. C. Expedição Geográfica ao Planalto da Ibiapaba. *William Morris Davis-journal of geomorphology* 5 (1), 1-79, 2024a.
- FALCAO SOBRINHO, J; SOUSA, N. F.; COSTA FALCÃO, C, L. Patrimônio geomorfológico e identificação de potenciais geomorfossítios no município de Ubajara-CE /Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 10, p. 316-331, 2024b. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n2ID37101>
- FALCAO SOBRINHO, J. *Geografia e o estudo da natureza; bases teóricas e metodológicas*. Edições UVA, 2025.
- FERNANDES, N. B. S; FALCÃO SOBRINHO, J. Mapeamento geomorfológico dos municípios de Guaraciaba do Norte e Carnaubal, no estado do Ceará, Brasil. *Revista geográfica de américa central (impreso)*, v. 70, p. 321-348, 2023a. <https://doi.org/10.15359/rgac.70-1.12>
- FERNANDES, N. B. S.; FALCAO 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, 2023b.
- FERNANDES, N. B. B.; 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, n. 1, p. 1-42, 2025a. <https://doi.org/10.35701/rcgs.v27.1077>
- 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, n. 1, p. 1-42, 2025b. <https://doi.org/10.35701/rcgs.v27.1077>
- FLORENZANO, Teresa Gallotti. *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. Oficina de textos, 2008.
- IBGE. *Manual técnico de geomorfologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 178 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 5).

- IBGE. Geomorfologia do Brasil:** escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- IBGE. Malhas territoriais:** Malha Municipal Digital 2020. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.
- ONU. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.** Nações Unidas. 1987. Acesso em: 2, fev. 2024.
- PELOGGIA, A. U. G. Delineação e aprofundamento temático da geologia do tectógeno do município de São Paulo.** Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1997.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM** (Equipe de Desenvolvimento QGIS). **QGIS Geographic Information System.** Open Source Geospatial Foundation Project, 2023. Disponível em: <https://www.qgis.org>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- RADAMBRASIL.** Levantamento dos Recursos Naturais do Brasil. Mma, 1981.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, EV da.** Teoria dos Geossistemas-o legado de VB Sochava: Volume 1 Fundamentos Teórico-metodológicos. Fortaleza: Edições UFC, p. 176, 2019.
- ROSS, J. L. S. Ecogeografia do Brasil:** subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.** Ed. Contexto. São Paulo. 85p. 1990.
- ROSS, J. L. S.; CUNICO, C.; LOHMANN, M.** Mapas do relevo brasileiro: duas classificações. In: **FALCÃO SOBRINHO, J.; SOUZA, C. J. de.; ROSS, J. L. S. (Org.). A natureza e a geografia no ensino das temáticas físico-naturais no território brasileiro.** Rio de Janeiro: Letra Capital, p. 83-110, 2023.
- ROSS, J. L. S; FIERZ, M. S. M;** Geomorfologia aplicada ao planejamento ambiental territorial: potencialidades e fragilidades. In: **MAGNONI JÚNIOR, L; STEVENS, D; LOPES, E. S. S; CARVASAN, E. A; VALE, J. M. F; MAGNONI, M. G.M; TEIXEIRA, T; FIGUEIREDO, W. S. (Org.). Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano.** 1. Ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017, p. 58-77.
- ROSS, J. L. S.** Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do departamento de geografia**, v. 8, p. 63-74, 1994. <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>
- ROSS, J. L.S.** O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992. <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>
- SANTOS, F. L. A. Evolução morfoestrutural do Planalto da Ibiapaba (CE/PI) e Noroeste do Ceará, Brasil:** interpretações a partir da termocronologia de baixa temperatura. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-graduação em Geografia, Fortaleza, 2022. 274p.
- SANTOS, F. L. de A.; NASCIMENTO, F. R.** Geomorfologia como critério para identificação de classes de solos e unidades fitogeográficas no planalto da Ibiapaba - noroeste do Ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 136–155, 2019. <https://doi.org/10.35701/rcgs.v21n2.536>
- SOUZA, M. J. N; NETO, J. M; SANTOS, J. O; GONDIM, M. S. Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza:** Subsídios ao Macrozoneamento Ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo – PDPFor. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2009.
- SOUZA, M. J. N.** Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 1, p. 73-91, 1988.
- SOUZA, M. J. N.** Bases Naturais e esboço do zoneamento ambiental do estado do Ceará. In: **SOUZA, M. J. N.; MORAES, J. O. de.; LIMA, L. C. Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**, parte I. Fortaleza: FUNECE, p. 13-98, 2000.
- TINÓS, T. M.; FERREIRA, M. V.; RIEDEL, P. S.; ZAINÉ, J. E.** Aplicação e avaliação de metodologia de classificação automática de formas de relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2014. <https://doi.org/10.20502/rbg.v15i3.455>
- VITTE, A. C.** Breve história da geomorfologia no Brasil. **Geografia e Pensamento Geográfico no Brasil.** 1a edição, p. 63-79, 2009.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Maria Vitória Rodrigues Lopes: Conceitualização, Análise de dados, Recebimento de financiamento, Pesquisa, Metodologia, Design da apresentação de dados, Redação do manuscrito original. José Falcão Sobrinho: Análise de dados, Supervisão e Redação - revisão e edição.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.