



ROTEIRO METODOLÓGICO PARA TAXONOMIA, CARTOGRAFIA E MAPEAMENTO DO RELEVO: DIALÓGOS ENTRE A TAXONOMIA DE ROSS E O SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO (SBCR)

JOSÉ FALCÃO SOBRINHO

Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PROPGEO/UVA
Email: falcao.sobral@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7399-6502>

NAYANE BARROS SOUSA FERNANDES

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia – PROPGEO/UVA
Email: na-yanebsousa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4108-9411>

JOÃO BANDEIRA DA SILVA

Doutorando - Programa de Pós-graduação em Geografia – UFRN
Email: joao.bandeira.silva05@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9935-8285>

Recebido: 12/25 Avaliado: 03/26 Publicado: 04/26

RESUMO

O mapeamento geomorfológico demanda um rigor taxonômico e técnico que garanta a fidelidade cartográfica e a coerência analítica em múltiplas escalas. Diante da complexidade do relevo brasileiro e da consolidação do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) como arcabouço sistêmico nacional, este trabalho objetiva criar e sistematizar um roteiro metodológico para a elaboração do mapeamento de formas de relevo. O roteiro é fundamentado na Taxonomia de Ross (1992), priorizando a descrição sequencial de seus seis táxons, e demonstrando a integração instrumental de dados brutos e técnicas de Geomorfometria (como o Índice de Dissecção do Relevo e a Curvatura do Terreno). Por meio de exemplificações práticas em ambiente SIG, o estudo ratifica a tese de que os dados geomorfométricos são o ponto de partida que, aliados à interpretação do pesquisador, conferem o significado genético às formas classificadas. A análise comparativa final estabelece um diálogo construtivo entre as metodologias: a abordagem operacional de Ross (1992) oferece o detalhe fisionômico necessário para a cartografia de precisão, enquanto a hierarquia revisada e sistêmica do SBCR (com prioridade na Morfogenética) confere a coerência multiescalar ao mapeamento, atuando o roteiro sistematizado como o artefato técnico essencial para o rigor exigido pelo sistema nacional.

Palavras-chave: Geomorfologia; Mapeamento do Relevo; SBCR; Diálogo Metodológico.

METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR RELIEF TAXONOMY, CARTOGRAPHY, AND MAPPING: DIALOGUES BETWEEN ROSS TAXONOMY AND THE BRAZILIAN RELIEF CLASSIFICATION SYSTEM (SBCR)

ABSTRACT

Geomorphological mapping demands taxonomic and technical rigor to ensure cartographic fidelity and analytical coherence across multiple scales. Given the complexity of the Brazilian relief and the consolidation of the Brazilian System of Relief Classification (SBCR) as a national systemic framework, this study aims to create and systematize a Methodological Guide for preparing relief feature mapping. The guide is based on Ross's Taxonomy (1992), prioritizing the sequential description of its six taxa, and demonstrating the instrumental integration of raw data and Geomorphometry techniques (such as the Relief Dissection Index and Terrain Curvature). Through practical examples in a GIS environment, the study supports the thesis that geomorphometric data are merely the starting point which, combined with the researcher's interpretation, confer the genetic meaning to the numerically classified forms. The final comparative analysis establishes a constructive dialogue between the methodologies: Ross's operational approach (1992) offers the physiognomic detail necessary for precision cartography, while the revised, systemic hierarchy of the SBCR (with prioritizing in Morphogenetics) confers multiscalar coherence to the mapping, positioning the systematized guide as the essential technical artifact for the rigor demanded by the national system.

Keywords: Geomorphology; Relief Mapping; SBCR; Methodological Dialogue.



GUIÓN METODOLÓGICO PARA LA TAXONOMÍA, CARTOGRAFÍA Y MAPEO DEL RELIEVE: DIÁLOGOS ENTRE LA TAXONOMÍA DE ROSS Y EL SISTEMA BRASILEÑO DE CLASIFICACIÓN DEL RELIEVE (SBCR)

RESUMEN

El mapeo geomorfológico demanda un rigor taxonómico y técnico que garantice la fidelidad cartográfica y la coherencia analítica en múltiples escalas. Ante la complejidad del relieve brasileño y la consolidación del Sistema Brasileño de Clasificación del Relieve (SBCR) como marco sistémico nacional, este trabajo tiene como objetivo crear y sistematizar una guía metodológica para la elaboración del mapeo de formas del relieve. La guía se fundamenta en la Taxonomía de Ross (1992), priorizando la descripción secuencial de sus seis taxones y demostrando la integración instrumental de datos brutos y técnicas de Geomorfometría (como el Índice de Diseción del Relieve y la Curvatura del Terreno). Por medio de ejemplificaciones prácticas en un entorno SIG, el estudio ratifica la tesis de que los datos geomorfológicos son el punto de partida que, aliados a la interpretación del investigador, confieren el significado genético a las formas clasificadas. El análisis comparativo final establece un diálogo constructivo entre las metodologías: el enfoque operacional de Ross (1992) ofrece el detalle fisonómico necesario para la cartografía de precisión, mientras que la jerarquía revisada y sistémica del SBCR (con prioridad en la Morfogenética) confiere coherencia multiescalar al mapeo, actuando la guía sistematizada como el artefacto técnico esencial para el rigor exigido por el sistema nacional.

Palabras clave: Geomorfoloía; Cartografía del Relieve; SBCR; Diálogo Metodológico.

INTRODUÇÃO

A palavra taxonomia vem do grego, sendo "taxis", significa arranjo, ordenação e "nomos", significa lei, regra. Portanto, de modo geral a palavra taxonomia expressa, como classificar coisas segundo regra.

A taxonomia do relevo refere-se à classificação categórica das formas de relevo da superfície terrestre, com base em critérios específicos como origem, forma, escala, processos formadores e características morfológicas.

Podemos citar a obra de De Martonne em 1909, como a precursora da taxonomia do relevo. Apresenta uma classificação das formas de relevo baseada nos processos morfogênicos, como: Relevos estruturais; Relevos de erosão; Relevos de acumulação e Relevos glaciais, fluviais, eólicos, etc.

Contudo, o primeiro autor a empregar o termo "táxon" aplicado diretamente ao relevo foi Jaroslav Demek, geógrafo e geomorfólogo tcheco, no Manual of Detailed Geomorphological Mapping (1967), produzido para a *International Geographical Union (IGU)*.

A taxonomia do relevo, ao organizar as formas da superfície terrestre, baseia-se em uma hierarquia de escalas que permite classificar essas formas segundo seu tamanho, extensão espacial e nível de detalhe. Essa hierarquia é fundamental para compreender o relevo em diferentes níveis de análise, desde as grandes estruturas continentais até as pequenas feições que compõem a paisagem local.

Na atualidade, no nível mais amplo, encontramos as formas de primeira ordem, que correspondem às grandes unidades morfoestruturais do planeta, como os continentes, bacias oceânicas, escudos cristalinos e cinturões de dobramentos modernos. Essas estruturas resultam de processos tectônicos profundos e de longa duração, e definem o esqueleto geológico da Terra.

Na segunda ordem, estão as grandes unidades de relevo dentro dos continentes, como planaltos, planícies e depressões. Essas formas são amplas e relativamente homogêneas, e costumam ser utilizadas em mapeamentos regionais. No Brasil, a divisão proposta por Ross (1992) é um exemplo notável desse nível, em que o território nacional foi compartimentado em planaltos, planícies e depressões a partir de critérios morfogênicos e altimétricos.

A terceira ordem envolve compartimentos menores que se inserem dentro das grandes unidades da segunda ordem. Aqui se encontram formas como serras, chapadas, patamares, cuestas, entre outras. Essas feições possuem características mais específicas e são resultado da interação entre estrutura geológica, clima e processos erosivos ou deposicionais.

A taxonomia, ao organizar e classificar as formas de relevo em uma estrutura hierárquica, oferece a base conceitual e metodológica para a representação cartográfica do relevo. Já a cartografia, por sua vez, transforma essa classificação em linguagem visual, possibilitando a leitura, a análise e a interpretação espacial dessas formas.

Ao adotar uma taxonomia geomorfológica, e, através da cartografia pode-se estabelecer categorias que definem o que será mapeado, em que escala e com qual nível de detalhe.

De acordo com Falcão Sobrinho; Carvalho (2023), através da expressão cartográfica, os mapas possuem a finalidade de expressar fatos, ideias, fenômenos e ocorrências espaciais, e para essa concretude utiliza-se o uso de sistemas de símbolos essencialmente visuais, desta forma a cartografia é tida como uma linguagem de traços universais.

Ao estabelecer a lógica hierárquica da taxonomia orienta-se também a generalização cartográfica, ou seja, o processo de simplificação das informações conforme a escala do mapa. Em escalas pequenas (mapas de grandes áreas), priorizam-se formas de relevo de ordem superior; em escalas maiores (mapas locais), destacam-se as microformas e detalhes. Assim, a cartografia do relevo não é apenas um produto técnico, mas uma tradução visual da taxonomia adotada, respeitando seus critérios de classificação e níveis de análise.

Além disso, os sistemas modernos de geoprocessamento e SIG (Sistemas de Informação Geográfica) permitem integrar bases taxonômicas com dados altimétricos, imagens de satélite e modelos digitais de elevação. Com isso, é possível gerar mapas dinâmicos do relevo que seguem a lógica taxonômica, favorecendo análises espaciais mais precisas e fundamentadas cientificamente. Contudo, vale destacar que quando se passa de uma interpretação de superfície plana ou de acumulação, por processos de denudação a exemplo da superfície sertaneja no semiárido, não tem rugosidade padronizada. E as diferenças altimétricas em vale e topos não tem alturas destacadas, fica tudo liso. Isso na acontece com as imagens da SRTN, as quais conseguem trabalhar com superfícies médias.

Portanto, a taxonomia do relevo fornece a linguagem conceitual e classificatória, enquanto a cartografia é sua expressão gráfica e espacial. Juntas, elas possibilitam o entendimento profundo da paisagem terrestre e o ordenamento territorial

Já o mapeamento geomorfológico é a prática técnica e científica que integra a taxonomia e a cartografia em um processo metodológico. Ele envolve a interpretação de imagens de satélite, fotografias aéreas, modelos digitais de elevação e trabalho de campo, com o objetivo de identificar, delimitar e representar unidades geomorfológicas. Esse mapeamento segue critérios definidos pela taxonomia do relevo, respeitando os níveis hierárquicos e os processos morfogenéticos, e utiliza a cartografia como instrumento final de apresentação e comunicação dos resultados. O produto final é o mapa geomorfológico, um documento técnico que sintetiza informações morfológicas, estruturais e dinâmicas da paisagem, servindo de base para estudos ambientais, planejamento territorial, gestão de riscos e ações de geoconservação.

Portanto, podemos dizer que a taxonomia do relevo é o alicerce conceitual, a cartografia do relevo é a linguagem gráfica e o mapeamento geomorfológico é o método aplicado que une essas dimensões. Juntas, elas promovem uma compreensão profunda e estruturada do relevo terrestre, fundamental para a ciência geográfica e suas aplicações práticas.

Nesse contexto a geomorfometria surge como uma ferramenta estritamente quantitativa que contribui para a taxonomia, por meio da mensuração de parâmetros como altitude, declividade, amplitude e rugosidade do relevo, ela auxilia as análises qualitativas, um elo entre a representação gráfica e a interpretação científica, visto que o mapeamento deve ser realizado a partir da análise das formas do relevo, não considerando apenas os resultados quantitativos e sim, considerando o campo e a leitura crítica do pesquisador.

Nesta perspectiva o presente trabalho objetiva criar um roteiro metodológico claro e conciso com as etapas para elaboração do mapeamento das formas do relevo a partir do método taxonômico de Ross (1992).

MARCO DO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

O mapeamento das formas de relevo, teve sua importância após a Segunda Guerra Mundial, principalmente no Leste europeu (Ross; Fierz; Vieira, 2010). Os motivos foram o desenvolvimento da técnica da fotografia aérea por aviões e logo depois pelas imagens de radar dos sensores dos satélites a partir da década de 1970. E por uma necessidade de demonstração de uma nação desenvolvida socioeconomicamente pelos antigos países da URSS com o intuito de mapear seus recursos naturais e o planejamento territorial, o que impulsionou o desenvolvimento de metodologias cartográficas refinadas.

Porém, não havia um consenso de um padrão e/ou método para ser seguido no mapeamento das formas de relevo, resultante de concepções teóricas distintas. Então, durante o 18º congresso International Geographical Union (IGU) – União Geográfica Internacional (UGI), em 1956 no Rio de Janeiro, foi criado a subcomissão de mapeamento geomorfológico da UGI.

Quatro anos depois, no 19º Congresso da UGI, ocorrido em 1960, muitos métodos da cartografia geomorfológica, mostravam diversidades de conteúdo e representação, entre vários países, que eram resultantes de concepções diversas e princípios sobre a construção das cartas geomorfológicas. Daí surge, a necessidade de discutir, unificar e padronizar um método para a construção das cartas geomorfológicas. Resultou na criação de uma Subcomissão de Cartografia Geomorfológica, presidida por Klimaszewski (1990), no qual os objetivos seriam:

- Introduzir e desenvolver a metodologia do mapeamento geomorfológico;
- Adotar um sistema e princípios uniformes de cartografia para assegurar sua comparabilidade;
- Oferecer, mediante os mapas geomorfológicos, subsídios para o conhecimento do ambiente geográfico e seu uso racional.

De acordo com Gustavsson (2006), tinha como tarefa introduzir o método de mapeamento geomorfológico para um sistema uniforme e que fosse de fácil utilização para o planejamento econômico local e regional. O autor menciona também que, a partir das décadas de 1970 a 1990 vários sistemas de mapeamentos geomorfológicos local e regional, surgiram em todo o mundo, entre as escalas 1:10.000 e 1:100.000, mas com certa concentração na Europa.

A busca por essa padronização e objetividade levou à incorporação de novos conceitos e métodos como o de Tricart (1956), o qual enfatiza que as formas de relevo devem ser analisadas não apenas por sua aparência, mas por seus fundamentos de morfometria (dimensões), morfografia (forma), morfogênese (origem) e cronologias (idades) das geoformas. Assim, o autor recomenda dados referentes ao arcabouço estrutural, os quais foram mapeados em dois níveis:

- a) **Feições estruturais** – representadas por símbolos (falhas e o *front* cuestiforme);
 b) **Dados litológicos** – representados por uma rampa de cores, onde as litologias mais resistentes indicadas por cores compactas e as menos resistentes por rampa de cores cada vez mais espaçadas de acordo com o grau de incoerência do material.

Cailleux e Tricart (1956) discutem alguns princípios norteadores para o conhecimento tanto geomorfológico, como para o seu mapeamento. O primeiro a oposição dialética entre as forças internas e externas, que há consequências como a distinção entre geomorfogênese na superfície terrestre e na crosta oceânica, e a distinção entre relevos tectônicos ativos e residuais. Em segundo, o princípio da zonalidade, pertencente à dinâmica externa, onde as forças internas introduzem modificações.

A noção de evolução (em terceiro) que deve ser mais precisa que a do ciclo, pois não há retorno ao parto de início. E por último, em quarto, a ação humana desempenha um papel decisivo na morfogênese atual, por causa das consideráveis mudanças que ele causou na biosfera, assim a morfogênese antropogênica tem sua própria dinâmica. Classificou em sete grandezas espaciais, usando o critério de área, desde as zonas morfoclimáticas aos relevos locais.

Ocorreu também a introdução dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura por Geramisov (1946), Geramisov e Mercherikov (1968) e Mescerjakov (1968). Gerasimov e Mercherikov (1968) conceituam a morfoescultura como feições que estão diretamente relacionadas à ação dos agentes exógenos sobre as morfoestruturas, e devido a diversidade de variações possuem grandes níveis de hierarquização que dependem da escala de análise e da acurácia dos dados dispostos. Mescerjakov (1968), afirma também que a ação predominante de fatores endógenos, formam os elementos morfoestruturais ou morfotectônicos do relevo terrestre.

No Brasil, o mapeamento das formas de relevo foram ter um caráter técnico refinado, com as propostas de Ab'Saber (1964), do relevo brasileiro, e dos domínios morfoclimáticos (Ab'Saber, 1967). Até então, entre os anos de 1940-1950, havia uma limitação, a base científica e técnica.

Ab'Saber (1969) menciona que nesse período, a geomorfologia brasileira, estava ainda na base do modelo davisiano, que apresentava entraves para a realização do mapeamento e não captava a essência das paisagens morfológicas intertropicais e subtropicais. Como passar do tempo foram sendo introduzidos outros métodos objetivos para a cartografia geomorfológica no Brasil, a partir do uso de fotografias aéreas para cartas geomorfológicas, blocos diagramas por Francis Ruellan, Jean Tricart, Olga Cruz e Margarida Penteado (Ab'Saber, 1969).

Diante dessa evolução técnica na cartografia das formas de relevo, Ab'Saber (1969), propõem que na elaboração das cartas geomorfológicas devem atender esses três grupos de fatos fisiográficos:

- 1) **Compartimentação topográfica regional:** estudo das formas de relevo de cada um dos setores considerados;
- 2) **Estrutura superficial das paisagens:** morfogênese e morfocronologia;
- 3) **Fisiologia da paisagem:** caracterização da morfogênese em processo e dos distúrbios decorrentes das ações antrópicas.

Após a construção metodológica de Ab'Saber (1969), serviu de base para um projeto de importância nacional e teve outra base também de Moreira (1969). Foi um projeto de levantamento dos recursos naturais do Brasil, tanto geológico, geomorfológico, pedológico,

fitogeográfico e do uso potencial da terra. Levou 14 anos de trabalhos sistemáticos do mapeamento dos elementos mencionados, uma área de 8.512.000 Km² do território nacional, iniciado em 1971, o Projeto RADAMBRASIL.

O Projeto RADAMBRASIL elaborou outros ensaios para as cartas geomorfológicas, no total foram quatro fases cada uma com método diferente, a escala ao milionésimo, completando assim em 38 volumes, perpassou por quatro fases de aplicação.

Na **primeira fase**, houve adaptações dos princípios básicos de Ab'Saber (1969) e de Moreia (1969), segundo Barbosa *et al.* (1984) a representação da base geológica foi suprimida dos mapas geomorfológicos e o problema da delimitação, fixação e descrição das formas de relevo está diretamente relacionado à capacidade de resolução do documento base, já que é a imagem radar lateral (SLAR), as formas de relevo são bem posicionadas, pois estão semicontroladas.

A fixação das formas de relevo foi determinada por símbolos geomorfológicos e cartográficos por cores e por um sistema de letras-símbolo, foi adaptado dos mapas geológicos. Faz-se uma relação e ligação do mapa com a sua legenda. As letras maiúsculas indicam as grandes categorias de formas, S para as estruturais, E para as erosivas e A para acumulação. São agrupadas por letras minúsculas, que dão registro direto das formas. As letras-símbolos se organizam segundo a interpretação dada às grandes categorias e elas seguem uma descrição sucinta e padronizada.

Na **segunda fase**, houve duas grandes alterações em relação aos problemas relativos à representação das formações superficiais e da dinâmica da evolução do relevo. A primeira foi a substituição da policromia por cores sépias, representadas através de tonalidades, formas conservadas e as dissecadas em posições altimétricas relativas. A segunda foi a simplificação da representação das formas dissecadas, passaram a ser compostas em três formas: colinas, cristas e interflúvios tabulares. Foram acrescentados dois dígitos de 1 a 5, onde o primeiro é à extensão da forma, e o segundo, ao aprofundamento da drenagem, onde foi determinado o índice de dissecação.

A **terceira fase** abrange os mapeamentos das Folhas SD. 20 Guaporé, SC. 21 Juruena, SC. 22 Tocantis, SD. 21 Cuiabá, SD. 22 Goiás, SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE. 20, SF. 21 Campo Grande, SE. Goiânia e as Folhas AS. 24 Fortaleza e SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. Ocorreu apenas uma alteração na designação dos relevos dissecados, passaram por aguçadas, convexas e tabulares, uma modificação importante foi introduzida, que foi a volta do uso da policromia, só que dessa vez, as cores passaram a representar as unidades geomorfológicas (Barbosa *et al.*, 1984).

Por fim, a **quarta fase**, atingiu o aperfeiçoamento da metodologia de mapeamento. Pois contatou-se a necessidade de ordenar os fatos geomorfológicos em uma taxonomia que os hierarquizasse. Barbosa *et al.* (1984) apresentam a taxonomia da quarta fase são:

- 1) **Domínios Morfoestruturais:** grandes conjuntos estruturais, que geram arranjos regionais de relevo, que guardam relação de causa entre si;
- 2) **Regiões Geomorfológicas:** agrupamentos de unidades geomorfológicas que apresentam semelhanças resultantes da convergência de fatores de sua evolução;
- 3) **Unidades Geomorfológicas:** associação de formas de relevo recorrentes, geradas de uma evolução em comum.
- 4) **Tipos de modelados.**

As ordens de grandeza na presente taxonomia foram diferenciadas entre si de acordo com a prevalência da causalidade e predominância de formas de relevo. A causalidade é organizada pelos fatos geomorfológicos derivados de aspectos amplos da geologia com os

elementos geotectônicos, os grandes arranjos estruturais e de uma litologia conspícua (primeiro táxon).

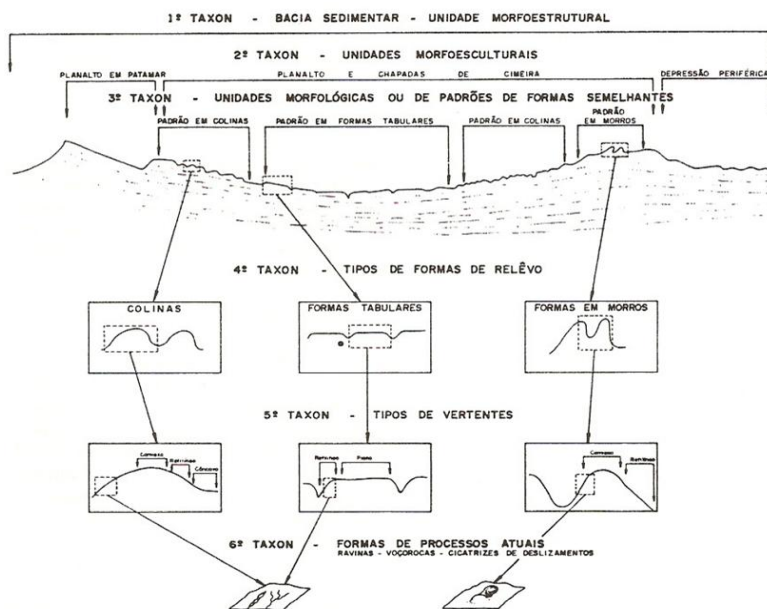
Essa classificação foi herdada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nos manuais técnicos de geomorfologia. A primeira versão subdividida em quatro táxons: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas e Tipos de Modelados (IBGE, 1995). Enquanto que a segunda versão subdividida, em cinco táxons: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizado (IBGE, 2009).

Com base teórica, dos processos endógenos e exógenos de Penck (1953), dos métodos de classificação/taxonômico de Ab'Saber (1969), Cailleux e Tricart (1956), da quarta fase do Projeto RADAMBRASIL, e dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura de Geramisov (1946), Geramisov e Mercherikov (1968) e Mescerjakov (1968). Surgiu em 1992, no trabalho intitulado “O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a questão da Taxonomia do Relevo”, pelo professor doutor Jurandyr Luciano Sanches Ross.

Vale destacar que, na época em que a taxonomia de Ross (1992) foi estruturada, não estavam disponíveis recursos digitais avançados. Sua metodologia foi construída a partir de recursos clássicos da geomorfologia e cartografia que garantiam a precisão interpretativa. Entre esses recursos estavam: cartas topográficas fundamentais para a análise de curvas de nível e declividade, assim como fotografias aéreas utilizadas com estereoscópicos para leitura tridimensional da paisagem, mapas geológicos e geomorfológicos do DNPM e do Projeto RADAMBRASIL, que subsidiavam a identificação de falhas, dobras e litologias, além de perfis topográficos manuais e observação de campo, indispensáveis para validar as interpretações cartográficas entre outros instrumentos que eram utilizados para mensurações.

A partir desse conjunto de recursos, Ross alcançou resultados notáveis, como a identificação da rugosidade do relevo e sua relação direta com a dinâmica geomorfológica e com a cobertura pedológica, demonstrando que a capacidade intelectual do geomorfólogo, em diálogo com as ferramentas disponíveis, é o elo central de um mapeamento. Foi então, que em Ross (1992) o autor sistematizou o estudo do mapeamento da morfologia do relevo em seis níveis taxonômicos (Figura 1).

Figura 1 – Táxons do registro cartográfico de Ross (1992)



Fonte: Ross (1992, p. 22)

A figura 1 apresenta, de forma esquemática a hierarquia dos seis táxons do relevo conforme Ross (1992), ilustrando a progressão desde os grandes compartimentos morfoestruturais até as microformas resultantes de processos recentes. Para melhor compreensão de cada nível, o quadro 1 detalha as definições, características, processos formadores, exemplo e relevância de cada táxon, permitindo uma análise mais aprofundada da estrutura e dinâmica do relevo brasileiro. Essa abordagem sistematizada facilita a interpretação das formas do relevo em diferentes escalas e oferece subsídios importantes para estudos ambientais, planejamento territorial e mapeamento geomorfológico.

Quadro 1 – Detalhamento dos seis táxons de Ross (1992)

Táxon	Definição	Características	Processos formadores	Exemplos	Relevância
1º Táxon Unidades Morfoestruturais	Maiores compartimentos da superfície terrestre, definidos estruturalmente.	Escala regional/continental, morfologia simples, influência hidrografia e solos	Tectonismo, levantamento crustal, subsidência, erosão prolongada	Planaltos, planícies, depressões continentais	Base para compreensão da configuração geral da paisagem e planejamento regional
2º Táxon Unidades Morfoesculturais	Subdivisões das unidades do 1º Táxon	Dimensão menor; formas mais definidas; padrões regionais de relevo	Ajustes erosivos e sedimentares locais	Subplanaltos, subdepressões, subplanícies	Análise de padrões de drenagem, solos e ocupação territorial
3º Táxon Unidades Morfológicas / Padrões de Formas Semelhantes	Estruturas intermediárias, como patamares ou relevos residuais	Formas individuais visíveis em mapas topográficos; evolução morfológica recente	Erosão fluvial, denudação diferencial, intemperismo	Patamares, terraços fluviais, morros residuais	Estudos de evolução do relevo e reconstrução paleogeográfica
4º Táxon Tipos de Formas do Relevo	Morfologias detalhadas que compõem unidades intermediárias	Escala local a regional; diferenciação clara de forma, altura e inclinação	Erosão pluvial e fluvial, transporte de sedimentos	Colinas, morros, vales encaixados	Planejamento territorial, conservação ambiental, uso agrícola
5º Táxon Tipos de Vertentes	Partes constituintes das formas detalhadas	Topo, encosta, crista, fundo de vale; dimensões reduzidas	Erosão concentrada, movimentação superficial, mass wasting	Topos, encostas, cristas, fundos de vale	Análise de risco geológico, erosão e uso sustentável do solo

6º Táxon Formas de Processos Atuais	Detalhes morfológicos muito pequenos, observáveis localmente	Dimensão centimétrica a metros; influenciados por processos recentes	Ravinas, sulcos, pequenas depressões, microcristas	Sulcos, pequenas ravinas, microdepressões	Estudos de erosão, manejo de microbacias , engenharia civil.
--	---	---	--	--	---

Fonte: Elaboração dos autores a partir de Ross (1992).

A GEOMORFOMETRIA E A ESSÊNCIA DA INTERPRETAÇÃO EM MAPEAMENTOS DO RELEVO

Estudos têm desenvolvidos descrições cada vez mais detalhadas das formas do relevo com o intuito de compreender a evolução da paisagem. Surge então a Geomorfometria uma ciência que analisa a superfície topográfica através de parâmetros quantitativos. Esta ciência se destacou no avanço do uso do Modelo Digital de Elevação (MDE) e dos seus atributos de análise do terreno, processados através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (EVANS, 1972/1984).

A morfometria representa uma etapa fundamental no roteiro metodológico para a taxonomia e a cartografia do relevo, visto que ela utiliza os dados numéricos para simbolizar as formas do relevo de maneira quantitativa, a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE). Essa abordagem permite uma análise objetiva e sistemática, gerando mapas de parâmetros como aspecto, declividade e curvatura. Permite segmentar, classificar e analisar superfícies terrestres, apoiando estudos ambientais, planejamento territorial e avaliação de riscos naturais. Com isso, possibilita a realização do mapeamento de um planalto, por exemplo, identificando e delimitando seu relevo e as unidades de relevo, como o Planalto da Ibiapaba-Ce (Figura 2).

Figura 2 – Sequência de produtos da análise geomorfométrica representando o Planalto da Ibiapaba - Ce: A) Modelo Digital de Elevação (MDE), B) Sombreamento (*Hilshade*) e C) Mapa Hipsométrico.



Fonte: Organizado pelos autores no software de SIG QGIS® Desktop 3.40.11, com o Modelo Digital de Elevação ALOS PALSAR da JAXA/METI com resolução espacial de 12,5 metros.

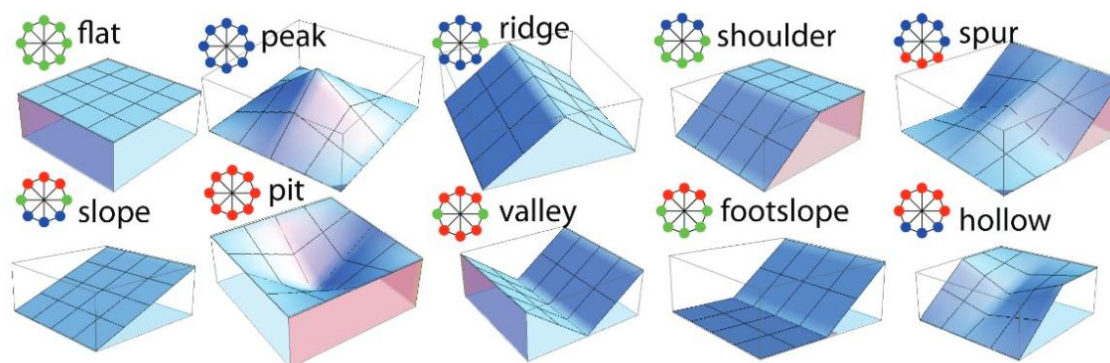
A transição do dado numérico bruto para um mapa de fins interpretativos, conforme na figura 02 requer uma sequência metodológica, o Modelo Digital de Elevação (MDE) é uma representação de dado bruto, considerada a base numérica da geomorfometria, mas de difícil interpretação morfológica direta, já o mapa com sombreamento (*Hilshade*) é um

produto decorrente do MDE que destaca a rugosidade do relevo bem como as formas morfológicas como, por exemplo, vales e colinas.

O mapa hipsométrico é resultante de uma classificação a partir de cotas altimétricas que se utiliza da simbologia em faixas de cor, este marca o início da interpretação taxonômica do relevo, a partir dele é possível além de classificar altitudes, assim como um instrumento essencial para delimitação das unidades do relevo, assim como outros parâmetros morfométricos como declividade e rugosidade.

Com o avanço dos MDEs de alta resolução e técnicas como *GEOBIA* (Geographic Object-Based Image Analysis) que é um método de análise de imagens de sensoriamento remoto que agrupa pixels semelhantes em segmentos com base na forma, cor, textura, propriedade e contexto espacial (BLASCHKE, 2010) e o *Geomorphons*, que se refere a uma técnica de análise de Modelos Digitais de Elevação (MDE) este classifica o terreno em diferentes padrões de relevo como vales e planícies (Figura 3), são algumas técnicas que permitiram a automação e padronização de mapeamentos, reduzindo a subjetividade de muitos métodos.

Figura 3 - Diferentes elementos Geomorphons reconhecidos na análise do relevo



Fonte: Jasiewicz e Stepinski (2013)

Esses parâmetros geomorfométricos não são o produto final. Um mapa geomorfológico, por exemplo, requer uma riqueza de detalhes por ser de difícil interpretação contextualizar e representar as formas de relevo. O mesmo vale para uma imagem de radar, por exemplo, ela não pode ser considerada um mapa por si só, é apenas um conjunto de dados brutos que, sem a interpretação de um especialista não passa de uma imagem. O mesmo se aplica se, por exemplo, elaborar um mapa do estado do Ceará apenas com dados geomorfométricos estamos nos referindo a uma área extensa, a complexidade de um mapa como esse vai além de uma simples codificação numérica, exige um trabalho interpretativo do pesquisador aliado as suas vivências.

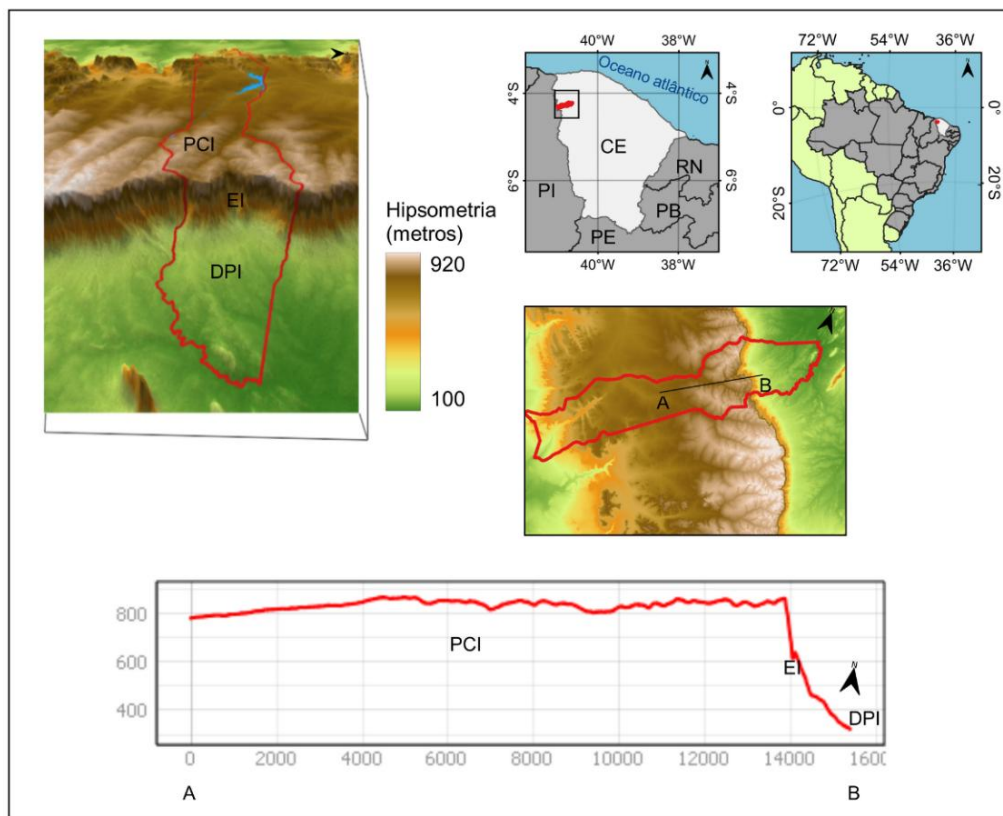
Apesar de que a geomorfometria tenha contribuído para o avanço do mapeamento geomorfológico digital, tornando esse mais objetivo, e aplicável no contexto quantitativo em múltiplas escalas e finalidades, os desafios práticos persistem. É aqui que a interpretação analógica se une à interpretação por processamento digital. A tecnologia nos possibilita ferramentas cada vez mais avançadas e precisas, mas a capacidade de interpretar e dar significado a essas informações é intrínseco ao geomorfólogo (MINÁR *et al.*, 2024).

A análise digital ocorre através de um processo de codificação, que expressa e traduz o relevo em dados numéricos, mas não de interpretação intelectual. Já a interpretação analógica, realizada pelo ser humano, faz a conexão direta com o mundo real. Sendo assim, o mapa é por natureza um produto pensado para quem será utilizado, e essa finalidade

determina sua escala e linguagem interpretativa e não um mero produto construído por dados numéricos.

Os dados quantitativos obtidos em gabinete servem como um guia para a validação empírica e trabalho de campo. As cotas altimétricas, por exemplo, é o dado numérico fundamental para a geomorfometria, permitindo a criação de perfis topográficos que visualizam a forma do relevo e revelam a sua complexidade. O perfil topográfico é um excelente exemplo de como dados numéricos podem se transformar em produtos de representações visuais e significativas, promovendo uma melhor compreensão da dinâmica da paisagem em relação as suas transições. A figura 4 ilustra uma síntese interpretativa da forma, esta gerada a partir dos dados numéricos como, por exemplo, as cotas altimétricas.

Figura 4 - Bloco diagrama e perfil topográfico entre a Depressão Periférica da Ibiapaba, Escarpas e Planalto de Cimeira.



Fonte: Fernandes (2025).

No entanto é no campo que o pesquisador observa a rugosidade do relevo em sua relação com a cobertura pedológica e compreende a dinâmica dos processos que modelam a paisagem. Essa integração entre o gabinete e o campo garante que o mapa seja fiel tanto aos dados digitais quanto à realidade do terreno (BISHOP *et al.*, 2012).

Portanto, a essência do mapeamento deve residir na ponderação de ambas as técnicas, no qual o mapa produzido a partir desses processos, deve representar o elo entre os avanços tecnológicos contribuindo com dados do tipo (“o que?” e o “onde?”) e o conhecimento do pesquisador de analisar e interpretar o (“porquê?”), dessa maneira o quantitativo auxilia na produção do conhecimento representativos através de mapas.

ETAPAS E EXEMPLIFICAÇÕES DE ELABORAÇÃO DO MÉTODO DE ROSS (1992)

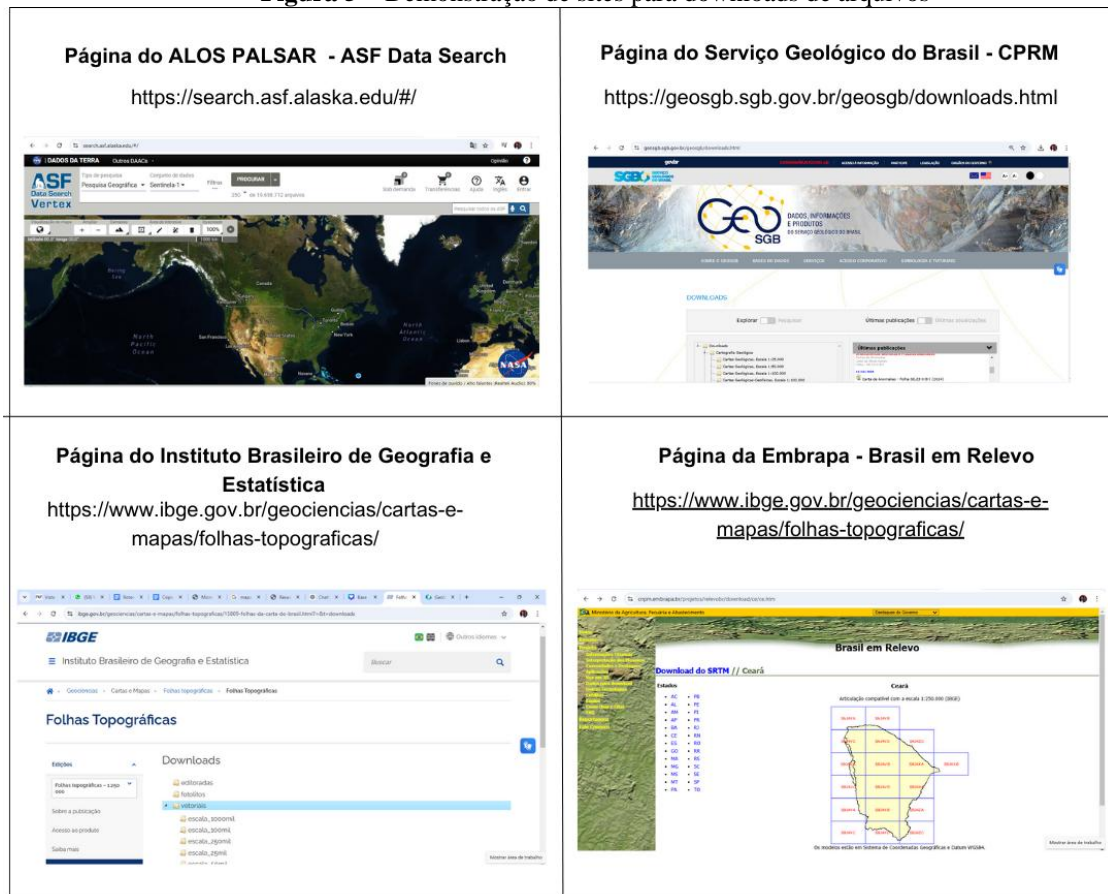
Para a realização de um mapeamento geomorfológico é necessário escolher primeiro a metodologia norteadora, a presente pesquisa está baseada na proposta teórico-metodológica de Ross (1992), essa metodologia classifica o relevo em níveis taxonômicos priorizando o aspecto fisionômico de diferentes formas e tamanhos das representações do relevo, com influência morfogenética com base na gênese e na idade das formas, além de considerar as ações estruturais e morfoesculturais do modelado. O roteiro a seguir obedece à hierarquia taxonômica proposta por Ross (1992) morfoestrutura no primeiro táxon e morfoescultura no segundo, utilizando-se como base para a aplicação operacional e exemplificação em ambiente SIG.

Posterior a escolha metodológica foram estipulados alguns parâmetros para a elaboração das representações taxonômicas com base em parâmetros geomorfométricos. Em primeiro momento, para um adensamento de informações é necessário a montagem de um banco de dados e para isso precisamos escolher software que possibilite o mapeamento como o programa ArcGIS e o Qgis, sendo o último o software escolhido para as modelagens desse trabalho.

No entanto, para uma melhor organização do banco de dados precisamos alocar os arquivos em um ambiente organizado, por isso, recomenda-se a criação de uma pasta com seus dados e projetos na pasta raiz do disco de armazenamento do seu computador.

Após esse procedimento precisamos da aquisição de dados, ou seja, de arquivos que irão compor nossa base de dados. Existe diversos sites para inúmeros fins, nossa base de dados tem o enfoque geomorfológico logo as informações necessárias são adquiridas em sites como a página do Alos Palsar referente ao modelo digital de elevação (MDE) este com até 12,5 metros de resolução, dados litológicos gratuitos no site da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, folhas topográficas nos sites do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e EMBRAPA (Figura 5).

Figura 5 – Demonstração de sites para downloads de arquivos



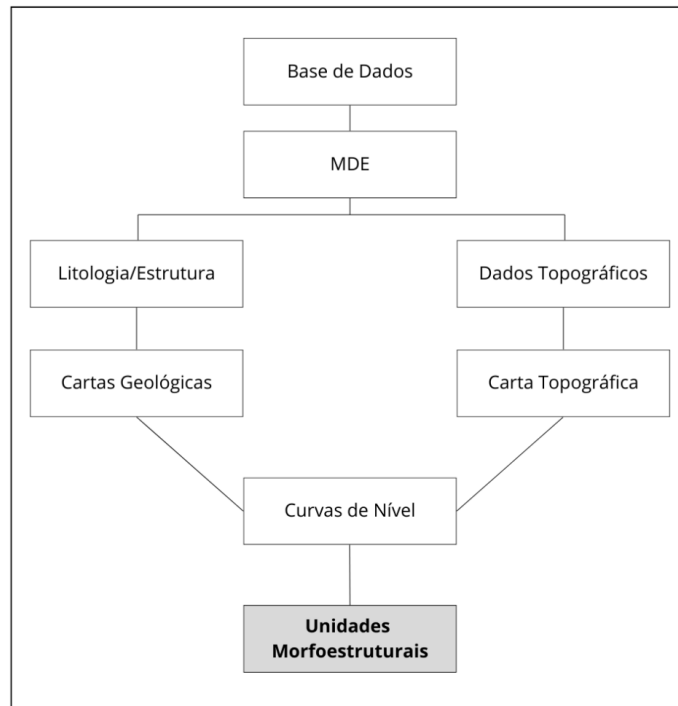
Fonte: Os autores (2025)

Para exemplificar os níveis taxonômicos é de uso como área o município de Iguatu/CE, com 1.029 km² de área. Está inserido na região Centro-Sul do estado do Ceará, sobre o domínio morfoestrutural das Bacias Sedimentares Paleo-Mesozoicas e dos Escudos e Maciços Antigos, definidos por Souza (1988). Diante disso, cada táxon será explicado as etapas de elaboração na área pretendida, com o *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG), o QGIS® Desktop 3.34.11.

O 1º táxon são as **Unidades Morfoestruturais**, um táxon maior pelas suas características estruturais definidos por um determinado padrão de grandes formas de relevo. Identificado na imagem de radar e controlado pelo trabalho de campo ou ainda por cartas geológicas de boa qualidade e por uma família de cor, por vários tons de azul (por exemplo).

Para a diferenciação das Unidades Morfoestruturais, além do MDE necessitamos de dados geológicos, como os disponibilizados no site CPRM que oferecem informações da idade, os tipos rochosos, as formações litológicas, lineamentos, entre outros. Informações que contribuem para o delineamento das Unidades Morfoestruturais (Figura 6).

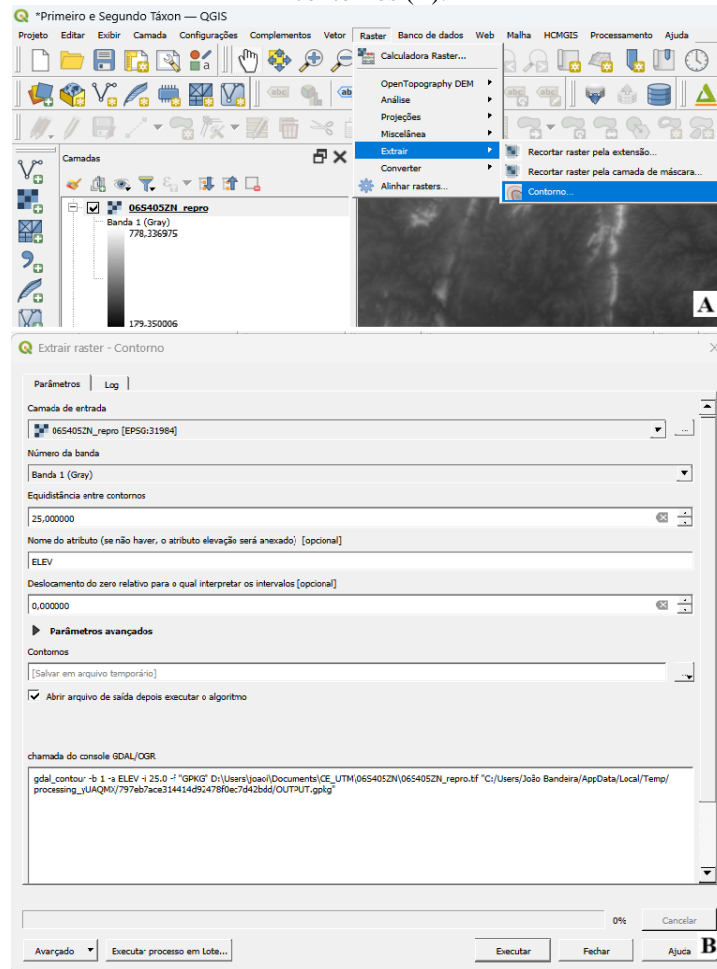
Figura 6 – Esquema demonstrativo para delimitação das Unidades Morfoestruturais



Fonte: Os autores (2025)

Para exemplo de representação o recorte espacial foi o município de Iguatu, foi utilizada no QGIS (Figura 7), a imagem de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) do Projeto Topodata, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do ano de 2011, adquiridas no website <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>>, com resolução espacial de 30 metros.

Figura 7 - Procedimentos em ambiente SIG: ícone da extração dos contornos (A); janela para extração dos contornos (B).

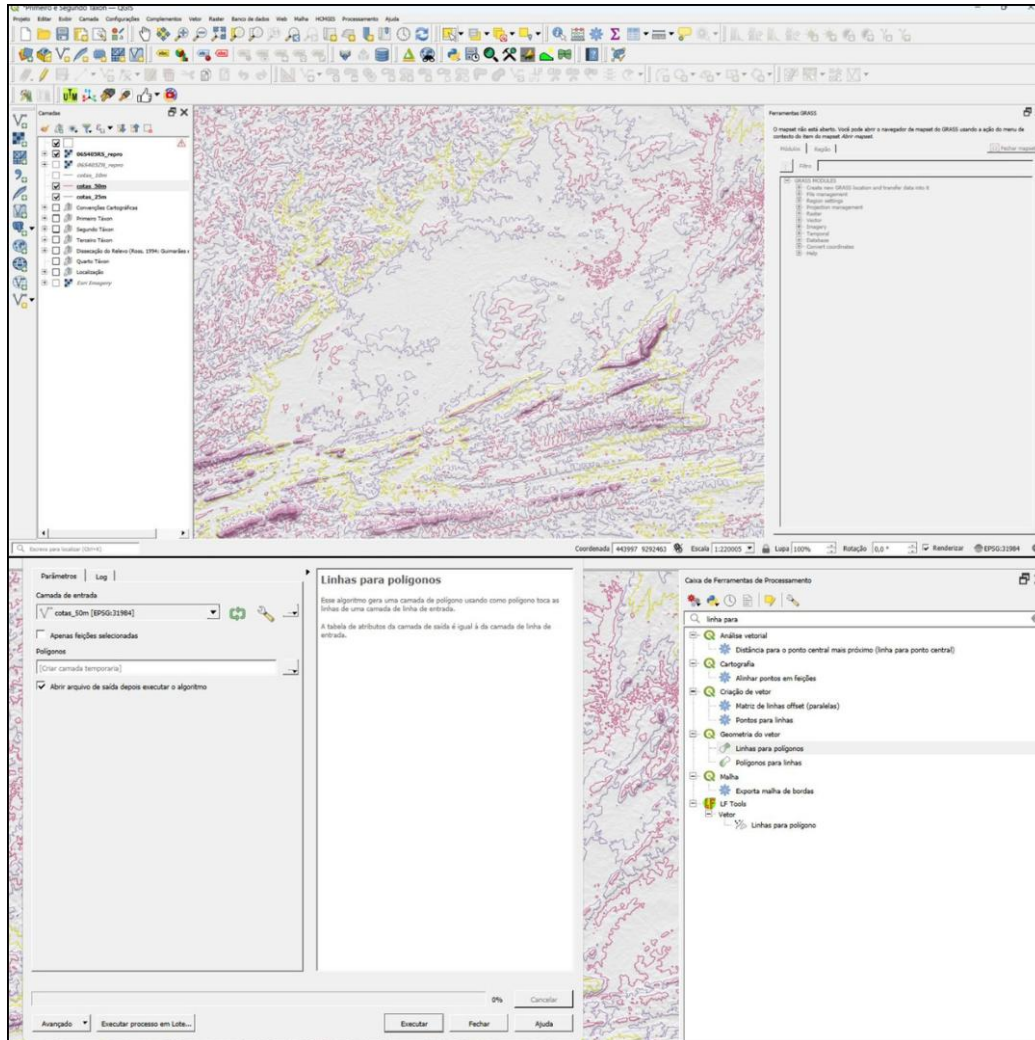


Fonte: Organizado e elaborado pelos autores (2024)

Para o procedimento de extração das morfoestruturas foi preciso definir e reprojetar a camada para o Datum Sirgas 2000, Zona 24 Sul, com o código EPSG 31948. A partir disso, realiza-se extração dos contornos, as curvas de nível, pela ferramenta *raster* e o ícone extração, com a janela aberta do ícone, escolhe a equidistância de 25 metros (a depender a escala da área, pode ser outros valores) e clica em executar.

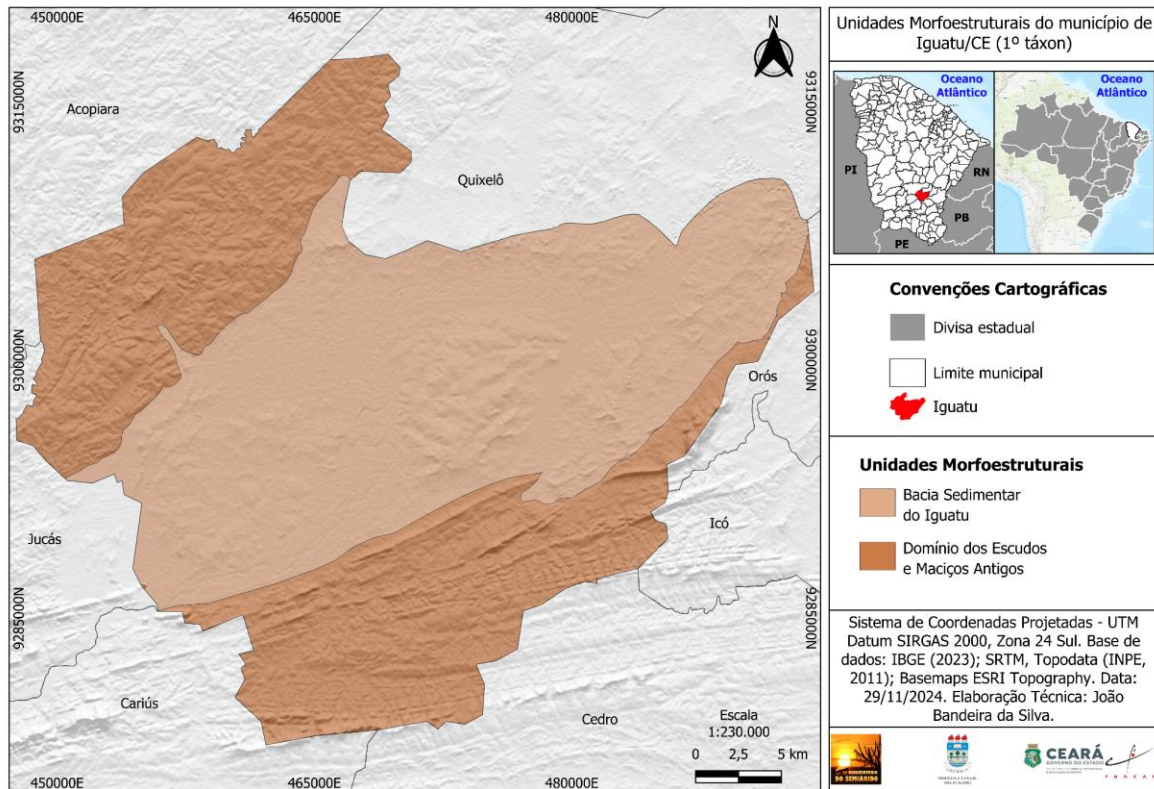
Na sequência, com o MDE foi possível extrair as curvas de nível com as cotas já estabelecidas. Após o recorte e exportação da camada, essa deve ser transformada em camada vetorial do tipo linha para o tipo polígono, usando a ferramenta localizada em geometria do vetor: Linhas para polígonos. Resultando em dados vetoriais no formato *shapefile* para a área estabelecida no estudo, conforme demonstrando na figura 8.

Figura 8 – Demonstração de recorte de cotas e transformação para polígonos



Fonte: Os autores (2025)

Após as cotas altimétricas serem selecionadas e transformadas em polígono, na caixa de ferramenta do SIG, foram recortadas no dado vetorial (*shapefile*) do município. Iguatu/CE compreende duas unidades morfoestruturais: a das Bacias Sedimentares Paleo-Mesozoicas e os Escudos e Maciços Antigos (Mapa 1).

Mapa 1 - Primeiro Táxon do município de Iguatu/CE.

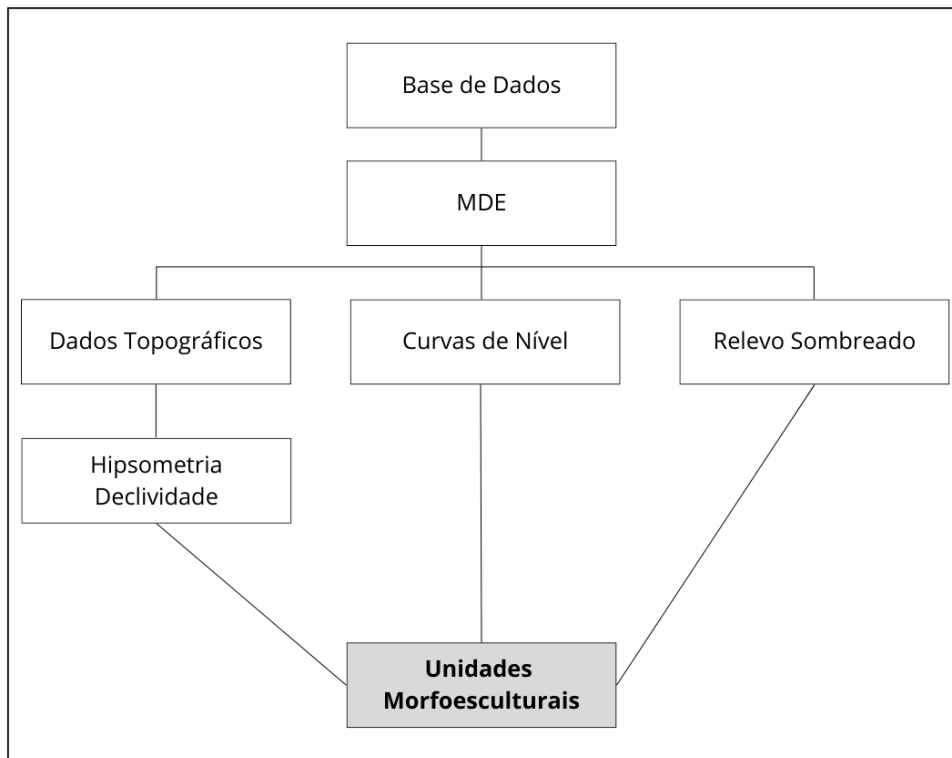
Fonte: Organizado pelos autores no *software* de SIG QGIS® Desktop 3.34.11, com a base de dados cartográficos contínuos do Brasil (IBGE, 2023), o Modelo Digital de Elevação da missão SRTM, do projeto Topodata, com resolução espacial de 30 metros (INPE, 2011) e o *basemap* da ESRI Topography (2024).

A morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Iguatu foi resultado de uma abertura de um *rift* do período Cretáceo, não foi possível que evoluísse a astenosfera. Esse mesmo processo formou outras bacias sedimentares interioranas como a do Malhada Vermelha, Icó e Lima Campos (Matos, 1992). Por meio dessa abertura, os rebordos e a própria superfície sertaneja foram dobradas, fazem parte do domínio dos Escudos e Maciços Antigos.

O 2º táxon, as **Unidades Morfoesculturais**, definido por um táxon menor, que são oriundas da ação climática ao longo do tempo geológico no seio da morfoestrutura. Não são apenas produtos somente da ação climática atual, mas além disso, também dos climas do passado.

Ressalta que a morfoestrutura é caracterizada na escala temporal, o mais antigo, e a morfoescultura, tende a ser a menos antiga, pois essas são esculpidas dentro da morfoestrutura. Esses dois primeiros táxons são elaborados a partir de um outro critério, o altimétrico (as cotas altimétricas), para definir tanto as unidades morfoestruturais e as morfoesculturais, formas retrabalhadas dentro das morfoestruturas. Para delinear as Unidades Morfoesculturais o parâmetro hipsométrico é essencial (Figura 9).

Figura 9 – Esquema demonstrativos para delimitação das Unidades Morfoesculturais

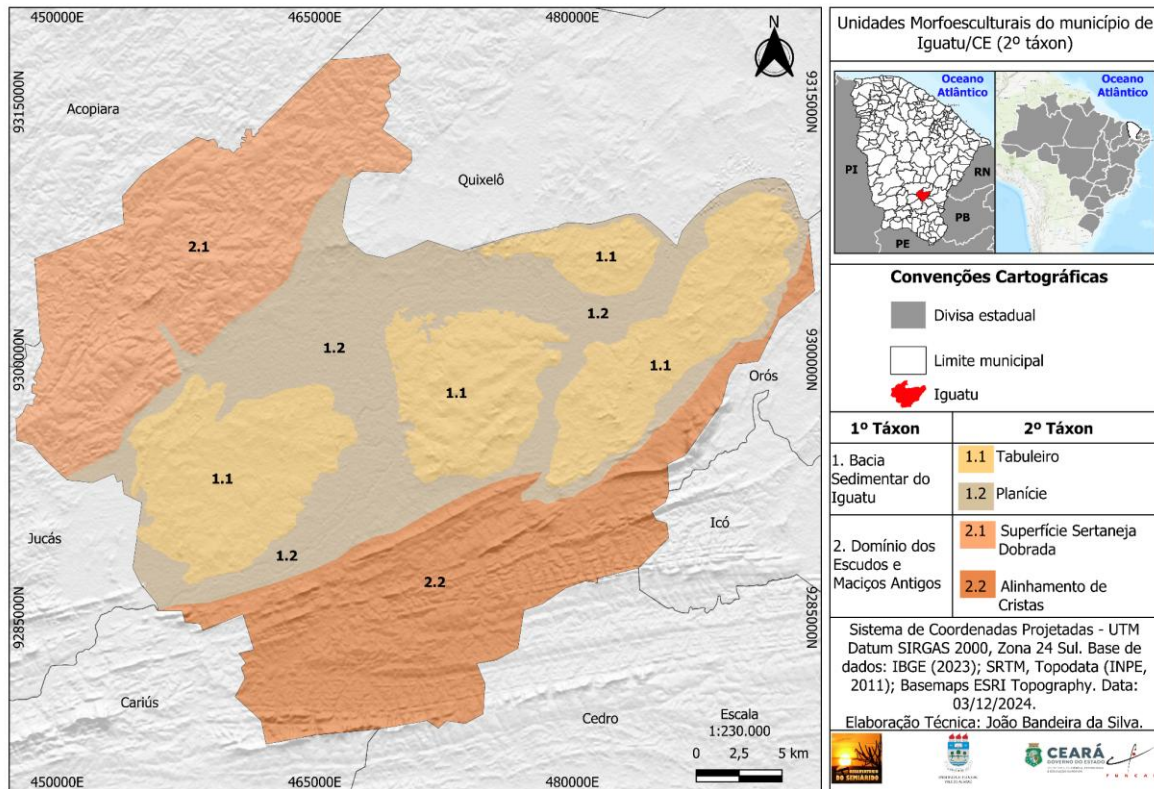


Fonte: Os autores (2025)

Recebem identificação, também, pelos tons de uma determinada família de cor. Se a cor marrom indica a morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Iguatu e os Escudos e Maciços Antigos, os diversos tons de azul indicarão as unidades morfoesculturais.

Foi realizado o mesmo processo citado anteriormente, dentro de cada morfoestrutura para identificar as unidades morfoesculturais (Mapa 2). Na Bacia Sedimentar do Iguatu, encontra-se as morfoesculturas de tabuleiro e planície, e nos Escudos e Maciços Antigos, a superfície sertaneja dobrada, pela abertura do *rift* da bacia sedimentar, e o alinhamento de cristas.

Mapa 2 - Segundo Táxon do município de Iguatu/CE.



Fonte: Organizado pelos autores no *software* de SIG QGIS® Desktop 3.34.11, com a base de dados cartográficos contínuos do Brasil (IBGE, 2023), o Modelo Digital de Elevação da missão SRTM, do projeto Topodata, com resolução espacial de 30 metros (INPE, 2011) e o *basemap* da ESRI Topography (2024).

Ressalta que a morfoestrutura é caracterizada na escala temporal, o mais antigo, e a morfoescultura, tende a ser a menos antiga, pois essas são esculpidas dentro da morfoestrutura. Esses dois primeiros táxons são elaborados a partir de um outro critério, o altimétrico (as cotas altimétricas) e a morfocronologia, para definir tanto as unidades morfoestruturais e as morfoestruturais, formas retrabalhadas dentro das morfoestruturas.

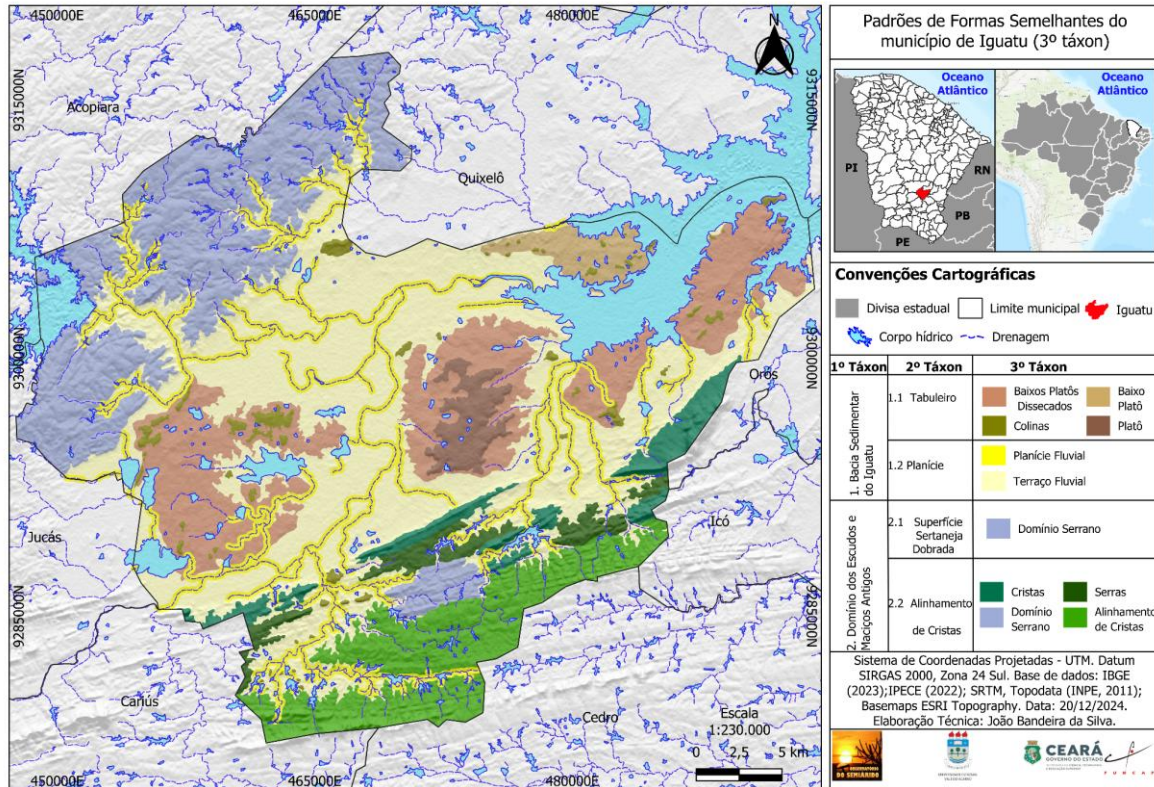
O 3º táxon são as **Unidades Morfológicas** ou **Padrões de Formas Semelhantes**, onde os processos morfoclimáticos atuais começam a ser facilmente notados. São conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica (Mapa 3) ou índice de dissecação do relevo (Tabela 01), bem como do formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente. São caracterizados por diferentes intensidades de dissecação do relevo por influência dos canais de drenagem temporários e perenes.

Se considerar o mapeamento do terceiro táxon em função da rugosidade topográfica, o primeiro passo é ter um MDE de alta resolução como exemplo o ALOS PALSAR que apresenta uma resolução de até 12,5 metros de resolução. Mesmo com todo avanço tecnológico se tratando de um estudo geomorfológico o trabalho de campo é uma etapa indispensável para a constatação verídica dos dados levantados, sendo necessário o mapeamento diretamente associado aos parâmetros morfométricos e campo.

Dependendo da escala a ser trabalhada esse procedimento se faz efetivo em suas representações, principalmente, se tratando de áreas com pouca variação de amplitude e declividade conforme o exemplo do mapa 03, que apresenta uma grande porção de topo com

variação topográfica, mas, ao aliar os dados adquiridos de acordo com os parâmetros morfométricos e reclassificados a partir de cada feição identificada surge variados modelados.

Mapa 3 - Terceiro Tâxon do município de Iguatu/CE



Fonte: Organizado pelos autores no *software* de SIG QGIS® Desktop 3.34.11, com a base de dados cartográficos contínuos do Brasil (IBGE, 2023), Corpos hídricos e a drenagem do estado do Ceará (IPECE, 2022), o Modelo Digital de Elevação da missão SRTM, do projeto Topodata, com resolução espacial de 30 metros (INPE, 2011) e o *basemap* da ESRI Topography (2024)

Dentro da morfoescultura é possível encontrar outros padrões de formas semelhantes, no Tabuleiro, há como unidades os Baixos Platôs Dissecados, produto do trabalho erosivo fluvial, Baixo Platô, subsequenciado pelo Platô e as Colinas, prova de morros testemunhos; na Planície há as unidades da Planície Fluvial do rio Jaguaribe e outros canais fluviais, e os Terraços Fluviais, são superfícies ora horizontalizadas ora levemente inclinada, construídos por depósitos sedimentares modelados pela erosão fluvial; a Superfície Sertaneja Dobrada há o Domínio Serrano, em decorrência do conjunto de serras com amplitude altimétrica maior que 300 metros; e no Alinhamento de Cristas predomina também o Domínio Serrano, mas há presença de Serras e Cristas individualizadas, como também o Alinhamento de Cristas, em decorrência do conjunto de cristas em sentido W-E.

Esse modelo é expresso pela rugosidade topográfica, semelhante ao processamento dos tâxons anteriores, a diferença é que acrescentou a compreensão morfogenética atual aliada aos processos erosivos que são atuantes. Além do conhecimento da área pesquisada, por meio do trabalho de campo.

Para determinar e classificar os padrões de formas semelhantes usou-se também os critérios de Dantas, Lacerda e Maia (2023), que levam em consideração, na rugosidade topográfica, a amplitude altimétrica e a declividade (Tabela 01).

Tabela 1– Critérios para as Unidades de Padrões de Formas Semelhantes

Padrão de Unidade de Relevo	Amplitude (m)	Declividades predominantes	
		Graus (°)	%
Alinhamento de Cristas	100 a 300 m	20-45° Ocorrem paredões subverticais 60-90°	36-100% Paredões >100%
Baixos Platôs Dissecados	20 a 50 m	Topo plano: 2-5° Vertentes: 10-25°	3-9% 18-47%
Baixo Platô	0 a 20 m	2-5°	3-9%
Colina	20 a 50 m	3-10°	5-18%
Cristas	100 a 300 m	20-45° Ocorrem paredões subverticais 60-90°	36-100% Paredões >100%
Domínio Serrano	> 300 m	20-45° Ocorrem paredões subverticais 60-90°	36-100% Paredões >100%
Platô	20 a 50 m	Topo plano: 0-3° Vertentes: 10-25°	0-5% 18-47%
Planície Fluvial	Zero	Plano (0°)	0%
Serras	100 a 300 m	20-45° Ocorrem paredões subverticais 60-90°	36-100% Paredões >100%
Terraço Fluvial	2 a 20m	0-3°	0-5%

Fonte: Adaptado de Dantas, Lacerda e Maia (2023)

Outro método é utilizar as variáveis da dissecção do relevo para serem expressas no quarto táxon também. Neste caso, podem ser identificados por um conjunto de algarismo arábicos, que identificam as formas de acumulação (planícies fluviais, marinhas e lacustres) e as formas de denudação, esculpidas pelo desgaste erosivo, como morros, colinas, serras, cristas, formas aplainadas e entre outras.

Como critério, segundo Ross (1992), o Índice de Dissecção do Relevo - IDR, é estabelecido por dados morfométricos, a densidade de drenagem, as declividades médias das vertentes, a densidade de crênulas ou da matriz dos índices de dissecção do relevo (Tabela 2).

Tabela 2 – Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo.

Graus de Entalhamento dos Vales (Classes)	Densidade de Drenagem a Dimensão Interfluvial Média				
	Muito Baixa (1) > 3750m > 15 mm	Baixa (2) 1750 a 3750m 3 a 15 mm	Média (3) 750m a 1750m 3 a 5 mm	Alta (4) 250m a 750m 1 a 3 mm	Muito Alta (5) < 250m 1 mm
Muito fraco (1) (< de 20m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40 m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80 m)	31	32	33	34	35
Forte (4) (80 a 160 m)	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) (> 160 m)	51	52	53	54	55

Fonte: Adaptado de Ross (1992).

A matriz de dissecação proposta pelo autor foi inspirada e teve bases no Projeto RADAMBRASIL com alterações tanto na disposição dos conjuntos numéricos tanto na coluna horizontal como na vertical. Na coluna da dimensão interfluvial média, os valores mais altos dos interflúvios estão à esquerda e, portanto, diminuem para a direita. Nas colunas verticais os algarismos arábicos crescem do topo para a base da matriz, ou seja, do menor para o maior grau de entalhamento (Tabela 3). Assim são depositas as categorias morfométricas:

Tabela 3 – Índice de Dissecação do relevo (IDR) de acordo com Ross (1992/1994/2006).

Muito fraca (1)	Fraca (2)	Moderada (3)	Forte (4)	Muito Forte (5)
11	12	13	14	15
21	22	23	24	25
31	32	33	34	35
41	42	43	44	45
51	52	53	54	55

Fonte: Organizado pelos autores a partir do IDR ROSS (1994).

Ross (1992) exemplifica com o conjunto 23, onde o algarismo 2 refere-se ao entalhamento do vale tipo Fraco (de 10 a 20 m) e o algarismo 3 refere-se a forma de relevo ali representada têm dimensão interfluvial média que oscila no intervalo de 300 a 700 metros.

O menor valor numérico é a dissecação fraca (11) e o maior valor numérico é a dissecação mais forte (55).

Essa matriz representa os índices dessa maneira, quanto maior for o valor numérico expresso pelo conjunto dos dois algarismos arábicos, maior é a dissecação, e quanto menor for o valor numérico expresso pelo conjunto dos dois algarismos arábicos, menor é a dissecação. Entretanto, para escalas médias e pequenas (1:250.000 e 1:100.000), há dificuldades de se estabelecer as classes de densidade de drenagem, então usa-se a dimensão interfluvial média, onde os valores são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a densidade de drenagem, menor a dimensão interfluvial média.

Para o parâmetro da declividade, onde a análise é de maior detalhe, com escalas de 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000 e 1:2.000, usa-se as formas de vertentes e as classes de declividade (Tabela 4). Ross (1994) coloca que as classes de declividade de até 6% são consideradas muito baixas e o arranjo completo dessas classes é seguida de acordo com as categorias hierárquicas abaixo:

Tabela 4 – Classes de Declividade e suas Categorias Hierárquicas para Análises de Detalhe (ROSS, 1994).

Muito fraca	até 6%
Fraca	de 6 a 12%
Média	de 12 a 20%
Forte	de 20 a 30%
Muito Forte	acima de 30%

Fonte: Ross (1994).

Para a elaboração do mapa de dissecação precisamos do MDE corrigido e invertido, próximo passo são os dados de direção de fluxo adquiridos a partir da ferramenta *r.fill.dir*, após, preencher as áreas sem dados, identificar as bacias hidrográficas, vetorizar e resultará nos dados de Dissecação Vertical (DV). O segundo passo utilizando a calculadora raster, calcular área e perímetro, como também calcular o comprimento e largura da bacia que resultará na Dissecação Horizontal (DH). É necessário transformar a coluna “_range” como “DV” e a coluna da “LargMed” como “DH” na calculadora de campo da tabela de atributos. Para determinar o DH e o DV foram utilizadas as seguintes fórmulas na calculadora de campo:

Determinar o **DH Ross**:

```
CASE
WHEN "DH" < 250 THEN 5
WHEN "DH" >= 250 and "DH" < 750 THEN 4
WHEN "DH" >= 750 and "DH" < 1750 THEN 3
WHEN "DH" >= 1750 and "DH" < 3750 THEN 2
WHEN "DH" >= 3750 THEN 1
END
```

Determinar o **DV Ross**:

```
CASE
WHEN "DV" < 20 THEN 10
WHEN "DV" >= 20 and "DV" < 40 THEN 20
```

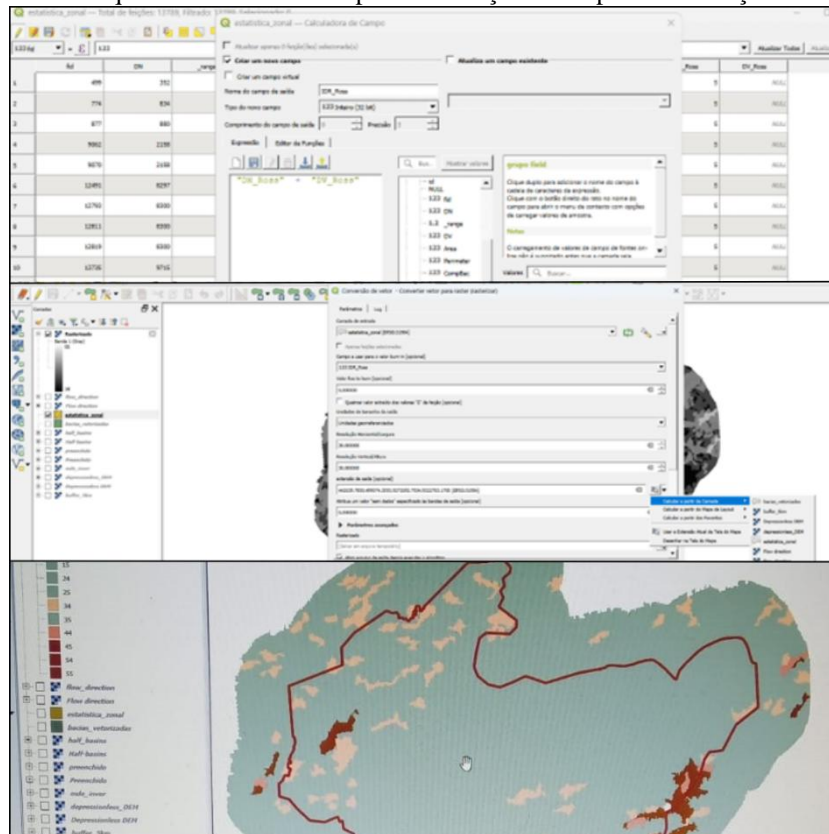
```

WHEN "DV" >= 40 and "DV" < 80 THEN 30
WHEN "DV" >= 80 and "DV" < 160 THEN 40
WHEN "DV" >= 160 THEN 50
END

```

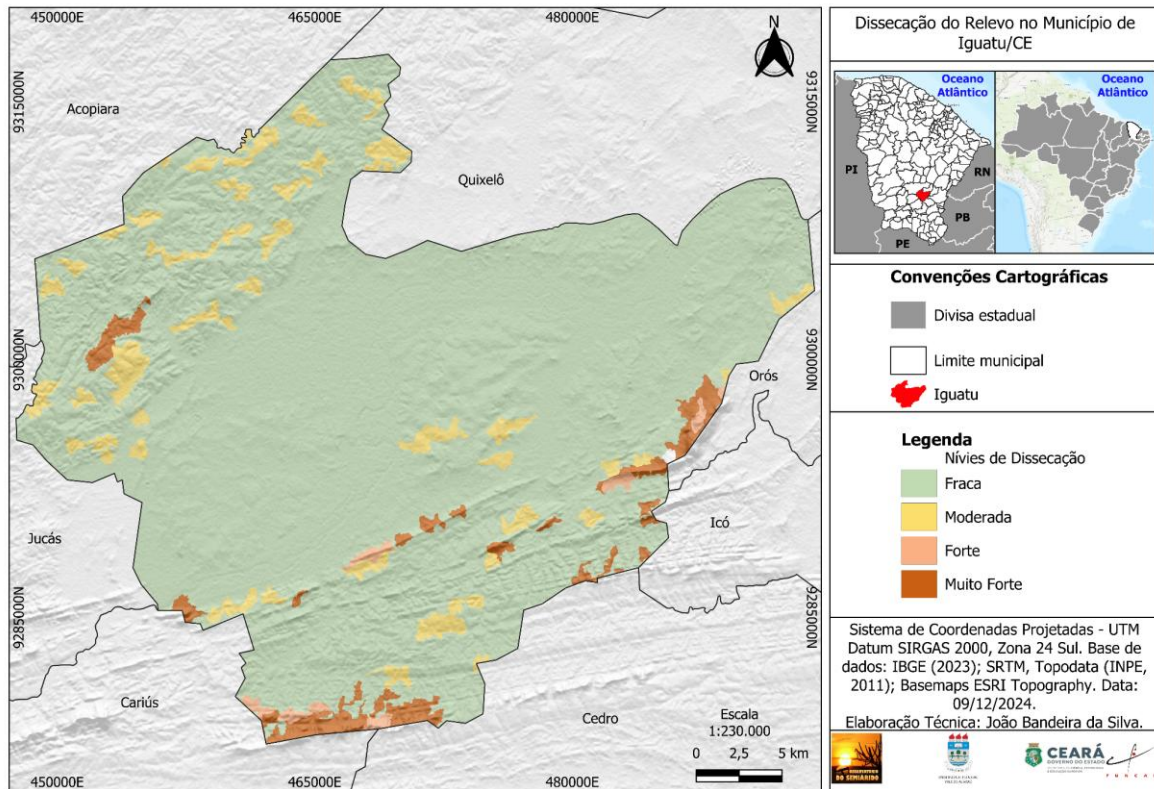
O resultado do índice de dissecação será proveniente a soma da Dissecação Vertical (DV) mais Dissecação Horizontal (DH). Dessa maneira, é possível realizar a classificação de Ross (1992) com a seguinte equação, na calculadora de campo: “DV_Ross” + “DH_Ross” como está representado na figura 10.

Figura 10 – Sequência demonstrativa para elaboração do mapa de dissecação do relevo



Fonte: Os autores (2025).

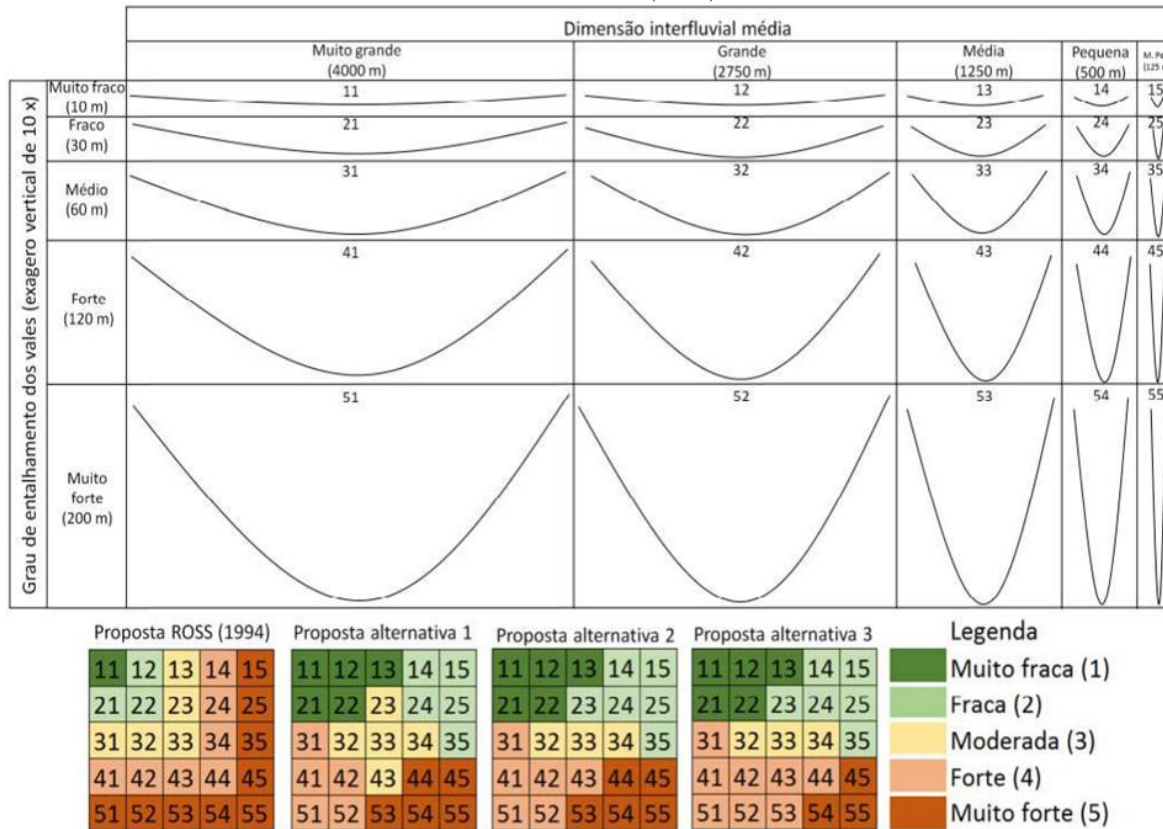
Com o dado do IDR, agora é só converter o vetor para raster. Clica na ferramenta raster, em seguida “converter”, converter vetor para raster. Por fim, reclassifica a camada utilizando a simbologia em paletizado, usando as cores estabelecidas por Guimarães *et al.* (2017) como está representado no mapa 4

Mapa 4 - Índice de Dissecação do Relevo do município de Iguatu/CE.

Fonte: Organizado pelos autores no *software* de SIG QGIS® Desktop 3.34.11, com a base de dados cartográficos contínuos do Brasil (IBGE, 2023), Corpos hídricos e a drenagem do estado do Ceará (IPECE, 2022), o Modelo Digital de Elevação da missão SRTM, do projeto Topodata, com resolução espacial de 30 metros (INPE, 2011) e o *basemap* da ESRI Topography (2024).

Como a matriz e o intervalo de Ross (1992; 1994) compreende as categorias morfométricas “muito fraca” apenas a variável 11, e “fraca” somente 21, 22, 12, o intervalo dessas categorias não condiz com a realidade da área do município, pois se encontra, além das características geológicas e geomorfológicas mencionadas, está em uma região semiárida que comporta uma rede drenagem intermitente.

Por isso, usou-se a terceira proposta (Figura 11) da matriz de dissecação de Guimarães *et al.* (2017). É uma proposta de adequação categórica de variáveis da dimensão interfluvial e do entalhamento dos vales de Ross (1992).

Figura 11 - Perfis de vales da proposta de Ross (1994) e a legenda da terceira proposta adaptada de Guimarães *et al.* (2017)

Fonte: Guimarães *et al.* (2017, p. 164)

As variáveis que foram identificadas após o processamento para identificação do IDR, com as variáveis: 14; 15; 24; 25; 34; 35; 44; 45; 54; 55. Na proposta de Ross (1994) iniciaram com a variável 14, com a dissecação forte, porém a dimensão interfluvial do município mapeado, como exemplo, não apresenta essas características por estar em área rebaixada. Então a terceira proposta de Guimarães *et al.* (2017), estabelece uma categorização mais aproximada da realidade da área.

No 4º táxon, as **Formas Individualizadas** dentro de cada unidade de padrão semelhante, podendo ser por agradação e denudação. Podem ser as de agradação (deposição) como planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies lacustres entre outros, e as de denudação resultantes do desgaste erosivo, como colinas morros, cristas, enfim, formas com topos planos, aguçados ou convexos. São identificados por um conjunto de algarismos arábicos extraídos da Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo. As letras símbolos podem ser de duas naturezas, as formas agradacionais (acumulação) e as formas desnudacionais (erosão).

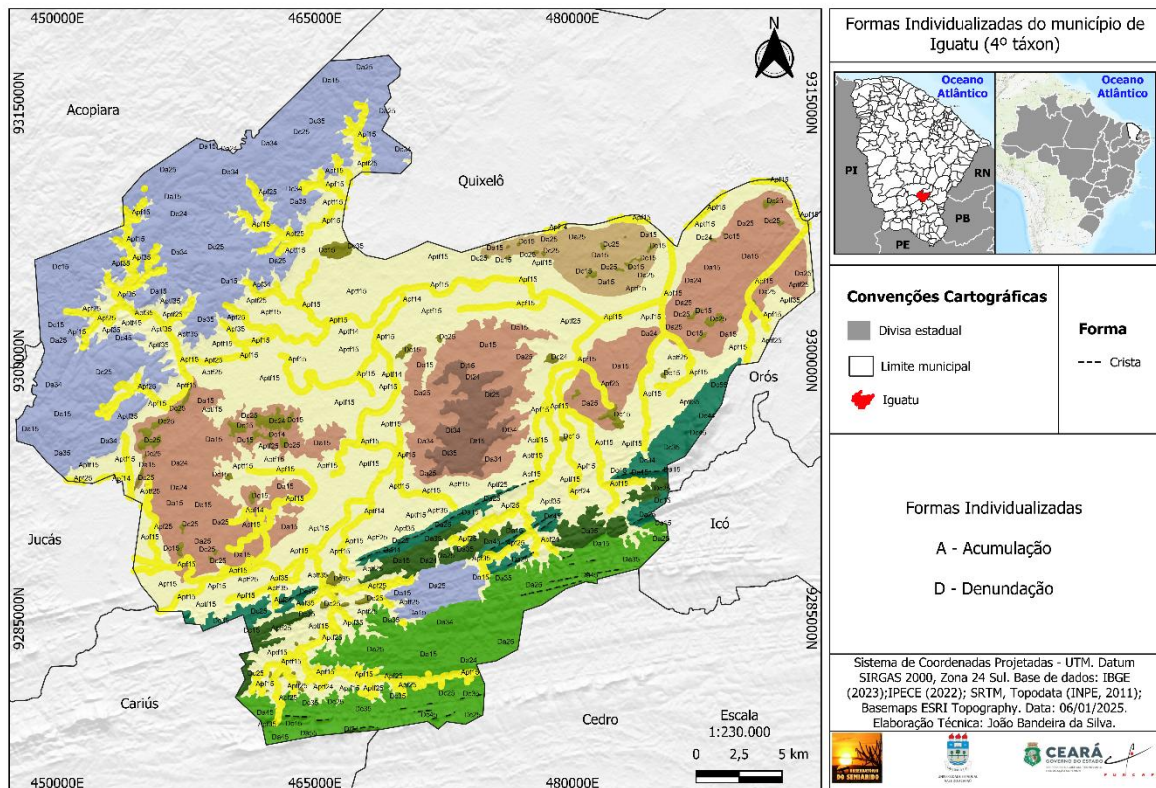
As formas agradacionais recebem a primeira letra (A) maiúscula e são acompanhadas de outras duas letras minúsculas que determinam a gênese e o processo de origem da forma de agradação. Por exemplo, Apf, A de agradação, p de planície e f de fluvial, pode ser também “[...] as planícies marinhas (Apm), planícies lacustres (Apl), áreas planas de inundação por dificuldades de escoamento (Api) e as de gêneses mistas [...]” (Ross, 1992, p. 28).

E as formas denudacionais (D) são também acompanhadas de uma letra minúscula, que indica a sua morfologia do topo da forma individualizada, reflexo do processo morfogenético que a gerou. Podem ser de topos aguçados (a), convexos (c), tabulares (t) ou planos (p). Mas há possibilidade de serem acompanhados com algarismos arábicos que são

extraídos da matriz dos índices de dissecação, exemplificado no conjunto “[...] Dc32, significa forma denudacional de topo convexo com entalhamento de vale de índice 3 (20 a 40 metros) e dimensão interfluvial de tamanho grande-2 (700 a 1500 metros)” (Ross, 1992, p. 28).

Assim, o município comporta as seguintes formas individualizadas representadas no mapa 5 abaixo. Como também a descrição na legenda apresentada no quadro 2.

Mapa 5 – Formas Individualizadas do município de Iguatu/CE.



Fonte: Organizado pelos autores no *software* de SIG QGIS® Desktop 3.34.11, com a base de dados cartográficos contínuos do Brasil (IBGE, 2023) e o Modelo Digital de Elevação da missão SRTM, com resolução espacial de 30 metros (INPE, 2011) e o *basemap* da ESRI Topography (2024).

Quadro 4 – Legenda das Formas Individualizadas do município de Iguatu/CE.

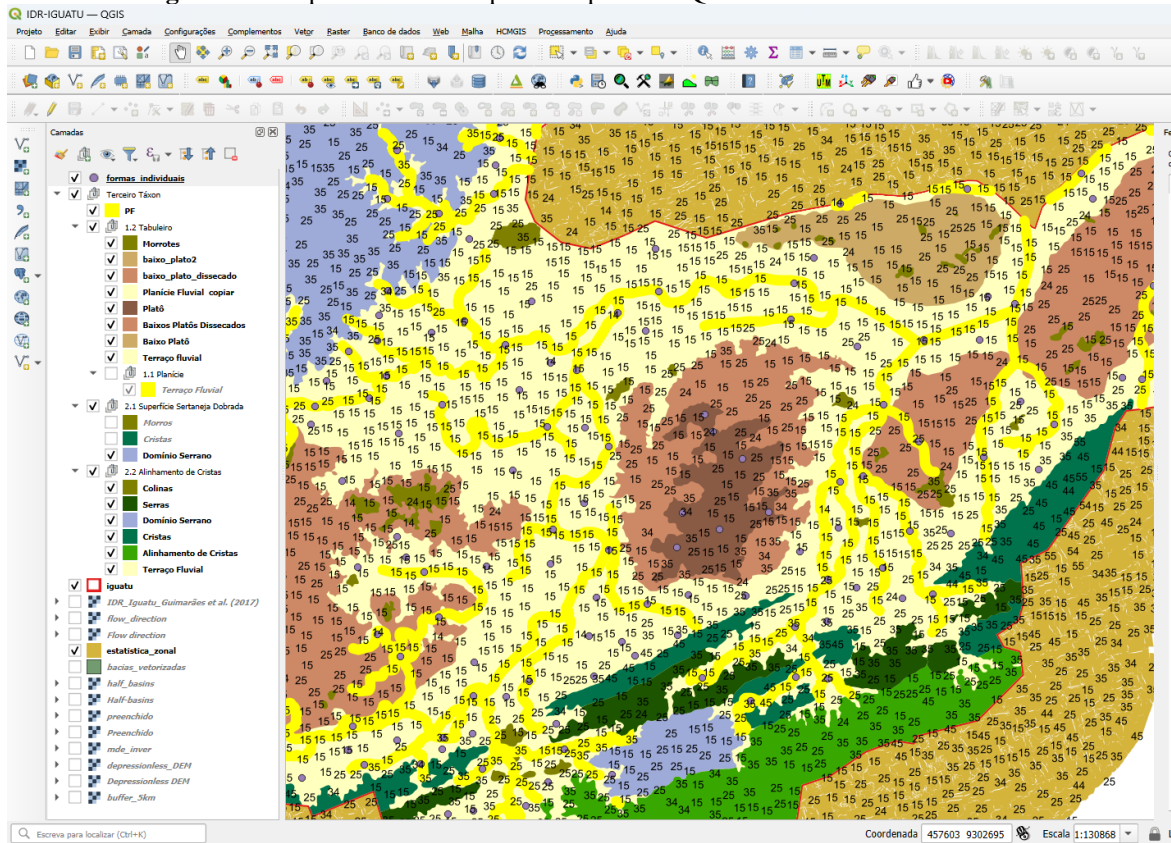
PRIMEIRO TÁXON	SEGUNDO TÁXON	TERCEIRO TÁXON	QUARTO TÁXON	ÍNDICE DISSECAÇÃO DO RELEVO	
Bacia Sedimentar do Iguatu	Planície	R1a	Planície Fluvial	Apf – Formas de Acumulação Planícies Fluviais	Abrange Dissecação Fraca : Apf14; Apf15; Apf24; Apf25; Apf35. Abrange Dissecação Moderada : Apf34.
		R1b2	Terraço Fluvial	Aptf – Formas de Acumulação Planície e Terraço	Abrange Dissecação Fraca : Apf14; Apf15; Apf24; Apf25; Apf35. Abrange Dissecação Moderada : Apf34.
	Tabuleiro	R2a1	Platô	Dt – Formas Denundacionais de Topos Tabulares	Abrange Dissecação Fraca : Dt15; Dt24; Dt25; Dt35. Abrange Dissecação Moderada : Dt34.
		R2b1	Baixo Platô	Da – Formas Denundacionais de Topos Aguçados	Abrange Dissecação Fraca : Da15; Da25.
		R2b2	Baixos Platôs Dissecados	Da – Formas Denundacionais de Topos Aguçados	Abrange Dissecação Fraca : Da15; Da24; Da25. Abrange Dissecação Moderada : Da34.
		R4a1	Colinas	Dc – Formas Denundacionais de Topos Convexos	Abrange Dissecação Fraca : Dc14; Dc15; Dc24; Dc25; Dc35.
	Domínio dos Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja Dobrada	R4c1	Domínio Serrano	Da – Formas Denundacionais de Topos Aguçados
Domínio Serrano				Dc – Formas Denundacionais de Topos Convexos	Abrange Dissecação Fraca : Dc15; Dc25; Dc35. Abrange Dissecação Moderada : Dc34. Abrange Dissecação Muito Forte : Dc45.
Alinhamento de Cristas		R4c1	Domínio Serrano		Abrange Dissecação Fraca : Da15; Da25.
		R4a3	Serras	Da – Formas Denundacionais de Topos Aguçados	Abrange Dissecação Fraca : Da15; Da25; Da35. Abrange Dissecação Moderada : Da34.
		R4b1	Alinhamento de Cristas	Da – Formas Denundacionais de Topos Aguçados	Abrange Dissecação Fraca : Da15; Da24; Da25; Da25.

		R4b2	Cristas		Abrange Dissecação Moderada : Da34. Abrange Dissecação Muito Forte : Dc45.
				Dc – Formas Denundacionais de Topos Convexos	Abrange Dissecação Fraca : Dc25; Dc35. Abrange Dissecação Muito Forte : Dc45.
				Dt – Formas Denundacionais de Topos Tabulares	Abrange Dissecação Moderada : Da34.
			Da – Formas Denundacionais de Topos Aguçados	Abrange Dissecação Fraca : Da15; Da25. Abrange Dissecação Forte : Da44. Abrange Dissecação Muito Forte : Da45.	
			Dc – Formas Denundacionais de Topos Convexos	Abrange Dissecação Fraca : Dc15; Dc25; Dc35. Abrange Dissecação Moderada : Dc34. Abrange Dissecação Forte : Da44. Abrange Dissecação Muito Forte : Dc45; Dc55.	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de leituras e adaptações de Ross (1992, 2012), IBGE (2009) e Dantas, Lacerda e Maia (2023)

Para realizar o quarto táxon necessita-se dos valores das variáveis do Índice de Dissecação do Relevo, realizado anteriormente. Sobreponha os vetores do terceiro táxon sobre o IDR, mas contendo o rótulo do IDR, ou seja, a sobreposição e a observação da morfologia do topo (a, c, t, p) exigem o olhar do pesquisador alindo os dados obtidos com a interpretação visual (Figura 12).

Figura 12 – Captura de Tela do primeiro passo do Quarto Táxon em ambiente SIG.

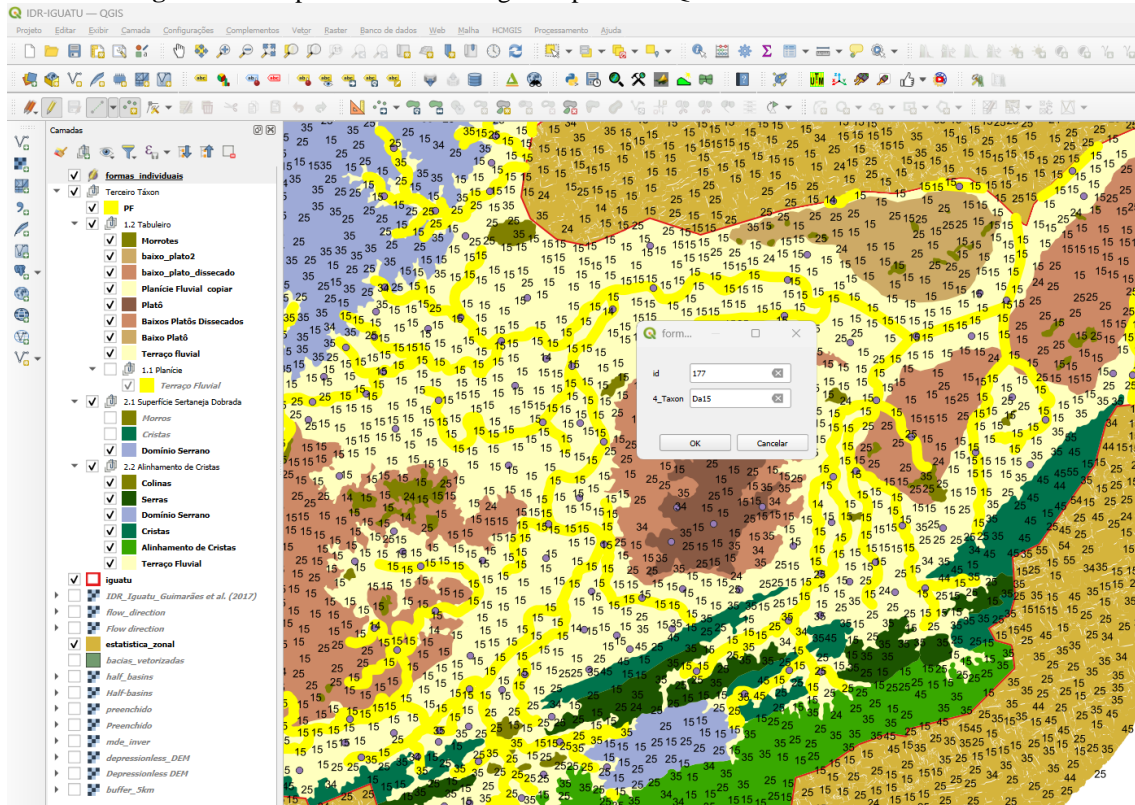


190

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir disso, é criado um novo *shapefile* com a ferramenta “Nova Camada Shapefile” no QGIS, no formato de pontos. Com o clique sobre as unidades dos padrões de formas (3º táxon), criasse uma coluna das formas individualizadas (4º táxon) onde há identificação da forma junto com a variável do índice de dissecação (Figura 13).

Figura 13 – Captura de Tela do segundo passo do Quarto Taxon em ambiente SIG.



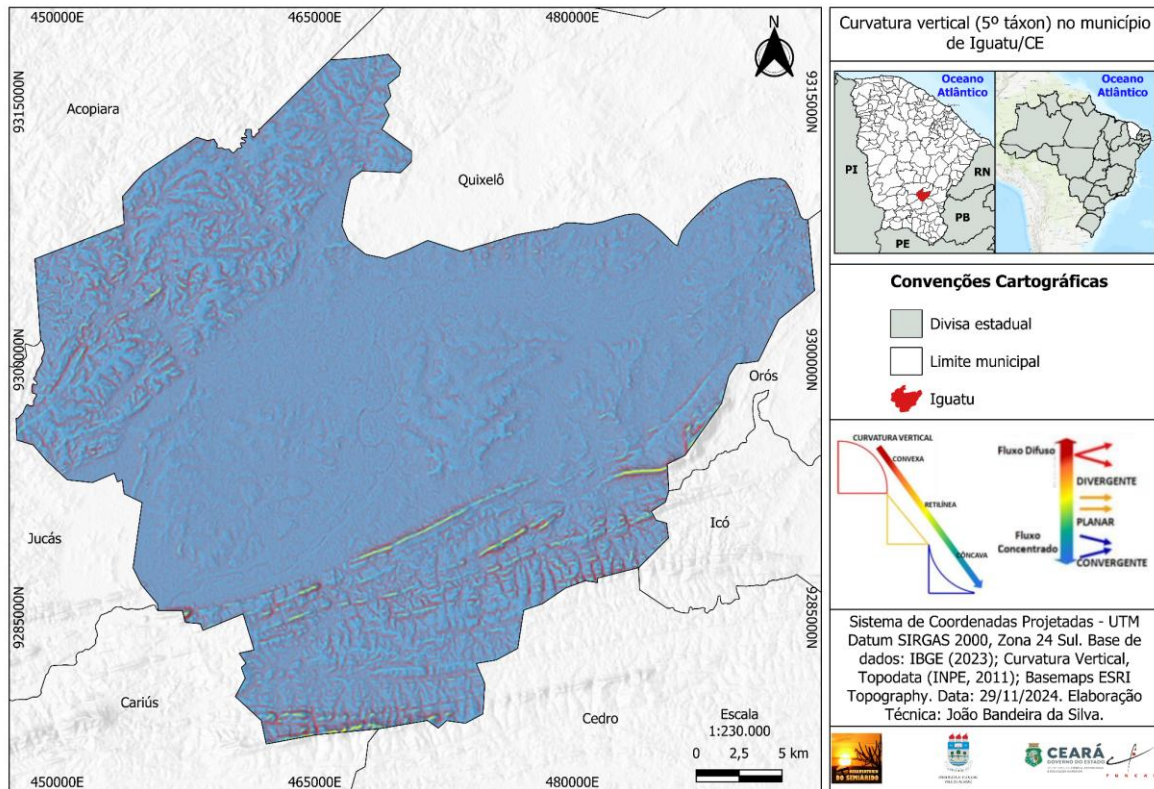
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em sequência o **5º táxon**, os **tipos de vertentes**, são vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo. São classificados esses setores como convexos, retilíneos, planos aguçados, abruptos e côncavos. Dessa maneira, tem a gênese e idade mais recente. Assim, são identificadas por seus diversos setores do tipo “[...] escarpada (Ve), convexa (Vc), retilíneos (Vr), côncava (Vcc), em patamares inclinados (Vpi), topos convexos (Tc), topos planos (Tp) entre outras [...]” (Ross, 1992, p. 28).

Há algo a se mencionar, só podem ser representados cartograficamente quando se trabalha com fotografias aéreas em escalas grandes ou de detalhe como 1:25.000, 1:10.000 e 1:5.000. E do contrário, em escalas médias de 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000, as vertentes não podem ser especializadas, a não ser com símbolos pontuais ou lineares que identifiquem os tipos de vertentes. Pode-se utilizar a curvatura vertical, índice morfométrico que é consultado no website <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>> do INPE, do projeto Topodata.

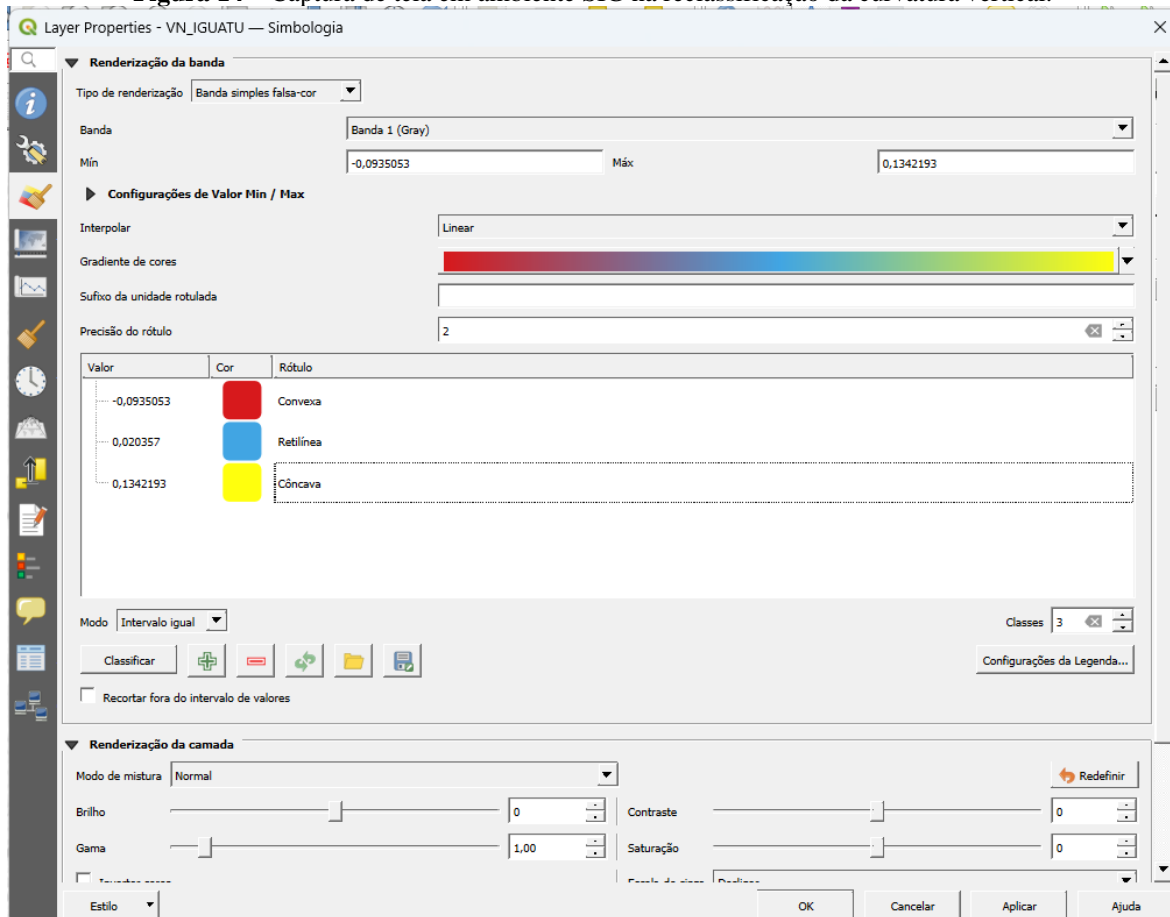
Conforme Valeriano (2003), a curvatura vertical (Mapa 06) tem como caráter convexo/côncavo do terreno quando analisado em perfil.

Mapa 6 – Curvatura Vertical do município de Iguatu - CE.



Fonte: Organizado pelos autores no *software* de SIG QGIS® Desktop 3.34.11, com a base de dados cartográficos contínuos do Brasil (IBGE, 2023), a curvatura vertical do projeto Topodata, com resolução espacial de 30 metros (INPE, 2011), e o *basemap* da ESRI Topography (2024).

O modelo já vem classificado e categorizado, com cinco classes (V5), no SIG apenas foi reclassificado (Figura 14) na simbologia de três classes (V3). Simula digitalmente a curvatura do terreno, seja côncavo, convexo e retilíneo, é desenvolvido para levantamentos de campo em escalas detalhadas.

Figura 14 – Captura de tela em ambiente SIG na reclassificação da curvatura vertical.

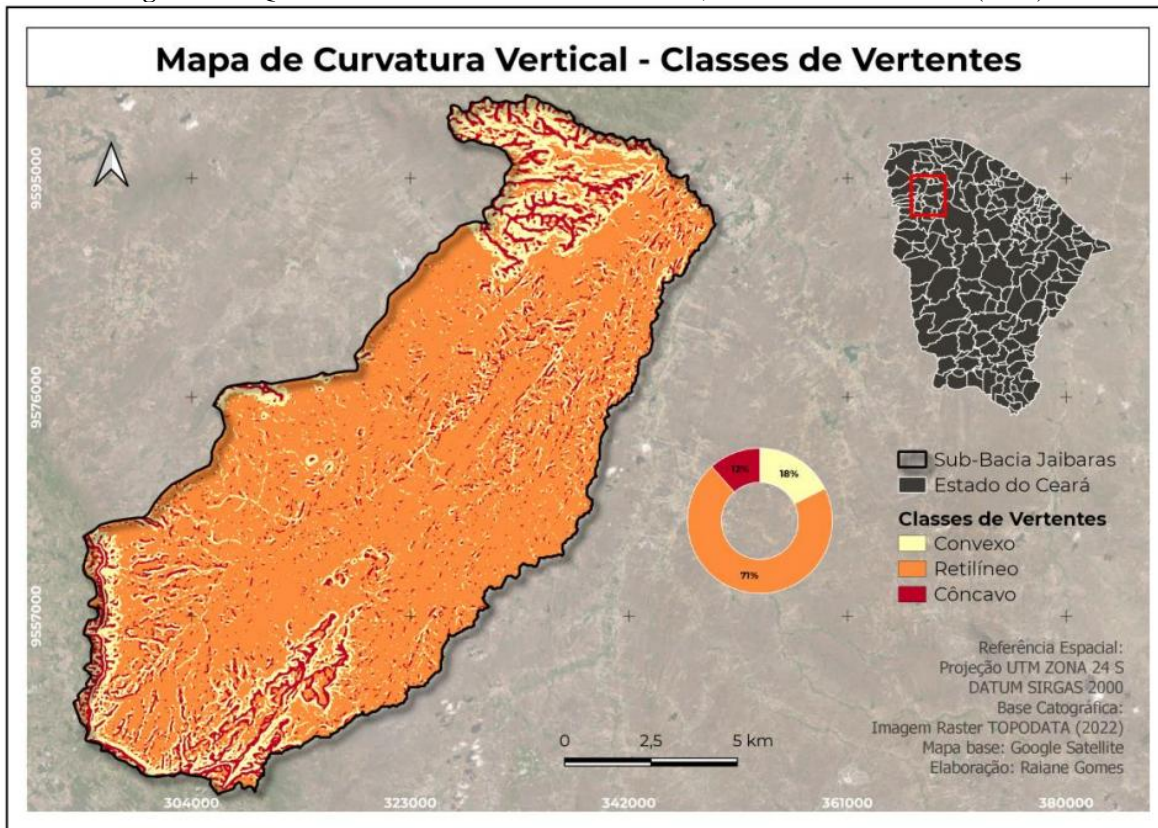
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Para a classificação da curvatura vertical no esquema de V3 - côncava (valores positivos), retilínea (valor nulo ou próximo de 0) e convexa (valores negativos) -, foi utilizado o plano VN original, sem tratamento. E para o esquema de V5, o plano VN foi mais uma vez suavizado, com filtro média em janela de dimensão 7x7. Esse índice morfométrico é o método para a construção do 5º táxon para identificação dos tipos de vertentes.

Já o **6º táxon** representa as **formas lineares e areolares recentes** refere-se às formas de relevo menores, geradas ao longo das vertentes por processos geomórficos atuais e por indução antrópica. A erosão se torna o agente escultor das vertentes *idem* no solo, que cria sulcos, ravinas, voçorocas e cicatrizes de deslizamentos. São totalmente induzidas pela interferência da ação humana no ambiente natural, e torna o ambiente instável do ponto de vista morfodinâmico. Na espacialização cartográfica, só são efetuados em escalas grandes.

Gomes, Falcão Sobrinho e Vital (2023), trabalharam na sua área de estudo, a sub-bacia do rio Jaibaras, além dos outros níveis taxonômicos, o quinto táxon e o sexto táxon. Como o quinto táxon refere-se às distintas tipologias de vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo, as principais vertentes encontradas foram as formas geométricas convexa-topo convexo e retilíneo. Para cartografar, utilizaram também a curvatura vertical (Figura 15).

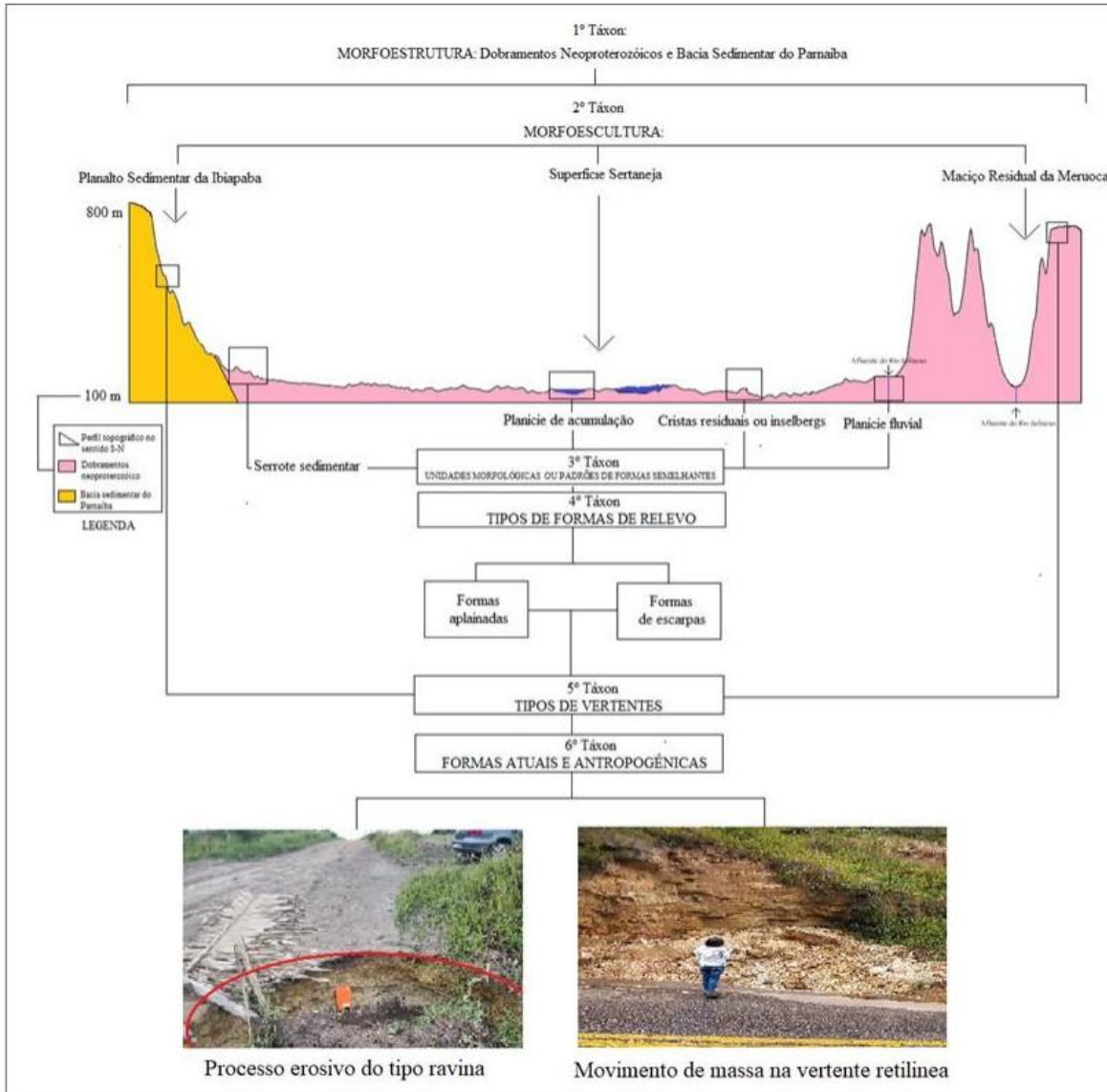
Figura 15 – Quinto táxon na área de estudo de Gomes, Falcão Sobrinho e Vital (2023).



Fonte: Gomes, Falcão Sobrinho e Vital (2023, p. 103).

Os autores, mencionam que nas elevações como os inselbergues graníticos e sedimentares, cristas graníticas e colinas encontram-se formas de vertentes convexas e retilíneas. Já no alto curso da sub-bacia, constituída pela morfoescultura do Maciço Residual da Meruoca e o Planalto Sedimentar da Ibiapaba, há o desenvolvimento de vertentes convexas-topos convexas.

Ao sexto nível taxonômico, correspondeu à formação de pequenos relevos por processos erosivos atuais, e pela escala de detalhe maior, foi realizado amostragens e um esquema (Figura 16). Identificou-se no baixo curso e no compartimento do Planalto da Ibiapaba da área de estudo processos erosivos em formas de sulcos e ravinas e a ocorrência de movimentos de massas associados a cobertura vegetal descaracterizada (solo desnudo), facilitou o transporte de sedimentos.

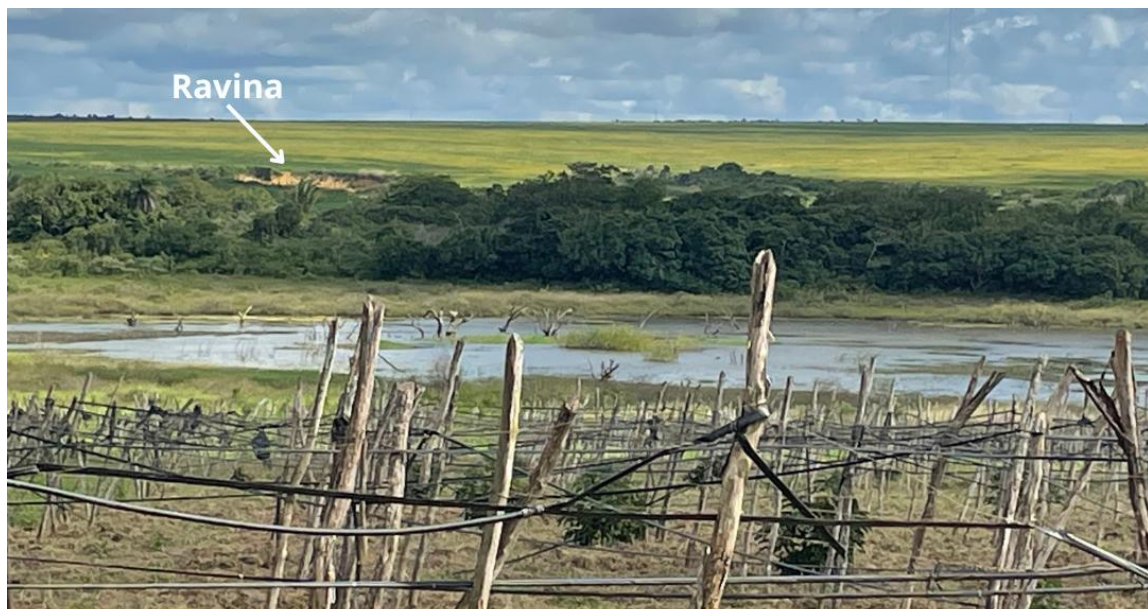
Figura 16 – Esquematisação da proposta de Ross (1992) na área de estudo de Gomes, Falcão Sobrinho e Vital (2023).

Fonte: Gomes, Falcão Sobrinho e Vital (2023, p. 106).

No médio curso da sub-bacia e no Maciço Residual da Meruoca, os processos erosivos foram de formas lineares e em ravinas, por ocorrência de solos rasos e pedregosos. No alto curso, onde há áreas montanhosas, declividades acentuadas e solos com baixa a média resistência à erosão, também obtiveram formas lineares e em ravinas. E como formas antropogênicas, são os aterros, cortes de estradas e a mineração de rochas (Gomes; Falcão Sobrinho; Vital, 2023).

Ao sexto nível taxonômico, corresponde à formação de pequenos relevos por processos erosivos atuais, e pela escala de detalhe maior este táxon é representado a partir de trabalhos e coletas em campo. A figura 17 evidencia no município de Ubajara em um setor de superfícies planas com colinas suaves, processos erosivos em formas de ravinas e a ocorrência de movimentos de massas associados a cobertura vegetal descaracterizada (solo desnudo), que facilitou o transporte de sedimentos nos setores com maior declividade.

Figura 17 – Representação de processos erosivos em forma de ravinas em Ubajara-CE



Fonte: Os autores (2025)

O quarto, quinto e sexto táxons são identificados a partir da escala. A depender da área ou do elemento físico-natural a ser pesquisado, o quarto táxon não poderá ser representado em município de escalas acima de 1:50.000, por exemplo. Assim, como também o quinto táxon, em escalas acima de 1:10.000, e o sexto táxon que denotam de formas lineares e areolares recentes que podem estar dentro do quinto táxon. Trabalhar com os níveis taxonômicos inferiores, sempre levará em consideração a escala de análise da sua pesquisa.

Ressalta-se que a análise desse método para mapear o relevo é sistemática, porém a representação cartográfica não é sistemática. Pois, as unidades de relevo estão seguindo uma hierarquia morfo genética, e o produto cartográfico não consegue representar essa ideia.

Assim, muitas vezes, são mapas separados por cada unidade, mas a legenda pode trazer essa compreensão a partir da morfoestrutura, morfoescultura, unidades de padrões semelhantes e os tipos de formas individualizadas. Já os outros níveis taxonômicos, são representados separados, mas a análise pode compreender os compartimentos de cada unidade de padrão de formas semelhantes ou com o quarto táxon.

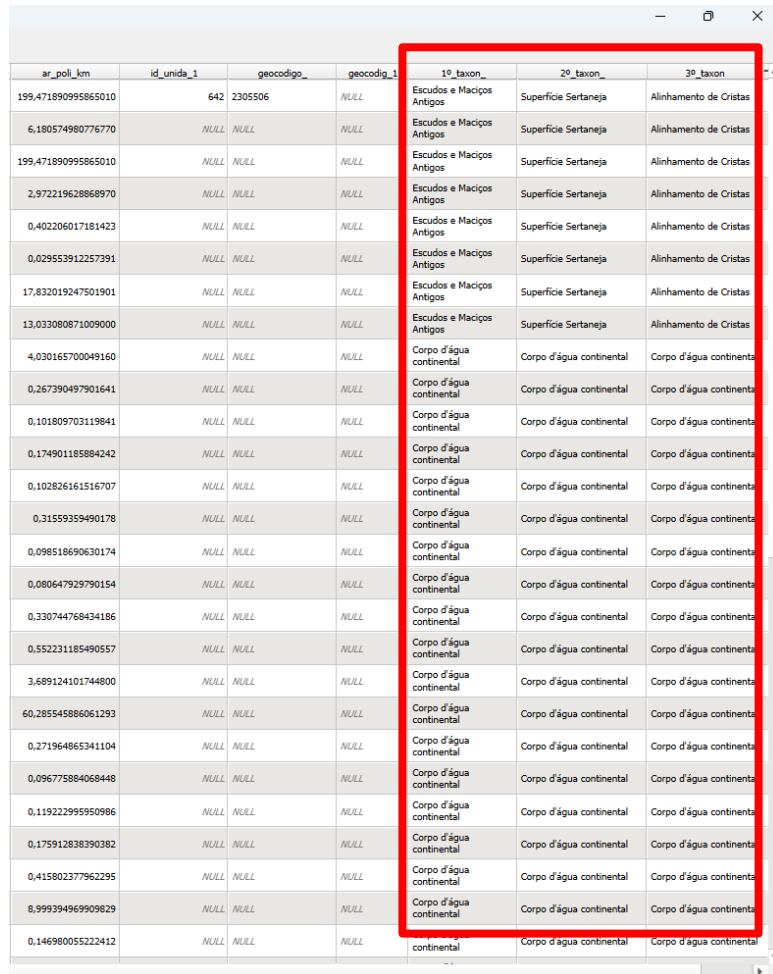
É claro que há uma dificuldade de padronização das formas de relevo, pela compreensão abstrata para compreender a sua hierarquização na paisagem. Um problema que pode ocorrer durante a classificação é colocar primeiro a morfoescultura do que a morfoestrutura, quando há a presença das superfícies rebaixadas, que precisam ser compreendidas de forma morfoestrutural primeiro e depois identificar na morfoestrutura as unidades morfoesculturais.

Pois, o polígono é o mesmo entre o primeiro e o segundo táxon, por isso o critério segue a mesma ideia da classificação de Ab'Saber (1969). Onde primeiro se demarcar, identifica e delimita o polígono, pela compartimentação topográfica, e com ela inicia-se a estrutura superficial das paisagens, que pode encontrar o segundo, terceiro, quarto, quinto e sexto táxon de Ross (1992), pela morfogênese e morfocronologia.

Outra forma de realizar o mapeamento através da taxonomia de Ross (1992) é reclassificando as unidades geomorfológicas por meio da tabela de atributos (Figura 18) nos dados vetoriais (*shapefile* e *geopackage*). Essas informações estão contidas nos dados do mapeamento dos recursos naturais (Geomorfologia, Pedologia, Geologia e Vegetação) no Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA) realizado em 2021 e disponível no

website: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Ressalta que as informações do BDIA foram georreferenciadas a partir do mapeamento dos recursos naturais feito pelo Projeto RADAMBRASIL entre as décadas de 1970 e 1980 em todo o território nacional. A escala disponível é de 1:250.000.

Figura 18 – Reclassificação de colunas na tabela de atributos.



ar_poli_km	id_unida_1	geocodigo_	geocodig_1	1º taxon_	2º taxon_	3º taxon_
199,471890995865010	642	2305506	NULL	Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja	Alinhamento de Cristas
6,180574980776770	NULL	NULL	NULL	Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja	Alinhamento de Cristas
199,471890995865010	NULL	NULL	NULL	Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja	Alinhamento de Cristas
2,972219628868970	NULL	NULL	NULL	Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja	Alinhamento de Cristas
0,402206017181423	NULL	NULL	NULL	Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja	Alinhamento de Cristas
0,029553912257391	NULL	NULL	NULL	Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja	Alinhamento de Cristas
17,832019247501901	NULL	NULL	NULL	Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja	Alinhamento de Cristas
13,033080871009000	NULL	NULL	NULL	Escudos e Maciços Antigos	Superfície Sertaneja	Alinhamento de Cristas
4,030165700049160	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,267390497901641	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,101809703119841	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,174901185884242	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,102826161516707	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,31559359490178	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,098518690630174	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,080647929790154	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,330744768434186	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,552231185490557	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
3,689124101744800	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
60,285545886061293	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,271964865341104	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,096775884068448	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,119222995950986	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,175912838390382	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,415802377962295	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
8,999394969909829	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental
0,146980055222412	NULL	NULL	NULL	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	Corpo d'água continental

Fonte: Captura de tela realizada pelos autores (2025).

No BDIA pode-se adquirir as informações de Geomorfologia, por exemplo, em escala nacional, bioma, estadual ou municipal. Uma vez escolhida a sua escala de análise, tanto pode extrair uma feição geomorfológica por meio da “Ferramenta Selecionar” do QGIS® e salvar em uma pasta. Com o *shapefile* da sua área de estudo pode reclassificar na tabela de atributos do *shapefile* criando colunas do 1º, 2º, 3º táxon (dependendo da escala da área de estudo) é possível criar a tipologia de cada táxon.

Se caso a sua área de estudo não abrange mais formas de relevo, isso acontece pela a escala de trabalho realizada pelo Projeto RADAMBRASIL que o BDIA obteve, pode-se realizar o mesmo procedimento de criação de formas com as curvas de nível, citadas em parágrafos anteriores, e unir com o *shapefile* do BDIA da sua área e reclassificar nas colunas dos táxons na tabela de atributos.

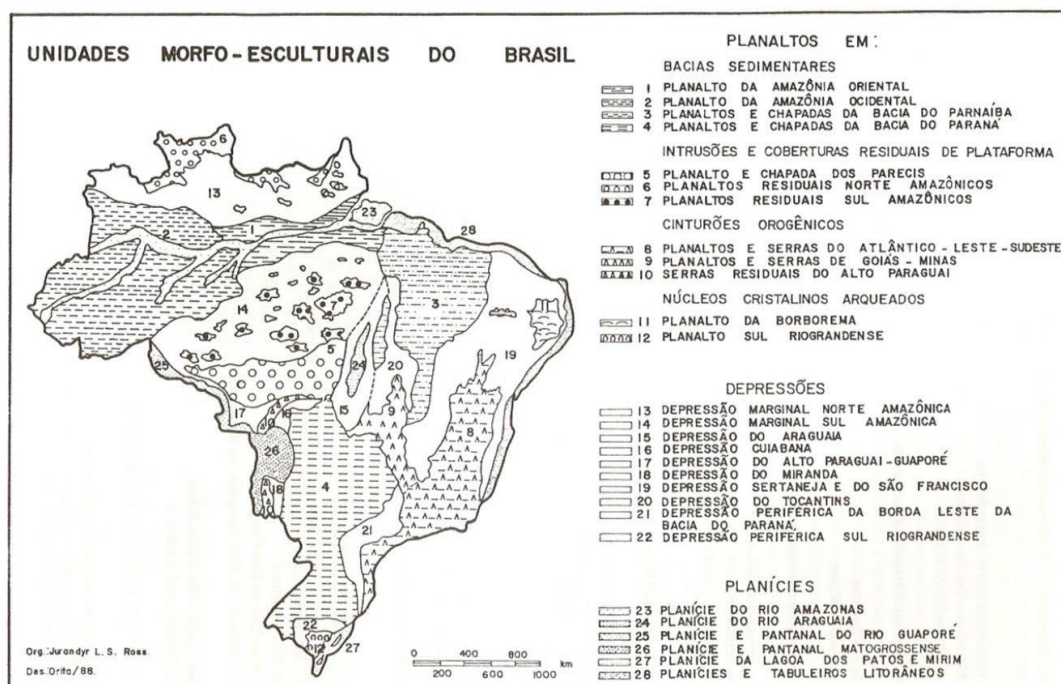
AJUSTES TAXONÔMICOS: A INCORPORAÇÃO DA HIERARQUIA DO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO (SBCR)

Ao longo do tempo a compreensão do relevo brasileiro passou por vários critérios e métodos de cada época. O primeiro pode-se citar do professor Aroldo de Azevedo que classificou o relevo brasileiro em duas unidades, as Planícies e os Planaltos. Este último subdividiu em Planalto das Guianas e Planalto Brasileiro (Azevedo, 1949). Na época em que foi classificada não havia tantos aparatos tecnológicos, foi usado apenas a compreensão altimétrica.

Anos mais tarde o professor Ab'Saber continuou com a mesma subdivisão em duas unidades geomorfológicas (Planícies e Planaltos). Melhorou a subdivisão dos planaltos de Azevedo (1949) e subdividiu as planícies também. Ab'Saber (1964) trouxe como unidades os Planícies e Terras Baixas Amazônicas, Planície do Pantanal, Planícies e Terras Baixas Costeiras, Planalto das Guianas, Planalto Central, Planalto Nordeste, Planalto Meridional, Planalto Uruguaio-Riograndense, Serras e Planaltos do Leste e Sudeste e o Planalto do Maranhão-Piauí. Usou como critérios, além do altimétrico, a união das classificações antigas e a visualização do território nacional por meio do campo e aerofotografias.

Na década de 1980, o professor Jurandy Ross, colaborou com uma nova proposta de classificação do relevo, buscando atualizar as concepções geomorfológicas vigentes. Está por sua vez, levou em consideração, além do critério altimétrico, aerofotografias e a revisão bibliográfica das classificações anteriores, os trabalhos de mapeamentos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL. Contudo, o grande diferencial dessa classificação de Ross (1985) reside no critério morfogenético adotado, classificou em três grandes unidades os Planaltos, Planícies e as Depressões com forte ênfase na gênese e evolução, Figura 19.

Figura 19 – Unidades morfoesculturais do Brasil de acordo com Ross (1985)



Fonte: Ross (1985)

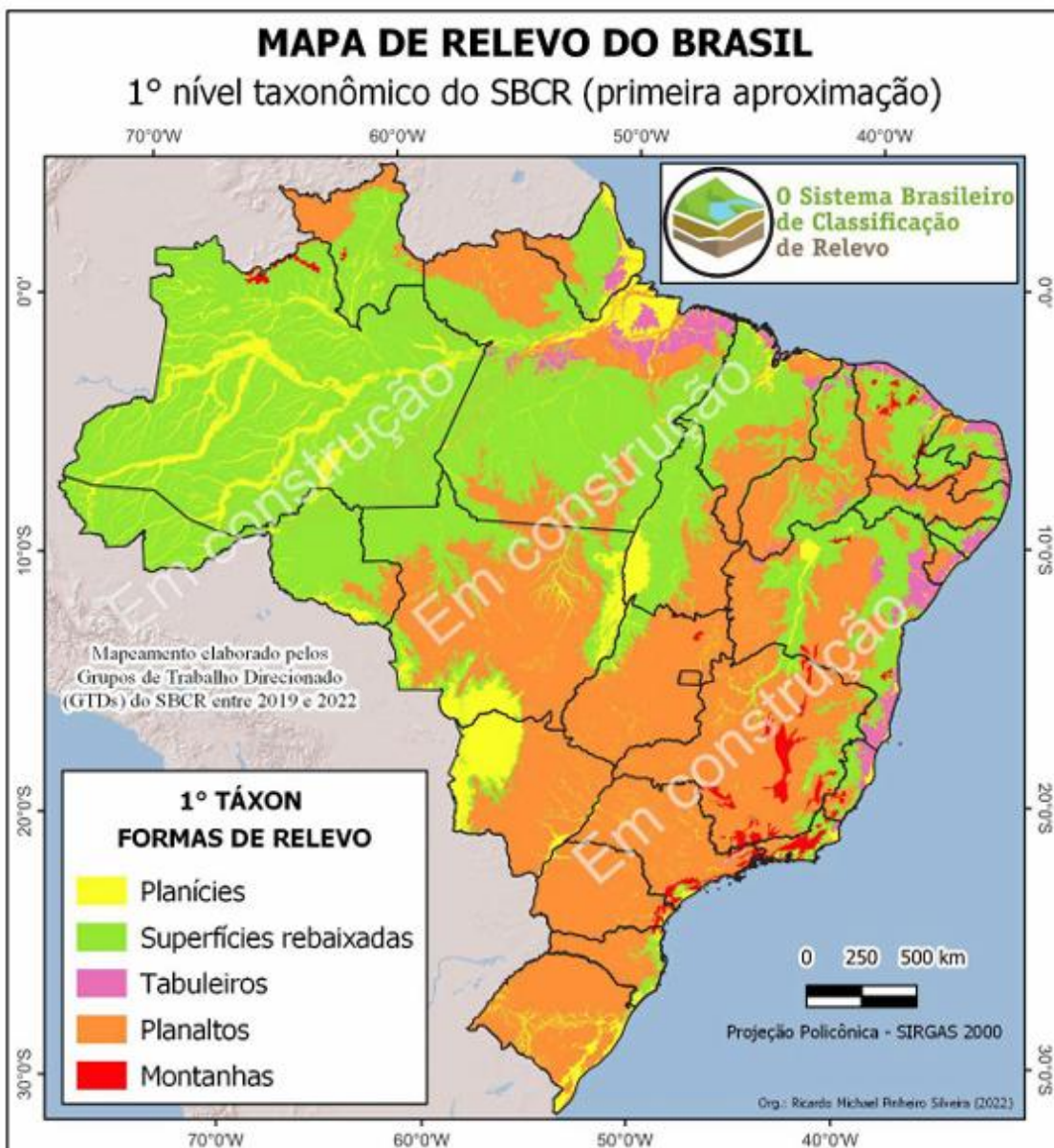
Em Ross (1985) destaca-se o papel paleoclimáticos e da alternância de processos como pediplanação e erosão linear na formação e extensão das Depressões, por exemplo. Esta

visão, que prioriza o domínio dos processos e clima na delimitação das grandes unidades, estabeleceu o precedente teórico fundamental para a hierarquia adotada posteriormente pelo Sistema Brasileiro de Classificação do relevo (SBCR), reforçando um diálogo metodológico construtivo sobre a gênese das formas brasileiras.

Durante o XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada (SBGFA), realizado na cidade de Fortaleza (CE) em 2019, teve lugar o 1º Workshop de Cartografia Geomorfológica, organizado pela União da Geomorfologia Brasileira (UGB). Teve premissas e avanços para classificar a representação do relevo brasileiro (IBGE, 2020).

Com criação de Grupos de Trabalhos e Núcleo Locais Colaborativos, para debater e apresentar bases formais para a definição dos conceitos, termos e estrutura organizacional a serem adotados no novo Sistema de Classificação do Relevo (SBCR). No ano de 2024 foi publicado o segundo workshop sobre o SBCR e apresentou o primeiro mapa do relevo brasileiro com o 1º táxon, com as unidades de Tabuleiros, Planícies, Superfícies Rebaixadas, Planaltos e Montanhas (Figura 20).

Figura 20 – Primeira Aproximação do Relevo Brasileiro pelo SBCR.



Fonte: IBGE (2020, p. 10)

O SBCR, ao estabelecer uma hierarquia baseada na morfogenética e na morfocronologia, exigiu uma redefinição clara e objetiva das grandes classes, superando ambiguidades presentes em classificações anteriores. Este movimento garantiu que a nomenclatura utilizada pelos geomorfólogos em todo o país fosse coerente e replicável. A seguir, destacamos as novas definições para as unidades de relevo, que integram critérios altimétricos, geomorfométricos e genéticos, conferindo um patamar de precisão inédito ao mapeamento do território brasileiro:

Apresentou as definições das novas formas do relevo brasileiro, onde (IBGE, p. 28-29)

[...] Montanhas são feições elevadas com amplitude altimétrica superior a 300 metros em relação às áreas circunvizinhas, predominantemente com topos aguçados ou em cristas e vertentes declivosas, cuja ocorrência normalmente está associada a conjuntos dissecados contínuos, em sistemas orogênicos ou crátons. [...]

[...] Tabuleiros são formas de relevo predominantemente dissecadas, com topo plano e/ou com suaves ondulações, podendo apresentar patamares escalonados, com baixa declividade, bordas escarpadas, altimetria inferior a 250m, amplitude de 20m e 60m, com cobertura sedimentar de idade Neógena e com rochas pouco litificadas.

[...] Superfícies Rebaixadas como os relevos mais baixos do que as áreas adjacentes, resultantes de processos denudacionais, com declividades e variações altimétricas baixas e médias, podendo estar em regiões interplanálticas, intermontanas ou marginais e conter relevos residuais.

[...] Planaltos são relevos elevados em relação às superfícies adjacentes, ao menos em uma de suas bordas, com distintos níveis de dissecção (incluindo topos planos), com variadas declividades e níveis altimétricos, sendo esculpidos em diferentes substratos geológicos.

[...] Planícies são relevos predominantemente planos, desenvolvidos em depósitos sedimentares inconsolidados de idade quaternária, onde a acumulação supera a erosão, resultando em distintas feições decorrentes da ação de processos fluviais, marinhos, lacustres, lagunares e eólicos. [...]

A adoção dessas definições pelo SBCR é uma das maiores contribuições metodológicas para a área, pois apresenta um linguajar técnico inequívoco para as formas de relevo em nível nacional. Essa precisão conceitual é essencial para a correta classificação das formas individualizadas. Ao incluir critérios como o distinto nível de dissecção e a relação com as superfícies adjacentes nas definições de Planaltos, por exemplo, o SBCR valida e integra o dado geomorfométrico ao conceito taxonômico, garantindo que o mapeamento final seja rigoroso tanto no aspecto genético quanto no quantitativo.

Anterior ao Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) trabalhos voltados ao ordenamento territorial foram essenciais para o planejamento e o desenvolvimento sustentável do Brasil, especialmente em razão da extensão continental e da expressiva diversidade ambiental e socioeconômica que caracterizam o território nacional. Ter uma compreensão e até mesmo uma sistematização das unidades do relevo representa um passo determinante, uma vez que o relevo interfere diretamente na ocupação humana, nos usos da terra, na conservação ambiental e no planejamento de infraestruturas.

Nesse cenário Ross foi responsável pelo desenvolvimento de uma das mais importantes propostas de ordenamento territorial do Brasil, com publicação atualizada em 2022, cujo mapa e metodologia seguem sendo amplamente utilizados tanto no meio acadêmico quanto em políticas públicas e estudos aplicados. O trabalho, disponível no site oficial do autor (www.juraross.com.br), apresenta uma detalhada compartimentação do relevo brasileiro em unidades regionais, construídas a partir de critérios morfoestruturais, morfoesculturais e morfoclimáticos, o que permite uma leitura integrada e aplicada do território.

Cabe destacar que esse trabalho foi desenvolvido paralelamente às primeiras iniciativas nacionais voltadas à estruturação do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR), uma abordagem que visa organizar e padronizar os critérios técnicos para o mapeamento do relevo em diferentes escalas e finalidades. Ross não apenas participou das discussões que fundamentaram o SBCR, como sua proposta de ordenamento se tornou um dos referenciais metodológicos que dialogam diretamente com esse sistema, permitindo a articulação entre o conhecimento acadêmico, a cartografia temática e as demandas práticas do ordenamento territorial.

A metodologia de Ross (1992) estabeleceu o arcabouço taxonômico fundamental para o mapeamento do relevo no Brasil, sendo uma metodologia altamente utilizada até hoje por sua clareza operacional. Sua proposta inicial definiu uma hierarquia de seis táxons, onde a Morfoestrutura era o primeiro nível (englobando as grandes estruturas geológicas e tectônicas) e a Morfoescultura no segundo táxon. A morfoescultura, por sua vez, está conceitualmente ligada à morfogenética, pois expressa o resultado dos processos externos e do clima que agem sobre a estrutura, ou seja, o domínio do agente modelador. Essa hierarquia, que estabelece a morfoestrutura como táxon superior, será o ponto de partida do nosso roteiro, mas será revisita na discussão comparativa com o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) (Quadro 5).

Quadro 5 - Fatores Dominantes e Níveis Taxonômicos na Hierarquia de Classificação do Relevo de acordo com o SBCR e Ross

Taxonomia do Relevo (ROSS, 1992)	Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo	Fator Dominante
1º Táxon: Morfoestrutura	1º Táxon: Macrocompartimentos do relevo	Processos atuais e pretéritos (clima e agentes modeladores)
2º Táxon: Morfoescultura	2º Táxon: Domínio Morfoestrutural	Estrutura Geológica e Tectônica que definem as grandes feições

Fonte: Organizado pelos autores a partir das propostas da taxonomia do relevo e do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo.

Enquanto o SBCR busca fornecer um sistema padronizado de classificação do relevo aplicável em estudos técnicos e ambientais, a taxonomia proposta por Ross amplia a compreensão espacial do relevo em escalas regionais e nacionais, favorecendo análises integradas que subsidiam tanto o ensino da Geografia quanto o planejamento territorial e a formulação de políticas públicas. Nesse sentido, a contribuição de Ross e a estruturação do SBCR se complementam, oferecendo ferramentas fundamentais para o entendimento e a

gestão do espaço brasileiro, especialmente em um contexto de crescente demanda por estratégias sustentáveis de ocupação e conservação dos territórios.

Perante as discussões de aplicação e representação nos estudos de caráter geomorfológico as unidades morfoestruturais devem ser descritas de forma simplificada, representando os aspectos geológicos que impactam diretamente o relevo regional, mas priorizando e descrevendo com maior ênfase as unidades morfoesculturais. Para o uso em estudos geomorfológicos alguns autores afirmam que os aspectos geológicos evidenciados no táxon de morfoestruturas não são totalmente aproveitados no sentido de aplicar e representar em termos práticos.

A complexidade em se representar o relevo advém de sua base geológica diversificada, as quais as influências das litologias e dos arranjos estruturais da litologia contribuem para essas formas variadas de relevo, mesmo que haja uma contribuição determinante dos tipos de clima ao longo do tempo, os paleoclimas e os climas atuais, a estruturas geológicas sempre aparecem independente de qual tipo climático está atuando.

Entretanto, o próprio desenvolvimento do campo e a formalização do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) levaram a uma importante revisão hierárquica e metodológica para determinar essa alteração. Em Ross (2023), o autor faz uma nova classificação considerando essa mudança da nova classificação, a qual inverte a ordem dos dois primeiros táxons, assim fica a morfoescultura como primeiro táxon, como mostra a figura 21, trazendo uma nova releitura do que foi apresentado em Ross (1985).

Nessa nova proposta de classificação as montanhas foram inseridas, embora elas sejam muito rebaixadas por processos erosivos de milhões de anos nas faixas de dobramentos. Os planaltos são diferenciados do tipo cristalino e sedimentar, as superfícies rebaixadas conhecidas por outras nomenclaturas na literatura como depressões, depressões periféricas, depressões marginais recebem essa nomenclatura geral e as outras unidades são as planícies e tabuleiros.

Os aspectos morfogenéticos analisados no primeiro mapa são mantidos, mas o que muda é a forma de classificar e a maneira como as unidades de relevo são redistribuídas entre o primeiro e o segundo táxon na segunda versão proposta, com ênfase nas morfoesculturas como evidenciado na Figura 14, um mosaico montado a partir dos mapas propostos em (Ross *et al.*, 2023).

Figura 21 – Mapa da divisão das Unidades Geomorfológicas do Brasil, versão 1º táxon Morfoescultura e 2º táxon Morfoestrutura

Figura 1: Mapa da Divisão das Unidades Geomorfológicas do Brasil – Versão Primeiro Táxon – Morfoestruturas.

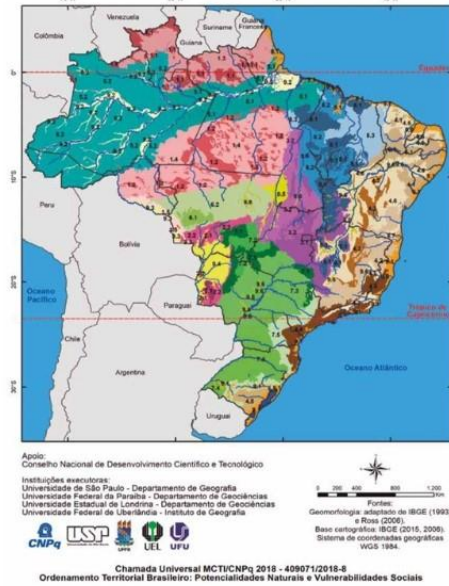


Figura 2: Legenda da Divisão das Unidades Geomorfológicas do Brasil – Versão Primeiro Táxon – Morfoestruturas.



Org.: Os autores, 2020.

Figura 3: Mapa da Divisão das Unidades Geomorfológicas do Brasil – Versão Primeiro Táxon – Morfoescultura.



Figura 4: Legenda da Divisão das Unidades Geomorfológicas do Brasil – Versão Primeiro Táxon – Morfoesculturas.



Org.: Os autores, 2021.

Fonte: Ross et al., 2023

Para exemplificar realizamos o mapeamento dos dois primeiros táxons no município de Ubajara – Ce, seguindo a nova classificação do relevo e a metodologia de Ross (1992) que resultou nas seguintes unidades: a Depressão Periférica, Escarpa, Planalto de Cimeira, Rebordos e Depressão Monoclinal, que possuem características distintas quanto o tamanho e gênese (Figura 22).

Com o auxílio dos dados adquiridos através do mapeamento taxonômico e compatibilização de produtos cartográficos geomorfológicos, foi possível classificar duas versões de representação do relevo para o município de Ubajara, diferenciando-as a partir do enfoque metodológico de acordo com Fernandes e Sobrinho (2025) na Figura 19. Ambas se baseiam nos princípios estabelecidos por Mercerjakov (1968), segundo o qual a troca em

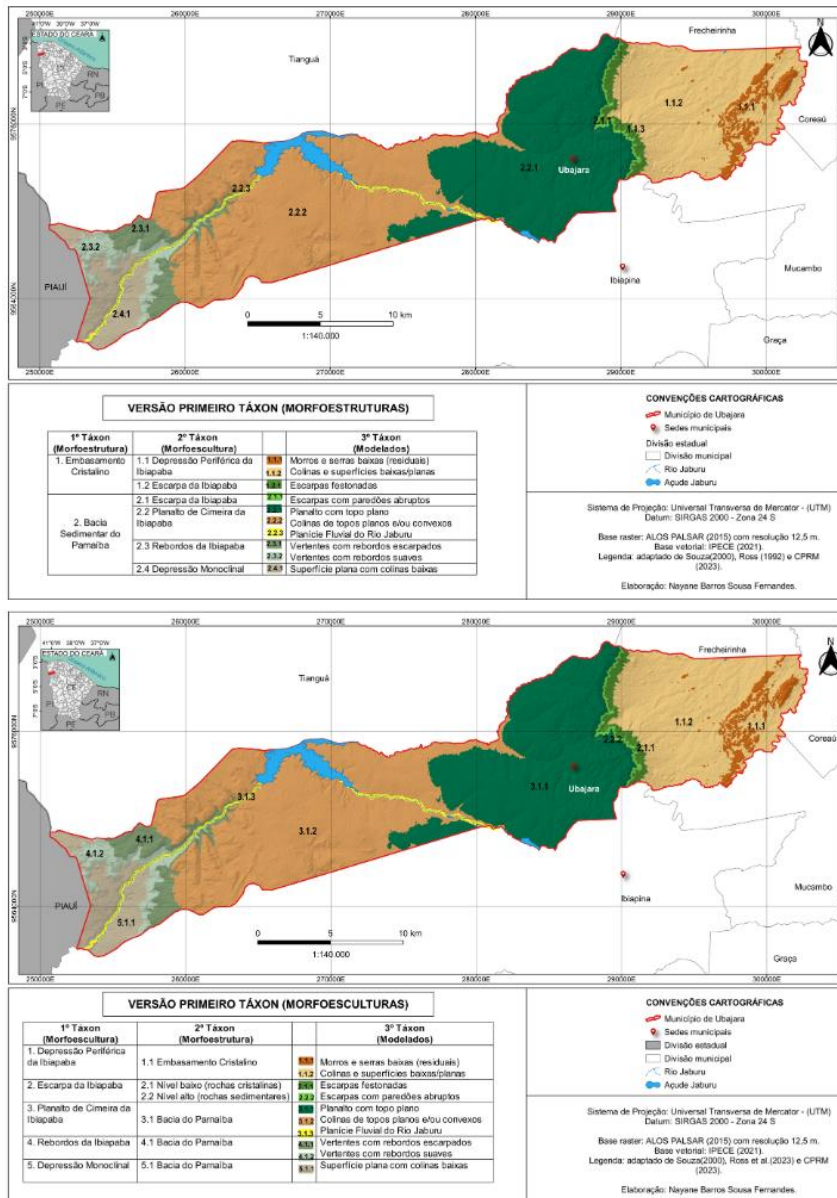
primeiro ou segundo táxon são estabelecidas sem conflitos por apresentarem a mesma ordem de grandeza, o que vai definir a melhor representação é o que vai ser mapeado e priorizado. Assim, independentemente da classificação taxonômica, esses dois primeiros grupos consideram os processos, as formas e as estruturas, elementos de análise da dinâmica e evolução da Terra, reforçando a relevância do levantamento taxonômico do relevo e, por conseguinte, sua aplicação no planejamento territorial e/ou ambiental.

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

Nesse sentido, a hierarquia de Ross (1992) é altamente aplicável como o roteiro operacional que traduz o significado morfogenético das formas para a escala de detalhe, servindo como ferramenta prática para a classificação das unidades inferiores exigidas pelo arcabouço conceitual do SBCR.

Em síntese, os estratos topográficos locais e regionais estão ligados às variadas origens e formações, mas sempre considerando sua estrutura e os processos erosivos simultâneos que influenciaram e continuam influenciando o relevo. Dessa forma, é pertinente a comparação de duas abordagens metodológicas que favorecem uma discussão mais aprofundada sobre o relevo e sua representação cartográfica. Como foram previamente mencionadas, as duas versões não modificam suas dimensões, mas sim a forma particular de apresentar o produto final. Assim, a metodologia de Ross (1992) não se opõe ao sistema nacional, mas oferece um modelo de integração que resolve as questões de fluidez cartográfica em escalas de detalhe.

Figura 22 – Mapa de modelados com versão Ross (1992) e versão SBCR (IBGE, 2020).



Fonte: Os autores (2025).

Em relação à comparação entre as representações utilizando a metodologia de Ross (1992) e a do SBCR (IBGE, 2020d), ambas não apresentam diferenças significativas do ponto de vista morfogênético, uma vez que os dois táxons, morfoestruturais e morfoesculturais, abrangem os elementos essenciais para a análise da dinâmica e evolução do relevo terrestre. Contudo, quando representada em um mapa, a versão de Ross (1992) revelou-se mais intuitiva e de fácil entendimento, por manter a continuidade dos modelos presentes nas morfoesculturas.

Fica evidente que a nova proposta do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) ultrapassa a função de um manual ou artigo metodológico, buscando estabelecer um vínculo sistêmico como os aspectos geomorfológicos, nos moldes de classificações nacionais de grande alcance como o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Em suma, os materiais apresentados nesta pesquisa ao propor um roteiro operacional detalhado e testar a integração da geomorfometria com a taxonomia, possuem o intuito de contribuir para a

construção de um mapeamento taxonômico respeitando seus táxons e em segundo plano com informações atualizadas e com dados de mapeamentos e suas características frente às novas proposições, podendo contribuir para estudos desse sistema nacional.

Ressalta-se também que os Grupos de Trabalhos (GTs) do SBCR, compostos por especialistas são a garantia da natureza dinâmica e evolutiva do sistema. Ao promoverem a constante revisão e o desenvolvimento de subsistemas como o relevo tecnógeno, os GTs asseguram que o SBCR não seja estático, mas um sistema vivo que incorpora novas técnicas e conceitos. Essa estrutura colaborativa valida a contribuição de estudos como o presente, que buscam integrar e testar a aplicabilidade de metodologias clássicas como a de Ross (1992), com as exigências conceituais do sistema nacional vigente, fortalecendo a base para o planejamento territorial e a questão ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das formas de relevo é um recurso que traz uma importante contribuição, assim como a espacialização dos outros componentes físicos-naturais, para a compreensão dinâmica da área a ser estudada ou a criação dos planejamentos de cunho urbano, ambiental e territorial. Conclui-se que este roteiro metodológico, trouxe uma forma de melhorar o entendimento das etapas taxonômicas, além de demonstrar importante integração entre dados brutos e a interpretação do pesquisador conforme segue o rigor da taxonomia do relevo.

Nesse contexto, a análise comparativa entre a taxonomia de ROSS (1992) e o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) reforça a flexibilidade metodológica. A abordagem de Ross (1992) oferece uma abordagem mais intuitiva para a continuidade dos modelados na escala da morfoscultura, e a hierarquia revisada do SBCR confere maior coerência multiescalar ao mapeamento, ao priorizar a morfogenética/morfoclimática (agentes externos) no primeiro táxon e o controle da morfoestrutura (estrutura geológica) no segundo táxon.

A necessidade de padronizar a representação do relevo brasileiro culminou na consolidação do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR). Contudo, a aplicação do SBCR em escalas de detalhe e na complexidade do relevo semiárido, por exemplo, exige um debate aprofundado e suporte metodológico que garanta a fidelidade cartográfica e a coerência analítica. O Roteiro Metodológico aqui sistematizado, fundamentado na taxonomia do relevo de Ross (1992), oferece-se como o artefato de fundamentação técnica e discussão para trabalhos que a metodologia do SBCR seja aplicado e que este seja realizado com o rigor técnico demandado.

Contudo, o presente trabalho ratifica a tese de que os dados geomorfométricos e suas técnicas inovadoras são apenas o ponto de partida. O conhecimento geomorfológico e a validação empírica em campo permanecem como o elo essencial que confere o significado genético às formas classificadas numericamente. O produto final, o mapa geomorfológico, demonstra que a aplicação rigorosa de uma base taxonômica detalhada é crucial para subsidiar estudos do ordenamento territorial e na gestão de riscos em múltiplas escalas de trabalho.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Problemas do mapeamento geomorfológico no Brasil**. Geomorfologia, n. 6, p. 1-15, 1969.

AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Revista Orientação**, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo (IGEOG/USP), 3: 45-48, 1967.

AB'SABER, A. N. O relevo brasileiro e seus problemas. *In*: AZEVEDO, A. (Org.). **Brasil: a terra e o homem**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1964.

AZEVEDO, A. O planalto brasileiro e o problema da classificação de suas formas de relevo. **Boletim Paulista de Geografia**, [S. l.], n. 2, p. 43-53, 1949. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/1417>. Acesso em: 9 nov. 2025.

BARBOSA, G. V.; DA SILVA, T. C.; FILHO, T. N.; DEL'ARCO, D. M.; DA COSTA, R. C. R. Evolução da metodologia para Mapeamento Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL. **Boletim Técnico: Série Geomorfologia Salvador, PROJETO RADAMBRASIL**, n. 1, p. 03-26, 1984.

BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. (Org.). **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014.

BISHOP, M. P. et al. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: concepts, issues and research. **Geomorphology**, v. 137, p. 5-26, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.06.027>.

CAILLEUX, A.; TRICART, J. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. *In*: **Annales de Géographie**, n. 349, p. 162-186, 1956; DOI: <https://doi.org/10.3406/geo.1956.14285>. Disponível em: https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1956_num_65_349_14285. Acesso em: 11 jul. 2024.

DANTAS, M. E.; LACERDA, A.; MAIA, A. M. (Orgs.) **Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial**: elaboração de cartas de padrão de relevo multiescala. Brasília: Serviço Geológico do Brasil-CPRM, v. 7, 2023.

DEMEK, J. Manual of Detailed Geomorphological Mapping (1967), produzido para a *International Geographical Union (IGU)*, 1967.

EVANS, I. S. General geomorphometry, derivations of altitude and descriptive statistics. *In*: **Spatial Analysis in Geomorphology**, Chorley, R. J. (Ed.). British Geomorphological Research Group, 17 – 90 (Cap.2). 1972. 399p.

EVANS, I. S. **Correlation structures and factor analysis in the investigation of data dimensionality**: statical properties of the Wessex land surface. International Symposium on Spatial Data Handling. Zürich: Universität Zürich. 1984. p. 98-116.

FALCÃO SOBRINHO, J.; CARVALHO, B. L. A Cartografia do relevo como meio de comunicação na ciência geográfica. **International Journal Semiarid**. Ano 6 Vol. 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 (sbc). **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 1–42, 2025.

GERASIMOV, I. Opyt geologièeskogo strojenija SSSR. **Problemy fizičeskoj geografii**, v. 12, p. 33-46, 1946.

GERAMISOV, I. P.; MESCHEIROV, J. A. Morphostructure. In: FAIRBRIDGE, R. W. (Ed.). **The Encyclopedia of Geomorphology: Encyclopedia of Earth Sciences**. Pennsylvania, Dowden: Hutchinson e Koss Inc., 731-732. 1968.

GOMES, M. R. M.; FALCÃO SOBRINHO, J.; VITAL, S. R. O. Mapeamento taxonômico e a relação entre o relevo e os processos erosivos na sub-bacia hidrográfica do rio Jaibas, Ceará/Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, [S. l.], v. 17, n. 1, 2023. Disponível em: <https://revista.ufrn.br/rga/article/view/7676>. Acesso em: 21 nov. 2024.

GUIMARÃES, F. S.; CORDEIRO, C. M.; BUENO, G. T.; CARVALHO, V. L. M.; NERO, M. A. Uma proposta para automatização do Índice de Dissecação do Relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 18, n. 1, 2017. DOI: 10.20502/rbg.v18i1.1163. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1163>. Acesso em: 8 abr. 2024.

GUSTAVVSON, M. **Development of a Detailed Goemorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden**. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations form the Faculty of Science and Technology, Acta Universitatis Upsaliensis, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2. ed., 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Relatório Técnico: 2º Workshop sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Relevo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

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

KLIMASZEWSKI, M. Thirty years of geomorphological mapping. **Geographia Polonica**, n. 58, 11-18, 1990.

MARTONNE E. DE. **Traité de geografia físico**. A. Colin, Paris, 910 p. 1909.

MATOS, R. M. D. The northeast brazilian rift system. **Tectonics**, v. 11, n. 4, p. 766-791, 1992.

MASHIMBYE, M. et al. Characterisation and classification of landforms for land evaluation and a national soil-information system in South Africa. **South African Journal of Science**, v. 110, n. 3-4, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/sajs.2014/20120153>.

MINÁR, J. et al. Physical geomorphometry for elementary land surface segmentation and digital geomorphological mapping. **Earth-Science Reviews**, v. 248, p. 1-13, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104631>.

MOREIRA, A. N. **Cartas geomorfológicas**. Geomorfologia, n. 5, p. 1-11, 1969.

PENCK, W. **Morphological Analysis of Land Forms**. London: Macmillan and Co., 1953.

ROSS, J. L. S. ; CUNICO, C. ; LOHMANN, M. **Mapas do relevo brasileiro : duas classificações**. In: FALCÃO SOBRINHO, J.; SOUSA, C. J. O.; ROSS, J. L. S. A natureza e a geografia no ensino das temáticas físico-naturais no território brasileiro - 1. ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital, 2023,p. 83-110.

ROSS, J. L.S.; CUNICO, C.; LOHMANN, M.; DEL PRETTE, M.E.(orgs.). **Ordenamento territorial do Brasil: potencialidades naturais e vulnerabilidades sociais**. 1. ed. - Osasco, SP: Ed. dos Autores, 2022. Disponível em: <https://www.juraross.com.br/livro.html>.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, ed. 9, 2012.

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M.; VIEIRA, B. C. Técnicas de Geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.) **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. São Paulo: Editora Sarandi, 2010.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, n. 8, p. 63-74, 1994. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>. Acesso em: 18 ago. 2024.

ROSS, J. L. S. RELEVO BRASILEIRO: UMA NOVA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 4, p. 25–39, 1985. DOI: [10.7154/RDG.1985.0004.0004](https://doi.org/10.7154/RDG.1985.0004.0004). Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/47094>.. Acesso em: 9 nov. 2025

ROSS, J. L. S. O REGISTRO CARTOGRÁFICO DOS FATOS GEOMORFOLÓGICOS E A QUESTÃO DA TAXONOMIA DO RELEVO. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 6, p. 17–29, 1992. DOI: [10.7154/RDG.1992.0006.0002](https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002). Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108>. Acesso em: 18 ago. 2024.

TRICART, J. **Principés et méthodes de la geomorphologie**. Paris, Masson, 1956.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T. da;
SILVA, J. M. F. da; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná.
Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 7, n. 2, 2006. DOI:
<https://doi.org/10.20502/rbg.v7i2.74>. Disponível em:
<https://rbg.emnuvens.com.br/rbg/article/view/74>. Acesso em: 21 nov. 2024.

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

VALERIANO, M. M. Curvatura Vertical de Modelos Digitais de Elevação. *In*: Simpósio
Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, v. 11, 2003. **Anais**, Belo Horizonte, Brasil, p.
409-411, 2003.