



Margarida Penteado

Revista de
Geomorfologia



CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO INTERMEDIARIA E URUCAIA: ANÁLISE DA ALTA BACIA DO RIO CABEÇA (SP) A PARTIR DA OBRA DE MARGARIDA MARIA PENTEADO

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE INTERMEDIATE AND URUCAIA SURFACES: ANALYSIS OF THE HIGH CABEÇA RIVER BASIN (SP) BASED ON THE WORK OF MARGARIDA MARIA PENTEADO

CARACTÉRISATION MORPHOMÉTRIQUE DES SURFACES INTERMÉDIAIRES ET D'URUCAIA: ANALYSE DU BASSIN DE LA RIVIÈRE HAUT CABEÇA BASÉE (SP) SUR LES TRAVAUX DE MARGARIDA MARIA PENTEADO

Higor Lorenzoni Bonzanini

Mestre em Geografia, doutorando pelo Programa em Geografia – UNESP (Rio Claro)

E-mail: higor.bonzanini@unesp.br



ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0135-3361>

Cenira Maria Lupinacci

Professora-Doutora do Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental- UNESP (Rio Claro)

E-mail: cenira.lupinacci@unesp.br



ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4732-1421>

RESUMO

Penteado (1968), em trabalho pioneiro sobre o setor centro ocidental da Depressão Periférica Paulista, identifica a existência de diversas superfícies de aplainamento que criam uma morfologia escalonada no relevo. Assim, o objetivo do artigo é apresentar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego da Serra, que se posiciona entre as superfícies Intermediaria e Urucaia. A caracterização morfométrica foi realizada a partir da elaboração da carta de declividade, dissecação horizontal, dissecação vertical e energia do relevo. Os resultados demonstram como a presença das superfícies de aplainamento criam uma variedade de morfologias de áreas planas intercaladas com degraus íngremes os quais potencializam as ações denudativas. Os materiais cartográficos construídos demonstraram grandes altitudes relativas atribuídas aos efeitos da ação tectônica, fato também já apontado pela autora.

Palavras-chave: Morfometria. Dissecação do Relevo. Energia do Relevo. Declividade.

ABSTRACT

Penteado (1968), in a pioneering work on the central-western sector of the São Paulo Peripheral Depression, identifies the existence of several flattening surfaces that create a stepped morphology in the relief. The objective of this study is to present the morphometric characterization of the Córrego da Serra watershed, which is located between the Intermediaria and Urucaia surfaces. The morphometric characterization was prepared from maps of slope, horizontal dissection, vertical dissection and relief energy. The results demonstrate that the presence of flattening surfaces creates a variety of morphologies, with flat areas combined with steps which increase denudation actions. The cartographic materials showed high relative level attributed to the effects of tectonic action, a fact also noted by the author.

Keywords: Morphometry. Relief Dissection, Relief Energy. Slope.

RESUMEN

Penteado (1968), dans un travail pionnier sur le secteur centre-ouest de la dépression périphérique de São Paulo, identifie l'existence de plusieurs surfaces d'aplatissement qui créent une morphologie en escalier dans le relief. L'objectif de cette étude est de présenter la caractérisation morphométrique du bassin versant de Córrego da Serra, situé entre les surfaces Intermediaria et Urucaia. La caractérisation morphométrique a été préparée à partir de cartes de pente, de dissection horizontale, de dissection verticale et d'énergie du relief. Les résultats démontrent que la présence de



surfaces aplaties crée une variété de morphologies, avec des zones planes combinées à des marches qui augmentent les actions de dénudation. Les matériaux cartographiques montraient un niveau relatif élevé attribué aux effets de l'action tectonique, un fait également noté par l'auteur.

Palabras clave: Morfometria. Dissection du Relief. Énergie du Relief. Pente.

INTRODUÇÃO

Penteado (1968), em trabalho pioneiro sobre a região de Rio Claro (SP), identifica a existência de quatro superfícies de aplainamento (Figura 1), auxiliando a compreensão da morfologia de um importante setor da Bacia Sedimentar do Paraná. As superfícies são classificadas em quatro níveis, a saber: superfície de Cimeira (950-1000m), superfície intermediaria (800 - 850m), superfície Inter planáltica, dividida em superfície Urucaia (690-720m) e superfície Rio Claro (600-630m), e baixos níveis. Esta leitura geomorfológica da paisagem desvenda, em parte, a morfologia em degraus, que dá origem a anfiteatros ao longo de toda a região e caracteriza a paisagem da bacia do Córrego da Serra, situada na alta bacia do Rio Cabeça.

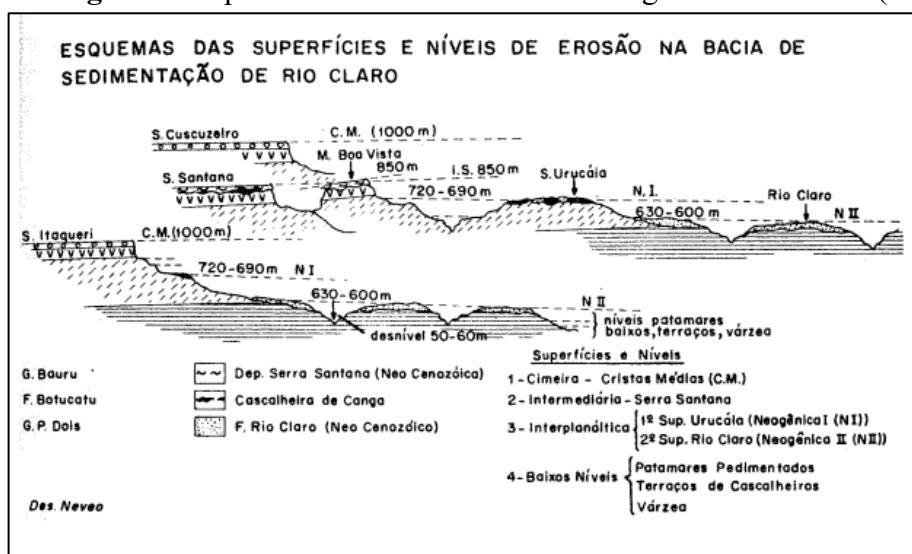
Não obstante, nesta área tem-se um típico relevo de *cuestas*, que se destaca pelas suas características morfométricas naturais, principalmente por setores com declividades acentuadas (Bonzanini, Lupinacci e Stefanutto, 2022), seccionados por áreas planas. Assim, para Penteado (1968), a presença de superfícies de aplainamento cria uma paisagem de degraus intercalados, modelados através de processos morfoclimáticos e por ações tectônicas. Alguns trabalhos clássicos ressaltam a existência e a importância de diferentes superfícies por todo o sudeste do Brasil, com destaque para De Martonne (1943), Queiroz Neto (1959), Christofolletti, Queiroz Neto (1961, 1962, 1966), Ab'Saber (1962), Bigarella e Mousinho (1965) e Penteado (1968).

Para melhor compreender este relevo em degraus intercalados, considera-se importante avaliar a morfometria do relevo, compreendida como as características geométricas dos terrenos, as quais podem evidenciar as diferenças naturais de altimetria e de patamares ao longo da paisagem, permitindo também a identificação de setores mais frágeis e suscetíveis aos processos denudativos (Bonzanini, Lupinacci e Stefanutto, 2022).

Os estudos que buscam analisar a morfometria do relevo são realizados há décadas na geomorfologia (De Biasi, 1970; Spiridonov, 1981). Conforme aponta Zacharias et al., (2005), a compreensão da morfometria dos terrenos se demonstra como uma importante ferramenta para a interpretação da paisagem geomorfológica e dos eventos naturais e antrópicos que podem provocar mudanças nestas localidades (Zacharias et al., 2005). Ainda, trabalhos como o de Gomes et al. (2016) e Zanatta (2018), entre outros, reforçam a importância da realização de análises morfométricas quando se pretende compreender as relações naturais e antrópicas nas paisagens.

Desta maneira, tem-se como objetivo deste trabalho a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego da Serra, que se posiciona entre as superfícies Intermediaria e Urucaia, identificadas por Penteado (1968) e presentes na área de estudo. A partir de tal caracterização, busca-se avaliar também a potencialidade da atividade denudativa na área, correlacionando com as superfícies estudadas pela autora.

Figura 1. Superfícies e níveis de erosão na região de Rio Claro (SP)

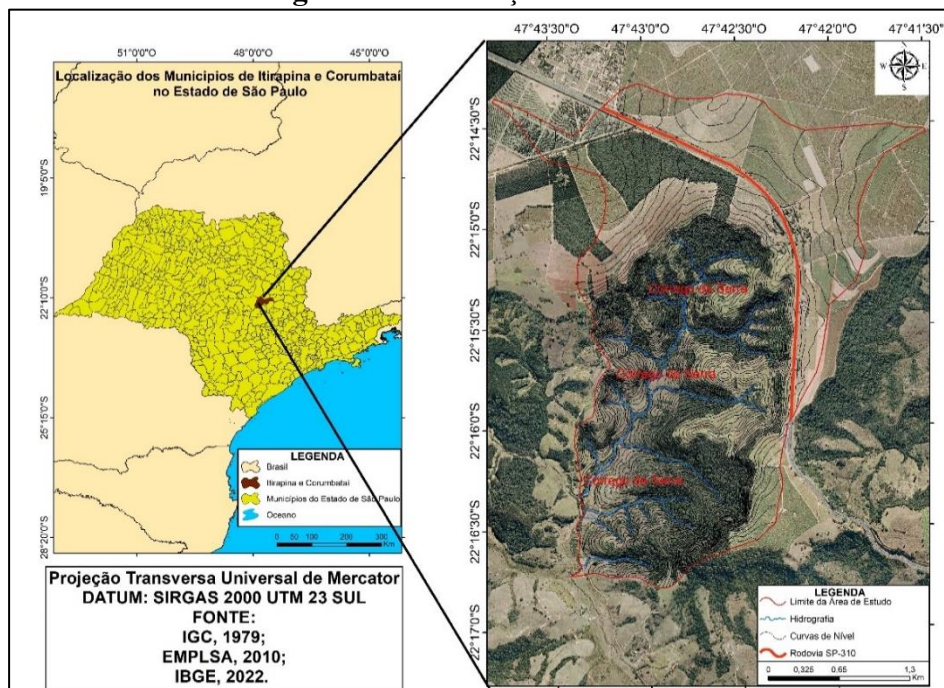


Elaboração: Penteado (1968)

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se nos municípios de Corumbataí e Analândia, no interior do estado de São Paulo (Figura 2). Por estar posicionada na alta bacia do Rio Cabeça, caracteriza-se como uma importante área de nascentes, dispendo-se entre 22°14'20" S e 22°17'0" S de latitude e 47°43'40" O e 47°41'40" O de longitude.

Figura 2. Localização da área de estudo



Fonte: IBGE, 2022, EMPLSA, 2010 e IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

No arcabouço geológico local são encontradas três formações geológicas distintas, as formações Piramboia, Botucatu e Serra Geral. As formações Piramboia e Botucatu são formadas por arenitos, entre os períodos Triássico e Cretáceo. Já a formação Serra Geral se

caracteriza por ser formada por basaltos, oriundos do período Cretáceo (Schneider *et al.*, 1974; IPT, 1981; Almeida, 1964; Sousa, 2002).

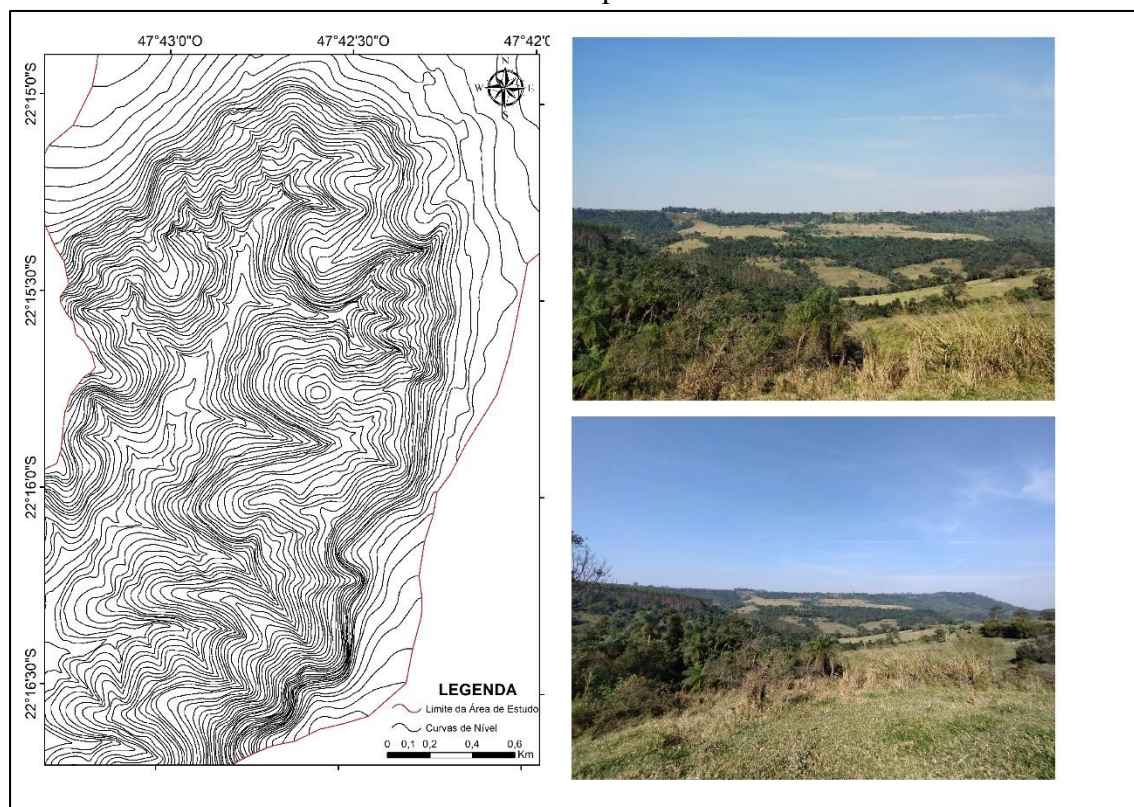
Desta forma, pela localidade possuir variação nas formações rochosas, é notável que a erosão diferencial ao longo do tempo ocasionou a geração de compartimentos geomorfológicos distintos. Para a área de estudo, destaca-se o contato realizado entre as Cuestas Basálticas e a Depressão Periférica Paulista, zona do Médio Tiete (IPT, 1981; Dal Ré Carneiro, 2018).

Com isso, segundo a classificação de relevo para o estado de São Paulo, desenvolvida pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 1981), a parte da área de estudo que se localiza na Depressão Periférica, zona do Médio Tietê, é caracterizada por duas unidades de relevo: relevos residuais suportados por maciços básicos, com mesas basálticas e relevos de transição, de encostas com cânions locais (IPT, 1981). Outra parte da área de estudo se localiza sob a província das Cuestas Basálticas, que não possui diferenciação por unidades e tão pouco por zonas (IPT, 1981).

Por se localizar sobre as províncias das Cuestas Basálticas e da Depressão Periférica, as cotas altimétricas na área de estudo são bem variadas. Na foz do Rio principal da bacia, a altitude atinge a cota mais baixa, de 610 metros de altitude, enquanto a cota mais alta possui altitude de 885 metros, no reverso do relevo cuestiforme.

Desta maneira, na área de estudo, são encontradas duas superfícies denominadas por Penteadó (1968) como a superfície Intermediária e a superfície Urucaia (Figura 3). Estas superfícies se destacam por possuírem diferença nítida de altitude, a qual pode ser notada tanto pelas curvas de nível, como pela observação da paisagem (Figura 3).

Figura 3. Curvas de nível destacando as superfícies e fotografias em campo demonstrando as superfícies. As setas em azul indicam a superfície Intermediária, enquanto as setas em laranja indicam a superfície Urucaia.



Elaboração: os autores

A Superfície Intermediária, conforme evidência Penteadó (1968), apresenta grande destaque geomorfológico, pois, se posiciona entre a Cimeira e Interplanálticas, se constituindo

como importante divisor d'água da bacia do Rio Corumbataí. Não obstante, na área de estudo, esta superfície se apresenta com o nome popular de Serra do Santana, caracterizada pela presença do reverso, seguido pelo *front* cuestasiforme, demarcando um importante divisor de águas na região.

A superfície Urucaia, pertencente ao grande nível da superfície Interplanáltica, se apresenta através dos patamares estruturais, mapeados logo abaixo do *front* cuestasiforme, se desenvolvendo com faces voltadas para a depressão periférica. Estes patamares, variando entre as cotas 700m e 750m, se apresentam como vestígios da superfície Urucaia, a qual foi descrita por Penteado (1968, p. 25) como “patamares capeados de canga, em esporões da Serra de Santana”.

METODOLOGIA

Para atingir o objetivo proposto, foram realizados mapeamentos morfométricos das variáveis declividade, dissecação vertical, dissecação horizontal e de energia do relevo, em escala de análise de 1:10.000. Para a elaboração dos mapeamentos, os dados acerca das curvas de nível e dos cursos d'água foram coletadas através das cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC), disponíveis no portal DataGeo. Todos os procedimentos foram realizados no software ArcGis, em sua versão 10.5, utilizando o sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator, Fuso 23 Sul, em Datum SIRGAS 2000.

Carta de Declividade

Para a elaboração da carta de declividade, foi tomada por base a proposta desenvolvida por De Biasi (1970). Trata-se de um documento de grande relevância para o planejamento ambiental, podendo indicar limites a manejos em áreas rurais e estabelecer limitações a ocupação de áreas urbanas, pois denota localidades de potencial fragilidade do relevo, a fim de se evitar processos erosivos e de movimentos de massa (De Biasi, 1992; Brasil, 2012; Zanatta, 2018).

A carta foi processada de forma automática através da ferramenta *Slope – 3D Analyst tool*, sendo adicionados os valores referentes as curvas de nível, gerando um arquivo em formato TIN, contendo a elevação do terreno. Posteriormente, foram adicionadas as classes de declividade estabelecidas para o trabalho. As classes para a área de estudo foram definidas considerando as indicações de De Biasi (1970; 1992), Brasil (1979; 2012), Lepsch (1983) e Zanatta (2018), assim como as características físicas do terreno e a escala de análise.

Carta de Dissecação Vertical

A carta de dissecação vertical denota a diferença altimétrica entre o fundo de vale e as linhas de cumeeada de cada sub-bacia, considerando os valores das curvas de nível, permitindo a identificação dos setores com maior grau de entalhamento dos vales e, por consequência, as bacias com maior grau de desnível altimétrico, identificando áreas de potencial risco a ocorrência de processos gravitacionais (Cunha, 2001; Gomes et al., 2016; Zanatta, 2018).

Para a elaboração desta carta, foi utilizada como base a proposta de Spiridonov (1981), sendo adaptada ao meio digital. Desta forma, no ArcGis foram inseridas de forma inicial os *shapefiles* contendo as curvas de nível, os cursos d'água e os limites das sub-bacias. Com esses dados inseridos, foram criados 6 *shapefiles* em formato de polígono, cada um representando uma das 6 classes de dissecação vertical. Desta forma, cada classe representa 10 metros de desnível altimétrico em relação ao fundo de vale. Assim, partindo do rio com 0m de desnível até a segunda curva de nível, obtém-se 10 metros de desnível, que estará abarcada pela classe 1, e assim sucessivamente para as demais classes, sempre com intervalos de 10 metros. As

classes foram definidas conforme os apontamentos de Spiridonov (1981), através da equidistância entre as curvas de nível.

Carta de Dissecação Horizontal

A carta de dissecação horizontal se apresenta como uma importante ferramenta para a identificação de localidades com concentração de cursos d'água e de nascentes. Ao medir a distância em linha reta entre a linha de cumeada e o fundo de vale de cada sub-bacia, indica setores com maior potencial natural a atuação da dinâmica erosiva fluvial, apontando também para áreas que necessitam de preservação de nascentes e próximas a cursos d'água (Zanatta, 2018, Bonzanini; Lupinacci; Stefanuto, 2022).

Para a elaboração desta carta, foi utilizada como base a proposta metodológica desenvolvida por Spiridonov (1981), que foi adaptada ao meio digital. Através do ArcGis, foram inseridos os dados de curvas de nível, de cursos d'água e dos limites de cada sub-bacia da área de estudo, traçados a partir dos cursos d'água e das curvas de nível. Posteriormente, foram criados *shapefiles* em formato de polígono para cada classe a ser mapeada. Com estes *shapefiles* criados, utilizou-se da ferramenta de medição de distância disponível no ArcGis, sendo a distância entre o fundo de vale e o divisor da bacia traçada de forma manual. Quando a distância medida atingiu o valor limite da respectiva classe, traçou-se o limite dela, com o procedimento sendo replicado ao longo de toda a bacia.

As classes foram elaboradas conforme a proposta de Spiridonov (1981), iniciando-se do mínimo mapeável de acordo com a escala (1mm = 10 metros) e dobrando-se os valores para cada classe seguinte.

Carta de Energia do Relevo

Partindo da proposta original desenvolvida por Mendes (1993), a carta de energia do relevo foi elaborada a partir dos dados morfométricos, com a junção dos dados coletados pelas cartas de declividade, de dissecação vertical e de dissecação horizontal. Conforme Mendes (1993) estabelece, a carta de energia do relevo visa destacar o potencial do terreno para a geração de processos geomórficos, possuindo graus de intensidade que variam de muito fraco a muito forte.

Assim, utilizando-se da programação via Python no ArcGis, os dados de declividade, dissecação vertical e de dissecação horizontal foram unidos através da ferramenta *intersect*. Posteriormente, no *shapefile* gerado pela junção dos dados, criou-se uma coluna de texto com o título “Energia” na tabela de atributos. Com isso, na coluna “Energia” da tabela de atributos, utilizou-se a ferramenta *Field Calculator*, onde se selecionou a opção *Paisier Python*, adicionando os dados em formato de linguagem *Phyton*, incluindo as informações de dissecação horizontal, vertical e de declividade, e os combinando. Desta forma, gerou-se como resultado da combinação as classes de energia do relevo.

Seguindo as propostas de Mendes (1993), Zanatta (2018) e de Bonzanini, Lupinacci e Stefanuto, (2022), a combinação das classes (Quadro 1) foi considerada a partir das características geomorfológicas da área de estudo, a saber:

Muito fraca: Contempla os setores de menor declividade, com as menores dissecações verticais e horizontais;

Fraca: Demarca as localidades com pouco declive, baixa dissecação vertical e horizontal;

Média: Destaca os terrenos com intensidades intermediárias de dissecação vertical e dissecação horizontal;

Medianamente Forte: Indica áreas limites para a mecanização da agricultura, com potencial de intensificação dos processos morfogenéticos, pela intensificação da declividade, dissecação vertical e dissecação horizontal.

Forte: Localidades de declividade elevada, com a dissecação vertical em sua classe mais alta e de dissecação horizontal em sua penúltima classe de intensidade. Ainda, constitui-se em setores além do limite de declive para a mecanização agrícola.

Muito Forte: Constitui-se em setores além do limite de declive para o loteamento urbano. Possui declividades muito intensas, algumas com mais de 47% de inclinação do terreno, encontradas principalmente no *front* cuestasiforme ou em áreas com a dissecação horizontal em sua classe mais elevada, próximas as confluências de rios da bacia.

Quadro 1. Definição das classes de energia do relevo para a programação via *Phyton*

Classes de energia do relevo	Declividade (%)	Combinação	Dissecação Horizontal (m)	Combinação	Dissecação Vertical (m)
Muito Forte	30 – 47% \geq 47%	Ou	\leq 10 m	-	-
Forte	15 - 30%	Ou	11 – 20m	Ou	\geq 50 m
Medianamente Forte	10 – 15%	Ou	21 – 40m	Ou	40 – 50m
Média	5 – 10%	Ou	41 – 80m 81 – 160m	Ou	30 – 40m 20 – 30m
Fraca	2 – 5%	Ou	161 – 320m	Ou	10 – 20m
Muito Fraca	\leq 2%	Ou	\geq 321 m	Ou	\leq 10 m

Fonte: Elaborada pelo autor.

Utilizando do mesmo critério estabelecido por Cunha (2001), Zanatta (2018) e Bonzanini, Lupinacci e Stefanuto, (2022), a classe muito forte fica estabelecida pela declividade e dissecação horizontal em suas classes mais intensas, com a dissecação vertical sendo desconsiderada na definição da classe muito forte de energia, pois, em áreas de topos suaves e planos ocorre uma generalização da classe mais forte da dissecação vertical, principalmente no reverso do relevo cuestasiforme.

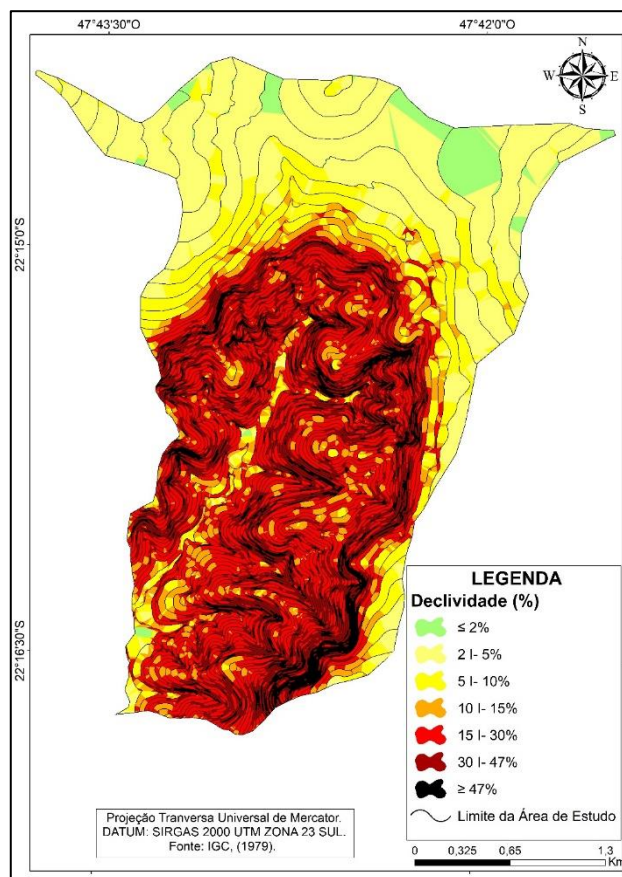
Por fim, assim como as demais cartas morfométricas, as cores de cada classe de energia do relevo foram estabelecidas a partir da rosa cromática.

RESULTADOS

A declividade da bacia (Figura 4) destaca a presença do *front* cuestasiforme, marcado pelas cores em tons de vermelho e de preto, denotando uma declividade variando de 15% a áreas com mais de 47%.

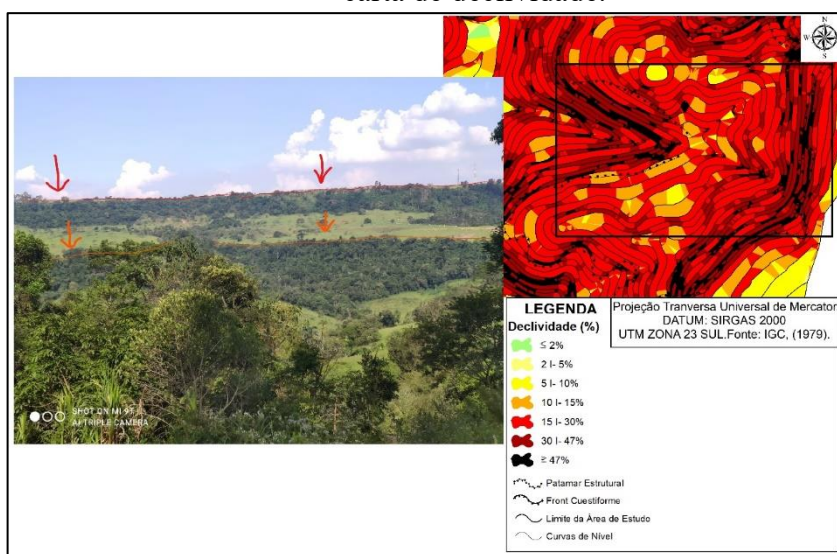
Destaca-se ainda que no setor cuestasiforme, a declividade evidencia a existência contínua de um *front* bem demarcado, com a presença de patamares estruturais destacados, em cotas de menor altitude do que o *front*, com descontinuidades ao longo da bacia e com áreas de topos suaves, formando uma conjuntura de degraus na paisagem (Figura 5). Os patamares consistem em resquícios da superfície Urucaia identificada por Penteado (1968) e o *front* íngreme faz o contato entre esta superfície e a superfície Serra de Santana.

Figura 4. Declividade da área de estudo



Fonte: IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

Figura 5. Em A: Fotografia de campo com um patamar estrutural em primeiro plano destacado pela seta em laranja (Superfície Urucaia), e em segundo plano o front cuestiforme destacado em vermelho (Serra de Santana). Em B: Setor fotografado em campo recortado na carta de declividade.

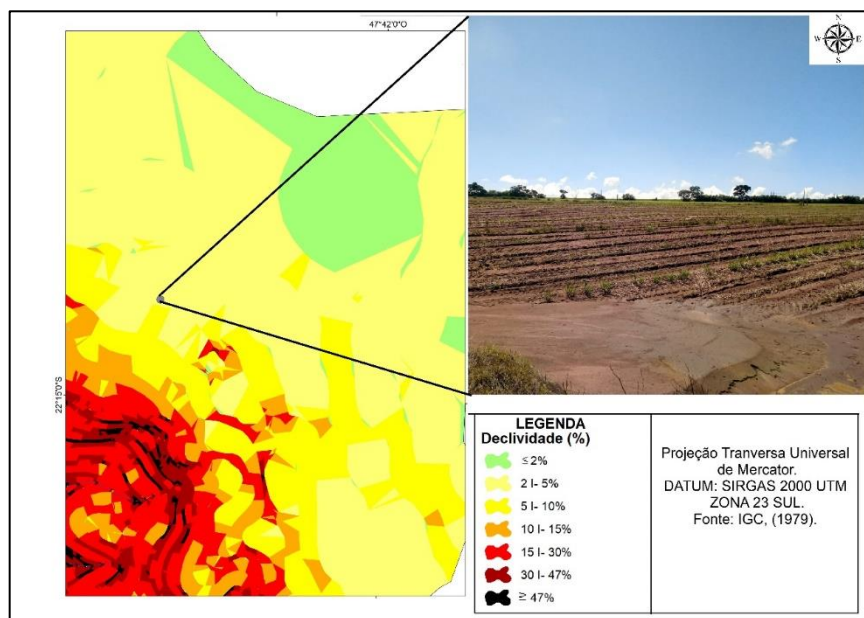


Fonte: 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

As menores declividades da bacia, evidenciadas pelas cores em tons de amarelo e de verde (figura 4), estão majoritariamente concentradas no reverso do relevo cuestiforme, constituindo

a Superfície da Serra de Santana, e no fundo de vale do rio principal da bacia. Para a área de reverso, observa-se extenso setor com declividade muito suave (Figura 6), variando entre 0 e 10%.

Figura 6. Fotografia do reverso do relevo de cuesta, destacando a baixa declividade da região.



Fonte: IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

Ainda se tratando da declividade na área de estudo, as classes que mais se destacam são as de 2 a 5%, 15 a 30% e de 30 a 47%, como pode ser observado pela Tabela 1. Conforme apontado, as classes de 15-30% e de 30 a 47% se concentram principalmente nas áreas do *front* cuestiforme e nos patamares estruturais, enquanto a classe de 2 a 5% de declividade se encontra principalmente no reverso cuestiforme, pouco inclinado. Assim, a presença dos degraus e das superfícies aplainadas levam há um domínio de áreas ocupadas por declives intensos (28,7% na classe de 15 a 30%) e, em contrapartida, mais de um quarto da área apresenta declive suave (26,7% na classe de 2 a 5 %).

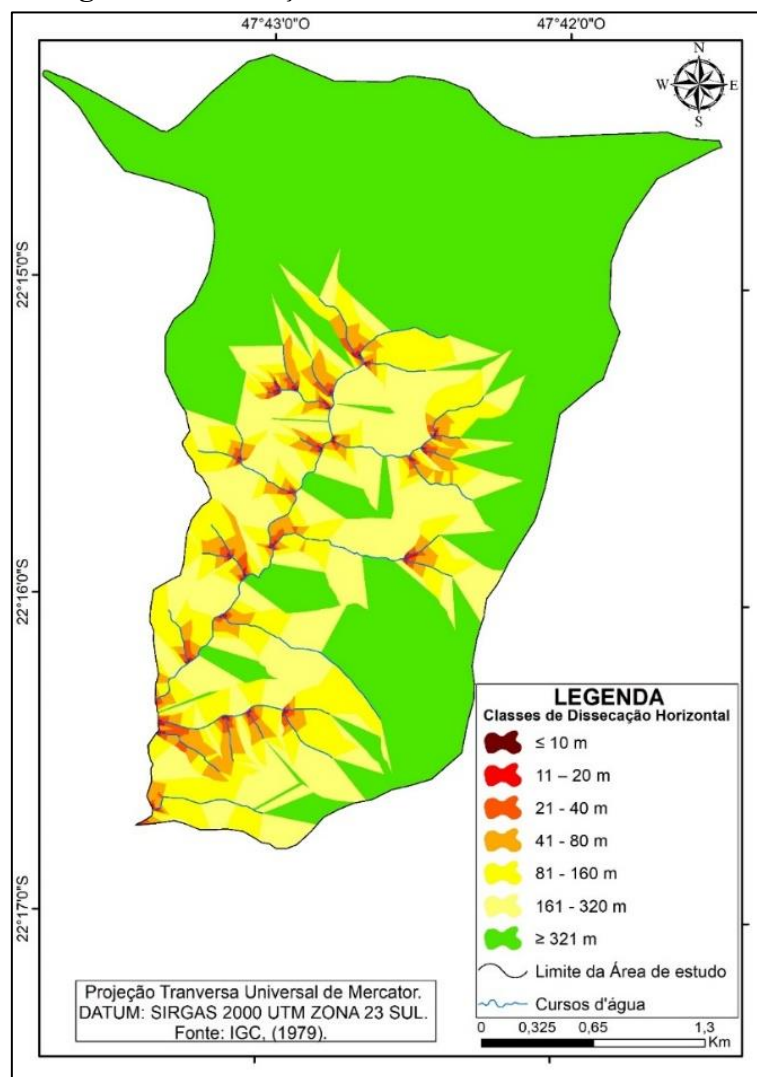
Tabela 1. Área ocupada pelas classes de declividade na área de estudo

Classes de declividade	Área ocupada pelas classes de declividade em m ²	Área ocupada pelas classes de declividade em porcentagem
Até 2%	320401 m ²	3,3%
2 – 5%	2528047m ²	26,7%
5 – 10%	1219527 ²	13%
10 – 15%	837870m ²	8,8%
15 – 30%	2719758m ²	28,7%
30 – 47%	1452887m ²	15,3%
Maior ou igual a 47%	374017m ²	3,9%

Fonte: elaborada pelo autor.

A carta de dissecação horizontal permite observar a presença de áreas de concentração de nascentes de cursos d'água ao longo da bacia (Figura 7), assim como as confluências entre tais cursos. As áreas de entorno do *front* cuestiforme e dos patamares estruturais concentram os setores de nascentes, marcados pelo contato da região da Depressão Periférica com o setor do relevo de *cuestas*.

Figura 7. Dissecação Horizontal da área de estudo



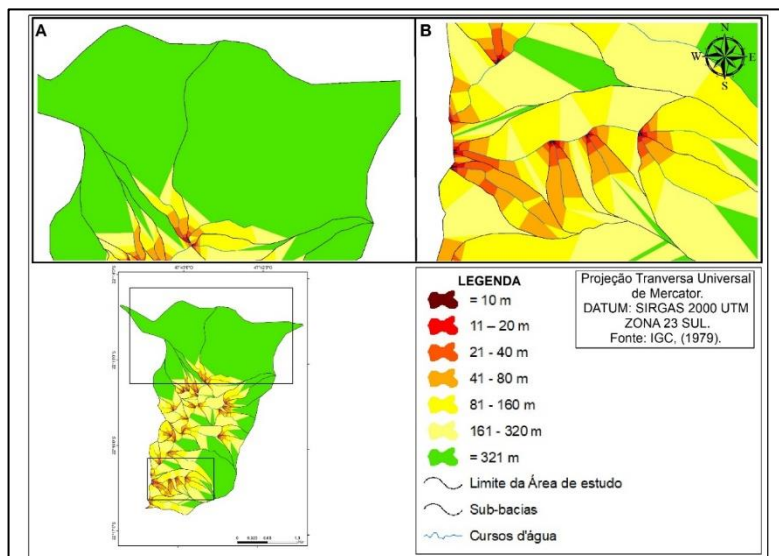
Fonte: IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

Desta maneira, as áreas de maior concentração de nascentes possuem coloração em tons de vermelho, laranja e amarelo na carta de dissecação horizontal, enquanto os setores de menor concentração de nascentes, principalmente no reverso do relevo de *cuestas*, estão marcados pela cor verde. Ainda, para as áreas do reverso, evidencia-se a presença de grandes sub-bacias, pois os tons de verde marcam setores drenados por interflúvios amplos, com áreas distantes do curso d'água, o que demonstra a baixa densidade de drenagem (Figura 8A) do setor norte. Estas características da dissecação horizontal caracterizam, portanto, a morfologia plana da superfície Intermediária – Serra de Santana.

A partir do *front* cuestiforme em direção a Depressão Periférica, o afloramento de água nas áreas de maiores declives proporciona a geração de nascentes, sendo demarcada a concentração fluvial por tons de vermelho, laranja e amarelo (Figura 8B). Este setor possui um maior número de cursos fluviais, com menor distância entre estes, evidenciando uma interferência fluvial mais intensa na denudação do relevo e da paisagem quando comparado ao setor de reverso do relevo cuestiforme. Constitui-se, portanto, no degrau topográfico entre a superfície da Serra de Santana e a superfície.

Urucaia, já apontado por Penteadó (1968) como área de ampla presença de anfiteatros, vinculados as nascentes mencionadas.

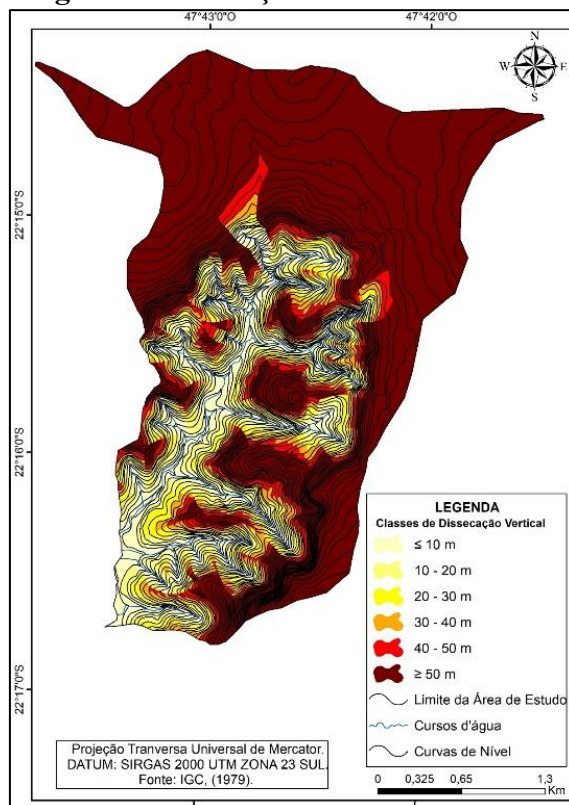
Figura 8. (A) Setor de baixa dissecação horizontal no reverso cuestiforme; (B) Setor de dissecação horizontal mais intensa em área de depressão periférica.



Fonte: IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

Quanto a dissecação vertical, a bacia caracteriza-se pela predominância das classes mais altas (Figura 9). Destaca-se que a carta de dissecação vertical, ao quantificar a diferença altimétrica entre os fundos de vale e a linha de cumeada de cada sub-bacia, considerando a equidistância das curvas de nível, apresenta setores de maior dissecação em posição topográfica bastante diversa da carta de dissecação horizontal, avaliando as localidades de topo e do reverso do relevo cuestiforme como as áreas de maior intensidade de dissecação.

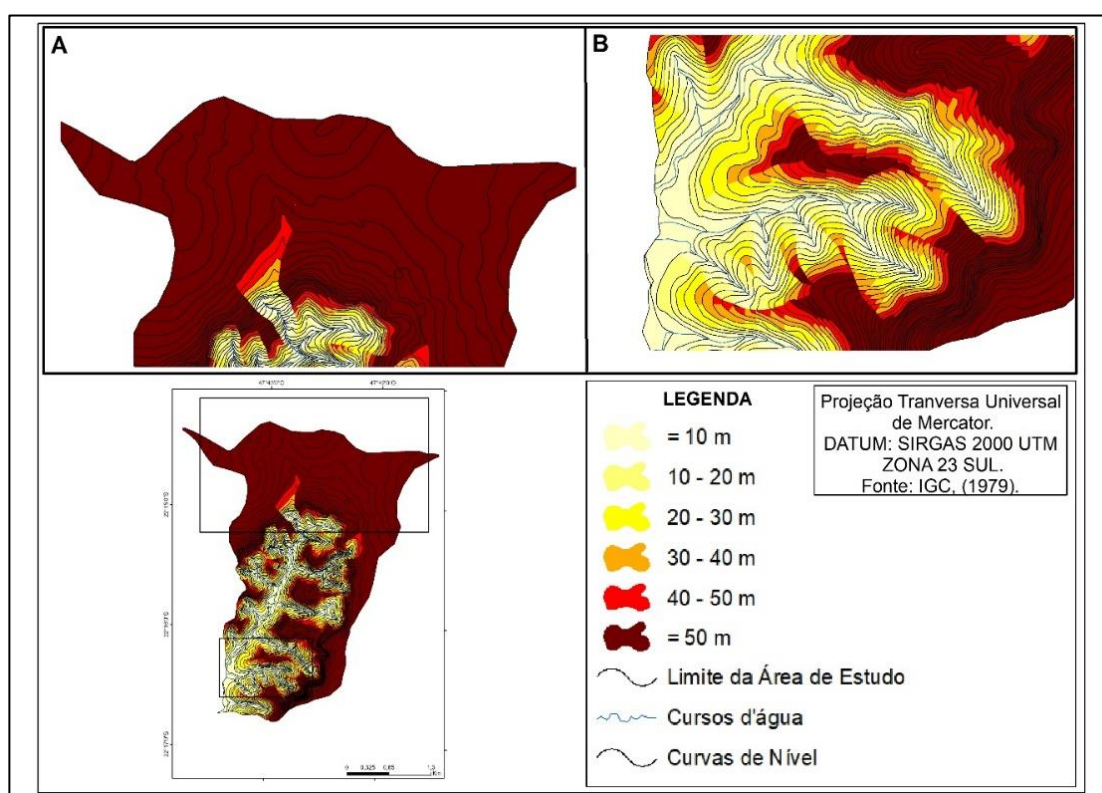
Figura 9. Dissecação vertical da área de estudo



Fonte: IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

Desta forma, as áreas de nascentes e de concentração de cursos d'água com muitas confluências são mapeadas como de menor dissecação vertical, como a região sul da bacia (Figura 10A). Ainda, as áreas com poucas nascentes e de sub-bacias de grandes dimensões possuem as maiores dissecações verticais, por possuírem grandes variações altimétricas, como as sub-bacias que abarcam rios que se desenvolvem na Depressão Periférica, mas com nascentes no front e divisores no reverso do relevo cuestiforme (Figura 10B). Este grande desnível altimétrico da bacia estudada pode estar refletindo a dinâmica da tectônica observada por Penteado (1976, p.28). A autora aponta “a presença de intensa atividade tectônica já por ocasião das manifestações de magmatismo básico” na Serra de Santana, que corresponde a superfície mais alta da área de estudo.

Figura 10. (A) Setor de alta dissecação vertical no reverso cuestiforme; (B) Setor de dissecação vertical menos intensa em área de depressão periférica.

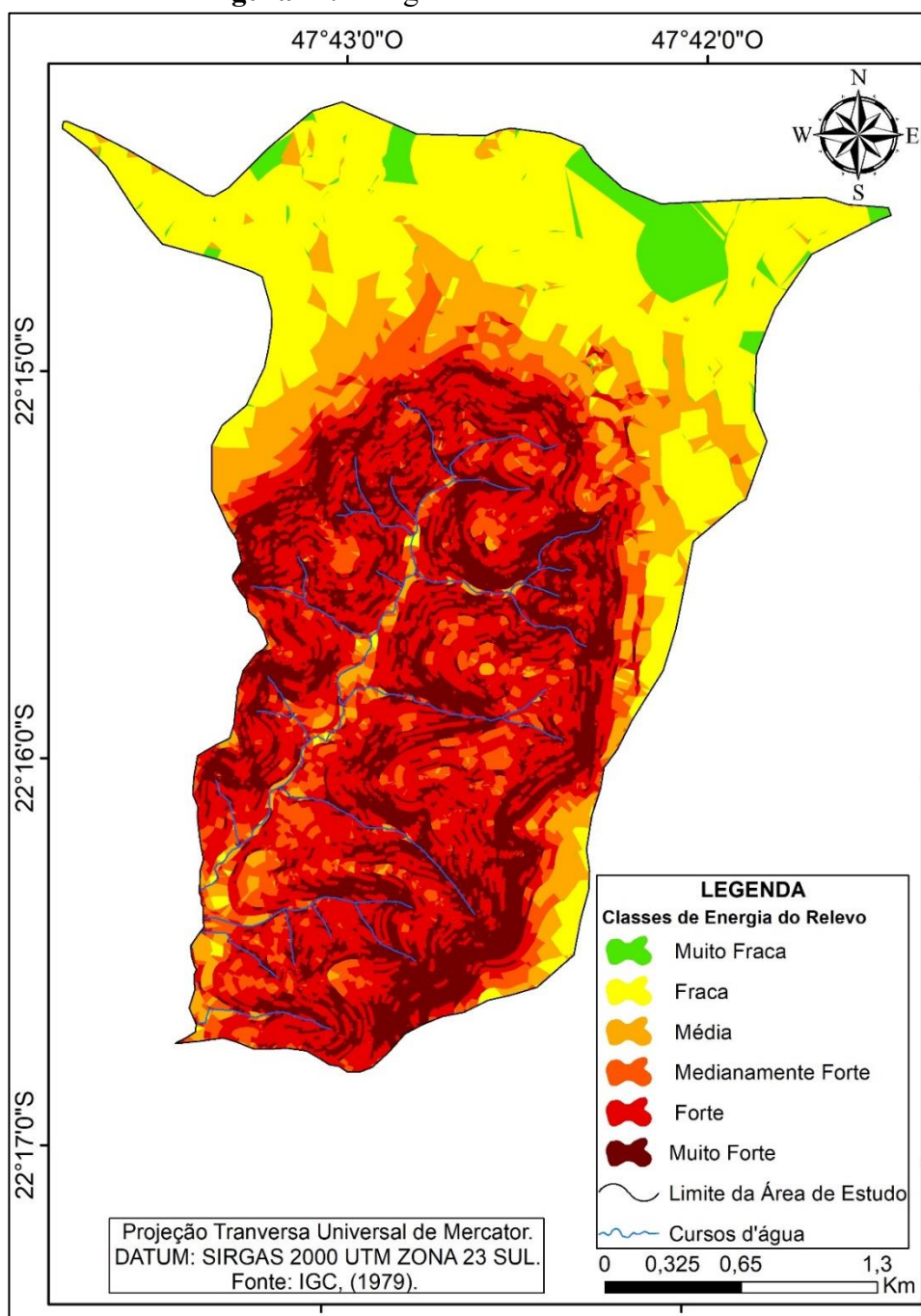


Fonte: IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

Quanto a energia do relevo, esta destaca o setor de *front* cuestiforme em toda a sua extensão pelas classes forte e muito forte de energia (Figura 11). Para este setor, fica em evidência o intervalo entre o *front*, setores de tálus e os patamares estruturais, englobando as áreas de topo dos patamares e de vertentes medianamente inclinadas. A presença dos fragmentos da superfície Urucaia nos patamares é pouco evidenciada neste documento cartográfico, em função dos altos declives a montante e jusante, demonstrando o alto grau de denudação que esta vem sofrendo.

Ainda, na maior parte dos fundos de vale predominam as classes de maior energia. Porém, para o curso d'água principal da bacia, o Córrego da Serra, obtém-se classes mais amenas de energia do relevo, com o domínio das classes média e fraca, com exceção das áreas de confluência com outros rios, apresentando classes de maior intensidade de energia. O predomínio de classes mais amenas nestes setores é justificado pela menor declividade, com a maior energia desta localidade sendo ocasionada pela dissecação horizontal.

Figura 11. Energia do relevo na área de estudo.

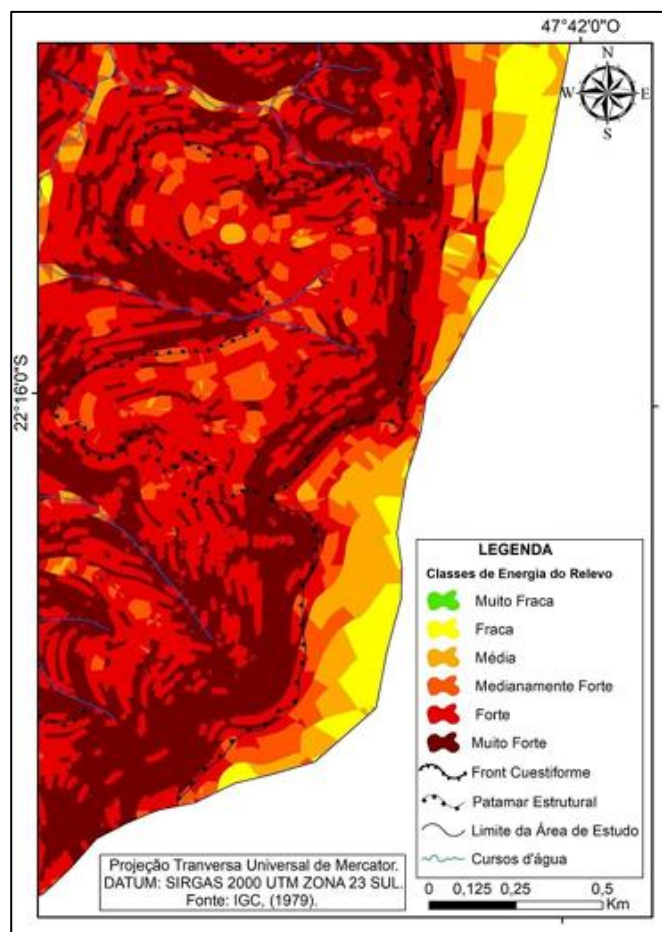


Fonte: IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

Já para as áreas de reverso do relevo cuestiforme, predominam as classes de menor intensidade de energia do relevo, como as classes muito fraca, fraca e média. A baixa declividade, a fraca dissecação horizontal e a desconsideração da classe mais forte de dissecação vertical para a classe mais forte de energia do relevo, apontam esse setor como uma área de baixa energia do relevo, a qual corresponde ao topo da superfície Intermediária – Serra de Santana.

De forma geral, para a energia mais intensa do relevo, evidencia-se o *front* cuestiforme e as áreas próximas, como nos limites dos patamares estruturais, que se intercalam com o *front* cuestiforme (Figura 12), constituindo os setores de transição entre as superfícies.

Figura 12. Áreas do front cuestiforme e de patamares estruturais com energia do relevo elevada.



Fonte: IGC, 1979, Projeto Cartográfico dos autores.

Ainda para a energia do relevo, como pode ser observado pela Tabela 2, as classes que mais predominam na bacia são as de energia fraca, forte e muito forte. A energia fraca do relevo se concentra principalmente no setor de reverso da *cuesta*, enquanto as classes forte e muito forte se encontram predominantemente no front cuestiforme e em baixas vertentes. Assim, a energia fraca associa-se a superfície Serra de Santana e as classes de energia superiores aos setores íngremes dos degraus que separam esta superfície dos resquícios da Urucaia, nos patamares, e do nível de base atual, marcado pelo rio principal.

Tabela 2. Área ocupada pelas classes de energia do relevo na área de estudo

Classes de Energia	Área ocupada pelas classes de energia em m ²	Área ocupada pelas classes de energia em porcentagem
Muito Fraca	305147m ²	3,1%
Fraca	2509040m ²	26%
Média	1167586m ²	12%
Medianamente Forte	811213m ²	8,4%
Forte	2973636m ²	31%
Muito Forte	1851301m ²	19,2%

Fonte: elaborada pelo autor.

Desta maneira, o levantamento de dados morfométricos para a área de estudo evidenciou as características naturais do terreno. Assim, destaca-se a presença do *front* cuestiforme,

possuindo uma elevada declividade e energia do relevo, sendo ainda um importante setor de nascentes de cursos d'água, que possuem seus vales desenvolvidos ao longo da Depressão Periférica, como destacado pela carta de dissecação horizontal. Ainda, a carta de dissecação vertical mostra a grande variação altimétrica no contexto interno das sub-bacias, especialmente do setor norte, onde se registra o entalhamento de alguns vales que possuem nascentes no setor do front cuestasiforme e o restante dos cursos ao longo da Depressão Periférica.

CONCLUSÃO

Os dados morfométricos apresentados demonstram como a presença das superfícies de aplainamento, já apontada por Penteado nos anos 60, cria uma variedade de morfologias em superfície, com áreas planas intercaladas com degraus íngremes os quais congregam muitas das nascentes dos cursos fluviais da região.

Assim, a presença do relevo de *cuestas* e sua transição para a Depressão Periférica Paulista caracteriza-se não como um grande degrau único, muitas vezes retratado nos esquemas didáticos sobre o relevo de borda de bacias sedimentares; mas sim como um conjunto de relevos escalonados, marcados por vertentes íngremes que delimitam as superfícies e trazem inscritos em sua morfologia condições climáticas anteriores, assim como influências tectônicas regionais. A bacia do Córrego da Serra demonstra tais condições, podendo ser compreendida como um exemplo da morfologia regional.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de mestrado e ao CNPq, processo 306796/2023-6.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Compartimentação topográfica e domínios de sedimentação Pós-Cretácios do Brasil**. Tese (Geografia Física) - Depto. Geografia, Universidade Federal do Paraná. 1962.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n. 41, 1964.

BIGARELLA, João José; MOUSINHO, Maria Regina. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvios e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba. n. 16/17, p. 153-197. 1965.

BONZANINI, H.L.; LUPINACCI, C. M.; STEFANUTO, E. B. A Erosão Linear e Sua Relação com a Morfometria do Relevo na Alta Bacia do Rio Capivara – Botucatu (SP). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, n.4, v. 15, p.1947-1964, 2022.

BRASIL. **Lei nº 6.766/79**, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm.

BRASIL. **Lei nº 12.651/12**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.933, de 19 de dezembro de 1999, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, de 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm.

CHRISTOFOLETTI, A., QUEIROZ NETO, J. P. Estudos geomorfológicos a respeito da Serra do Santana, São Paulo. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, nº 38, 1961.

CHRISTOFOLETTI, A., QUEIROZ NETO, J. P. Notas fisiográficas sobre a área de Campo Alegre – São Paulo. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n° 9 e 10, 1962.

CHRISTOFOLETTI, A., QUEIROZ NETO, J. P. Os sedimentos da Serra do Santana. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n° 18 e 20, 1966.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

DAL RÉ CARNEIRO, C. “Os fundamentos geológicos do relevo paulista” nos dias atuais. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 39, n. 3, 2018.

DE MARTONNE, Emanuel. Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. **Revista brasileira de Geografia**, São Paulo. v. 5, n. 4, p. 532-550. 1943.

DE BIASI, M. **Cartas de declividade: confecção e utilização**. Geomorfologia, São Paulo, n. 2, 1970.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 45-60, 1992.

GOMES, W. M.; MIGUEL, A. E. S.; PINTO, A. L. **Análise da dissecação horizontal e vertical da bacia hidrográfica do córrego Moeda, Três Lagoas/MS**. Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 12, n. 03, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE**. **Malha municipal**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo, IPT, 1981.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - IGC. **Mapeamento sistemático do estado de São Paulo**. São Paulo: IGC, 1979. Escala 1:10.000.

LEPSCH, I. F.; BELINAZZI Jr., D.; ESPINDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1983.

MENDES, I.A. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba – SP**. 1993. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do setor centro ocidental da Depressão Periférica Paulista**. São Paulo: USP, 1976. (Serie Teses e Monografias).

QUEIROZ NETO, J. P. Notas preliminares sobre a geologia e estrutura da Serra de Santana. **Boletim da sociedade brasileira de geologia**, São Paulo, n° 2, 1960.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais [...]**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 1, p. 41-65

SPIRIDONOV, A. I. **Princípios de la Metodologia de las investigaciones de Campo y el Mapeo Geomorfológico**. Havana: Universidad Habana, Vol. 3, 650p. 1981.

SOUSA, M. O. L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jibóia – Centro do Estado de São Paulo**. 2002. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

ZACHARIAS, A. A., FREITAS, M. I. C., SANCHEZ, M. C. O uso da cartografia digital na elaboração de cartas morfométricas do relevo: Uma proposta Metodológica. **Geografia**, Rio Claro (SP), n. 30, p.37-57, 2005.

ZANATTA, F. A. S. **Limitação física em área rural degradada: busca metodológica para definir o uso adequado das terras**. 2018. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2018.