

## **ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS FEIÇÕES EROSIVAS LINEARES NA ALTA BACIA DO RIBEIRÃO DA BOA VISTA-CORUMBATAÍ (SP)**

Melina de Melo Silva<sup>1</sup>  
Cenira Maria Lupinacci<sup>2</sup>  
Estêvão Botura Stefanuto<sup>3</sup>

**Resumo:** O objetivo do artigo é avaliar a distribuição espacial das feições erosivas lineares e as características dos terrenos em que estas se desenvolvem, utilizando como unidade de análise uma bacia hidrográfica que apresenta padrão de relevo e de uso da terra típico do interior do estado de São Paulo. Para isso, utilizaram-se dados provenientes de mapeamentos geomorfológicos e de declividade em conjunto com dados litológicos e pedológicos. A análise dos dados permitiu constatar: a) sulcos erosivos, ravinas e voçorocas ocorrem predominantemente em setores de litologias arenosas; b) setores que apresentam maiores valores de inclinação do terreno podem agregar energia ao escoamento e potencializar a atividade erosiva; c) a carta geomorfológica e de declividade são importantes para a análise dos processos erosivos, e permitem avaliar a interação espacial entre as formas e os materiais.

**Palavras-chave:** Carta de declividade. Carta geomorfológica. Processos erosivos.

## **ANALYSIS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF LINEAR EROSION FEATURES IN THE HIGH CATCHMENT OF RIBEIRÃO DA BOA VISTA- CORUMBATAÍ (SP)**

**Abstract:** The objective of the paper is to analyze the spatial distribution of linear erosive features and the characteristics of the terrains in which they develop in a catchment. This is characterized by a relief and land use pattern typical of the country of the state of São Paulo. The analysis of the data showed: a) rill erosion, ravines and gullies occur predominantly in sandy lithology sectors; b) sectors that have higher land slope values can add energy to the runoff and enhance erosive activity; c) the geomorphological and slope map are important for the analysis of erosive processes, and allow to evaluate the spatial interaction between landforms and materials.

**Keywords:** Slope map. Geomorphological map. Erosive processes.

## **ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE DINÁMICA EROSIVAS LINEALES EM LA CUENCA DE RIBEIRÃO DA BOA VISTA- CORUMBATAÍ (SP)**

**Resumen:** El objetivo del artículo es analizar la distribución espacial de las dinámicas erosivas lineales y las características de los terrenos los cuales se desarrollan, utilizando como unidad de análisis una cuenca hidrográfica que presenta un patrón de relieve y uso del suelo propio del interior del estado de São Paulo. El análisis de los datos mostró: a) los surcos erosivos, barrancos y

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP, Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental - DGPA, Rio Claro, Brasil, [melinamelosilva@gmail.com](mailto:melinamelosilva@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0002-5764-9690>

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP, Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental - DGPA, Rio Claro, Brasil, [cenira.lupinacci@unesp.br](mailto:cenira.lupinacci@unesp.br), <https://orcid.org/0000-0002-4732-1421>

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP, Programa de Pós-Graduação em Geografia - DGPA, Rio Claro, Brasil, [estevao1508@hotmail.com](mailto:estevao1508@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-6580-2563>

quebradas ocurren predominantemente en sectores de litología arenosa; b) los sectores donde hay valores de pendiente de la tierra más altos pueden agregar energía a la escorrentía y aumentar la actividad erosiva; c) el mapa geomorfológico y de pendientes son importantes para el análisis de procesos erosivos, y permiten evaluar la interacción espacial entre formas y materiales.

**Palabras clave:** Mapa de pendientes. Mapa geomorfológico. Procesos erosivos.

## Introdução

A relevância da cartografia do relevo para a pesquisa em geomorfologia é reconhecida desde meados da década de 1950, quando geógrafos franceses e poloneses publicaram as primeiras cartas detalhadas em escalas diversas com base em levantamentos de campo (COLTRINARI, 2011). Neste sentido, dentre os diversos produtos cartográficos, as cartas geomorfológicas (ZANATTA, 2018; SILVEIRA; LUPINACCI, 2019), morfométricas (CUNHA, 2001), assim como dados litológicos e pedológicos são importantes materiais para a análise dos processos erosivos.

Em relação às cartas geomorfológicas, Tricart (1965) define parâmetros relevantes para sua elaboração, destacando a importância dos dados morfométricos, morfográficos, morfogênicos e cronológicos. Para Tricart (1965), há uma complexidade para representação dos referidos dados, tendo em vista a multiplicidade dos procedimentos técnicos, que variam de acordo com as características da área pesquisada, a escala de trabalho e o objetivo do pesquisador. A representação das formas do relevo será diretamente afetada pela escala adotada na pesquisa, sendo o objetivo de uma carta de detalhe fornecer uma descrição racional de todos os elementos do relevo (TRICART, 1965).

Para Paschoal e Cunha (2016), por exemplo, a cartografia geomorfológica, além da função essencial de representar o relevo, identifica também a relação espacial entre as diferentes formas, interpreta as causas e as condições ambientais em que a evolução dessas formas se processa, serve como suporte para o planejamento e ordenamento do território e facilita o estudo dos recursos e riscos naturais. Desse modo, compreende-se que a descrição das formas de relevo, a interpretação da sua gênese, bem como a cronologia dos processos que as geram, possuem forma de expressão privilegiada pela cartografia geomorfológica. Assim, a cartografia geomorfológica pode vir a complementar os estudos sobre erosivos em áreas agrícolas, pois permite o mapeamento de feições de relevo que indicam a atuação de processos denudativos, como rupturas topográficas, sulcos erosivos,

ravinas, entre outras. Ela também pode fornecer indicativos das áreas que necessitam de atenção e cuidados específicos com a prática agrícola, a fim de preservar a integridade do recurso natural do solo (SILVEIRA; LUPINACCI, 2019). Também é possível identificar feições de relevo que indicam maior dinâmica erosiva desencadeada pelo escoamento das águas e as diversas alterações promovidas pela ação humana, que interferem na morfologia original e na rede de drenagem (ZANATTA, 2018).

Em relação à morfometria, destacam-se as cartas de declividade, que têm se constituído como uma ferramenta de grande importância nas análises de processos erosivos, por representarem especialmente as variações topográficas da superfície do terreno (GUERRA, 1998). De acordo com Cunha (2001), os dados sobre a declividade são primordiais para a avaliação das possibilidades de ocorrência de processos de remobilização das formações superficiais ou de corpos rochosos, tais como escorregamentos, erosão, desmoronamentos, creeping, entre outros. Quan et al. (2020), a partir de experimentos em ambiente controlado mediante chuva simulada conduzida em parcelas de declives variáveis (5°, 10°, 15° e 20°), denotam a taxa de erosão positivamente correlacionada com o grau de inclinação do terreno. Assim, compreende-se que a inclinação do terreno está diretamente relacionada com a manutenção ou variação da velocidade de escoamento superficial da água, afetando as perdas de solo por erosão (PES; GIACOMINI, 2017).

Somadas às informações sobre as feições do relevo e a declividade, destacam-se as condições lito-pedológicas do terreno como um importante fator para a análise geomorfológica de processos erosivos. A análise de aspectos relacionados ao relevo e a geologia pode levar à elucidação e à compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local (CHRISTOFOLETTI, 1969). Nessa perspectiva, compreende-se que a análise das características litológicas, além de fornecer o material que distingue a configuração do relevo, determina as propriedades mineralógicas dos solos (RAMALHO, 2003). As rochas respondem diferentemente à ação dos agentes intempéricos, em função de maiores ou de menores resistências, as quais são determinadas por características intrínsecas de cada uma destas, interferindo diretamente na maior ou na menor erodibilidade do solo (DUMMER, 2019).

Outrossim, a análise pedológica é imprescindível para a avaliação e planejamento do uso da terra, bem como para a recuperação de áreas degradadas

por processos erosivos pluviais, com destaque para as propriedades físicas dos solos, como a granulometria, densidade, porosidade e teor de matéria orgânica (CAMARGO, et al. 2009). De acordo com Magalhães (2001), os solos mais propícios à erosão são os arenosos, destacando-se os de granulação fina, secos, ácidos, pouco coesivos, coluviais e porosos. Já Thomazini (2013), ao analisar as características granulométricas na bacia do córrego do Castelo (Bauru-SP), constatou que as argilas apresentaram alta suscetibilidade ao escoamento superficial, propiciando o desenvolvimento de processos erosivos.

Portanto, compreende-se que os dados sobre o solo, quando agregados com aqueles produzidos por meio da cartografia geomorfológica, ferramenta imprescindível para o entendimento dos aspectos do relevo, auxiliam na identificação da origem e evolução de feições erosivas, do tipo de material em que se desenvolvem e da história geomorfológica dos terrenos. Ademais, a morfodinâmica, ao identificar os tipos de processos que definem as formas de relevo, a partir dos fatores exógenos, denota a propensão de uma determinada área ao desencadeamento, por exemplo, de processos erosivos. Assim, a relação entre os parâmetros pedológicos, morfológicos e morfodinâmicos é de fundamental importância, considerando ainda a declividade como uma das principais variáveis morfométricas que condicionam o tipo e a intensidade dos processos erosivos pluviais.

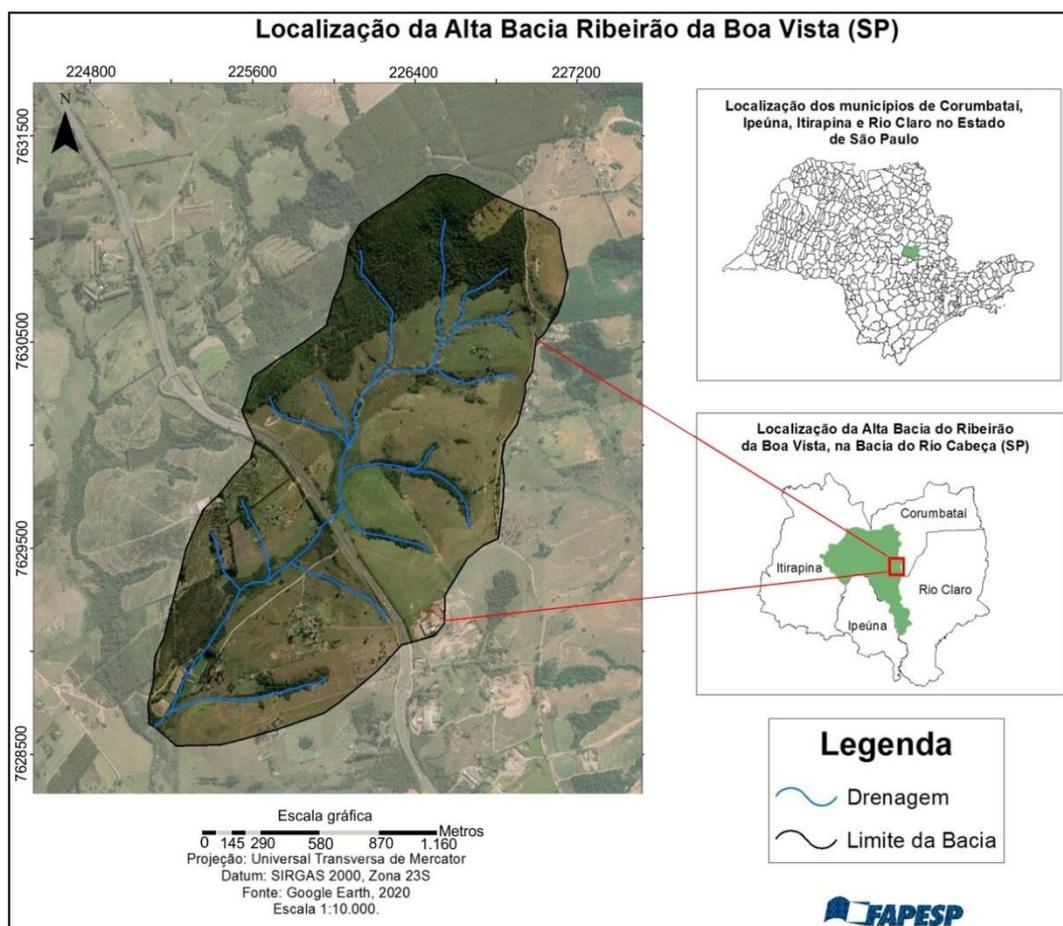
Neste sentido, o objetivo do presente artigo é analisar a distribuição espacial das feições erosivas lineares e as características dos terrenos em que estas se desenvolvem. Para isso, utilizaram-se dados provenientes de mapeamentos geomorfológicos e de declividade em conjunto com dados litológicos e pedológicos. Como área de estudo, foi selecionada a Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista (SP), que se caracteriza por padrão de relevo e de uso da terra típicos do setor central do estado de São Paulo.

Destaca-se que a área de estudo apresenta significativa dinâmica erosiva a qual caracteriza a zona de transição Cuesta-Depressão Periférica Paulista (PINTON, 2016; STEFANUTO, 2019), apresentando um sistema de voçorocamento com dimensões marcantes e evolução acelerada. Essas feições erosivas encontram-se no setor de contato entre litologias areníticas e argilosas, cujas diferenças podem potencializar a dinâmica erosiva.

Os voçorocamentos têm sido estudados em diversas partes do globo (POESEN, et al., 2003; TEBEDU, et al. 2010; KARIMOV et al., 2015; DUBE, et al., 2020) e do Brasil (BACELLAR; COELHO NETO; LACERDA, 2005; AUGUSTIN; ARANHA, 2006; MATHIAS; NUNES, 2019; BEZERRA, et al., 2020), ocorrendo em ambientes climáticos e lito-estruturais muito variados. No Brasil, alguns aspectos relevantes destas formas já foram discutidos; assim, Bezerra et al. (2020) apontam a relação dos voçorocamentos em bacias de primeira e segunda ordem, sob o domínio de cana de açúcar; Augustin e Aranha (2006) falam sobre o caráter policíclico que pode marcar os voçorocamentos; Bacellar, Coelho Neto e Lacerda (2005) discutem também paleo voçorocas e a recorrência dos processos erosivos em setores de cabeceiras. Assim, esse artigo busca colaborar também com a discussão sobre a complexidade desses processos erosivos.

### **Área de estudo**

A Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista localiza-se no setor noroeste da bacia hidrográfica do Rio Cabeça (SP) na região centro-leste do estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 22°15' e 22° 19'S e 47°49' e 47° 39' W, posicionando-se no município de Corumbataí, sendo o principal acesso pela rodovia Washington Luís (Figura 1). A área apresenta 3,18 km<sup>2</sup> de área, sendo o Ribeirão Boa Vista afluente do Rio Cabeça, o qual integra a bacia do Rio Corumbataí. O referido Ribeirão constitui-se em um canal de terceira ordem, de acordo com a classificação de Strahler, apresentando 2,84 km de extensão.

**Figura 1** - Localização da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista (SP).

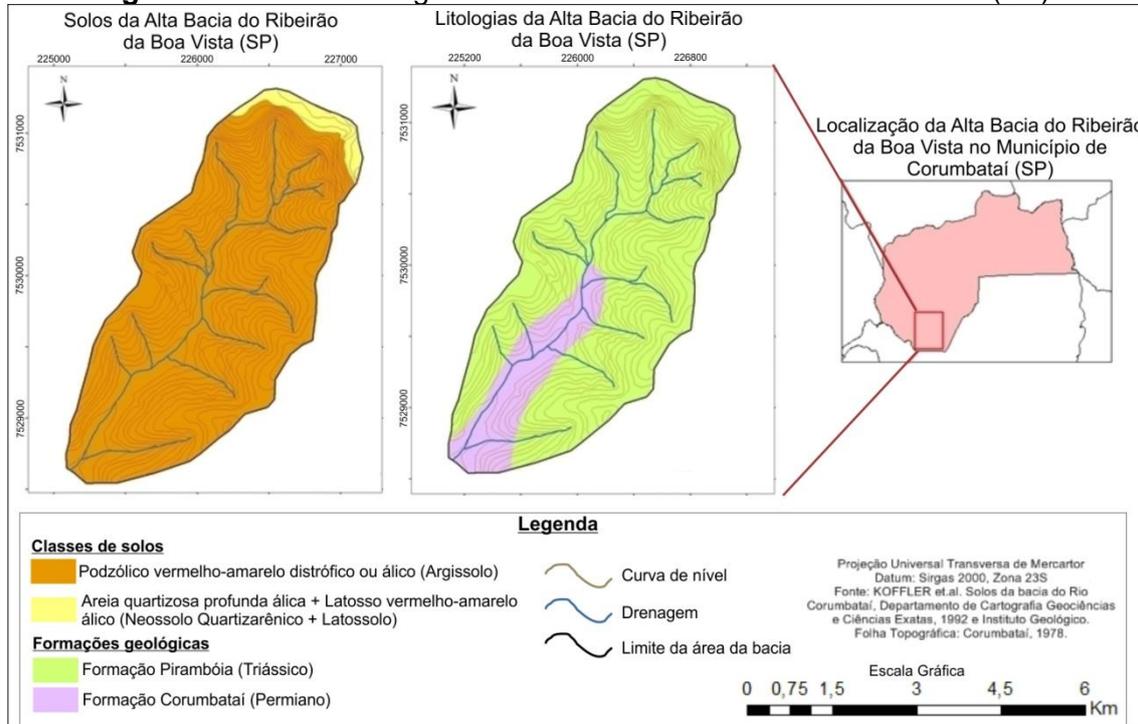
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Do ponto de vista do relevo regional, a Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista, posiciona-se na Depressão Periférica Paulista, localizada sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, (SANTOS et al., 2006). Esta se constituiu como uma região sedimentar do continente sul-americano, preenchida por depósitos marinhos e continentais com idades que vão do Siluriano Superior até o Cretáceo. Milani et al. (2007) evidenciam que a Bacia Sedimentar do Paraná abrange seis grandes unidades estratigráficas com intervalos temporais de algumas dezenas de milhões de anos de duração, envelopadas por superfícies de discordância de caráter inter-regional, sendo sua estratigrafia com espessura em torno de 7 mil metros.

No que concerne à Depressão Periférica Paulista, Ab'Saber (1949) a identifica como uma região decorrente dos processos de circundesnudação que ocorreram na borda da Bacia Sedimentar do Paraná após seu soerguimento no Cenozóico, com predominância dos processos denudacionais que se ajustaram à hidrografia regional. O fenômeno de circundesnudação caracteriza-se, segundo o autor, como processo de formação de patamares de erosão deprimidos e periféricos, nas bordas

das bacias sedimentares soerguidas. Do ponto de vista geológico, destacam-se na área de estudo as unidades estratigráficas da Formação Corumbataí (Grupo Passa Dois) e da Formação Pirambóia (Grupo São Bento) (Figura 2).

**Figura 2 - Solos e Litologias da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista (SP).**



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Formação Piramboia encontra-se sobreposta aos folhelhos e siltitos da Formação Corumbataí e sotoposta aos arenitos da Formação Botucatu, com ambos os contatos discordantes (CORTÊS; PERINOTTO, 2015). A Formação Pirambóia, conforme apresenta o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT, 1981), é composta por arenitos de granulação média a fina, possuindo fração argilosa maior na parte inferior, quando comparado a superior, onde localmente ocorrem arenitos grossos e conglomeráticos. A Formação Corumbataí é constituída por argilitos, siltitos e folhelhos arroxeados e marrom-avermelhados, às vezes esverdeados, com intercalações de arenitos, leitos carbonáticos e coquinas. “Seus espessos e contínuos pacotes lamíticos são alvos da intensa atividade de mineração, sendo cada vez mais explorada para fabricação de cerâmica vermelha” (ZAINÉ, 1994, p. 19).

Em relação aos tipos de solos na área de estudo, constata-se o domínio do Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, unidade Serrinha, na maior parte da bacia e de Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho Amarelo junto dos divisores a nordeste (Figura 2). Oliveira e Prado (1984), afirmam que a unidade Serrinha abarca

solos com mudança textural abrupta, com domínio em superfície de areia fina. Os autores atribuem a esse fato a alta suscetibilidade à erosão, informando que, regionalmente, averiguaram limitação à atividade agrícola devido a tal suscetibilidade. Já os Latossolos Vermelho Amarelo, de acordo com o IBGE (2007), caracterizam solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Esses possuem grande homogeneidade de características ao longo do perfil, difundindo-se por amplas superfícies no Brasil, com ocorrência em praticamente todas as regiões do país, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro. A respeito dos Neossolos Quartzarênicos, esses são normalmente profundos a muito profundos, apresentam textura arenosa ou franco arenosa em todos os horizontes até o contato lítico, tendo frações de areia grossa e areia fina com 95% ou mais de quartzo (EMBRAPA, 2006).

No que tange ao clima, elemento importante para análise morfodinâmica da área de estudo, pode ser classificado segundo Köppen (1948), como do tipo Cwa, ou seja, clima tropical chuvoso, caracterizado por duas estações bem definidas, sendo verão chuvoso e inverno seco. Assim, a área é controlada por massas tropicais e equatoriais, que predominam em mais de 50% do ano, sendo que os ventos dominantes são provenientes dos quadrantes Sul e Sudeste (MONTEIRO, 1973). A temperatura média anual corresponde a 20,4 °C e a precipitação total anual apresenta média de 1.517 mm (MONTEIRO; AULINO, 1981). Os meses de verão são mais chuvosos, abarcando o período de novembro a março, no qual ocorre cerca de 70% da pluviosidade. Ainda, com mais de 250 mm de média total de chuva, o mês de janeiro caracteriza-se como o mais chuvoso do ano (DAEE, 2022).

O uso da terra predominante na bacia, nos dias atuais, é de pastagens com setor ao norte-noroeste ocupado pela silvicultura. Historicamente, a região tem sido dominada pelo uso de pastagens devido ao declive acentuado do contato cuesta-depressão. Regionalmente, segundo Troppmair (2004), a área era colonizada por vegetação do tipo cerrado, cerradão e matas galerias.

### **Material e métodos**

A base cartográfica, utilizada para o georreferenciamento dos produtos de sensoriamento remoto e para a elaboração da carta de declividade, baseou-se na folha topográfica Corumbataí, n. 060/090 do ano de 1978, produzida pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC-SP), na escala 1:10.000.

Para a carta geomorfológica utilizaram-se ortofotos digitais de 2010, na escala 1:25.000, concedidas de forma gratuita via requerimento junto a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA), cujos dados foram atualizados a partir das imagens orbitais adquiridas de forma gratuita junto ao Google Earth, do ano de 2020. Empregou-se como suporte o uso do software ArcGis 10.3 cuja licença pertence à instituição de origem dos autores.

Os dados geológicos foram obtidos do Instituto Geológico (IG, 1984) e os pedológicos do mapa produzido por Koffler (1992), em escala de 1:50.000.

#### *Carta de declividade*

Segundo De Biasi (1970), a carta de declividade é considerada documento básico para o planejamento regional, permitindo, através de representação cartográfica das porcentagens de declive, apresentar uma melhor visualização das declividades das vertentes e o maior realce das áreas de declividades homogêneas.

Dessa forma, a elaboração da carta de declividade seguiu três principais etapas. A primeira correspondeu à criação do Modelo Digital do Terreno (MDT) através do método TIN (Triangular Irregular Networks), a partir dos dados altimétricos da base cartográfica (curvas de nível e pontos cotados). Na segunda etapa, realizou-se à reclassificação das classes de altitude geradas automaticamente pelo programa, respeitando a equidistância de 5 metros de cada curva de nível. Na terceira etapa, a partir do MDT gerado, elaborou-se a carta de declividade, através da função Slope presente na opção Symbology.

As classes de baixa declividade foram demarcadas por cores claras, escurecendo o tom com o aumento dos valores, definidos de acordo com a proposta de Pereira e Lombardi Neto (2004) para a avaliação da aptidão agrícola, a saber: 0 a 3%, 3 a 8%, 8 a 13%, 13 a 20%, 20 a 45% e >45%.

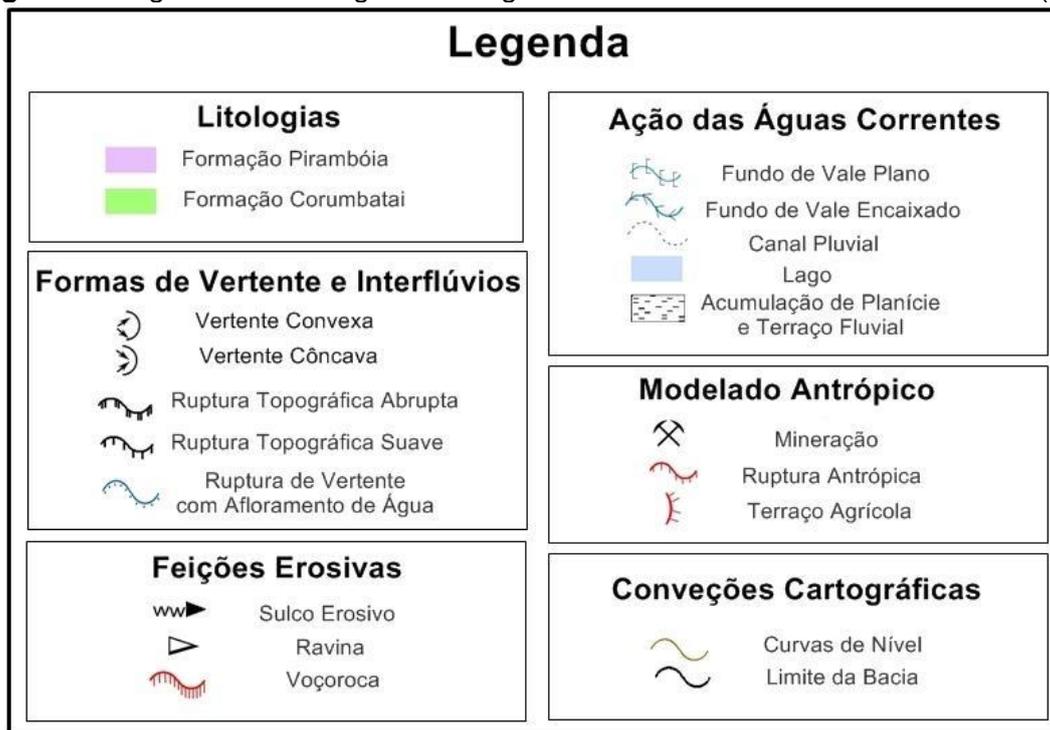
Para minimizar alguns erros de processamento durante a formulação da carta de declividade pela triangulação automática do software, seguiu-se a proposta de Sanchez (1993), para adição de linhas com os valores médios de elevação nos fundos de vale e topos. Evidencia-se que este procedimento visa aproximar o modelo de declividade da realidade, editando as triangulações com erros.

#### *Carta geomorfológica*

A carta geomorfológica foi produzida utilizando a simbologia e os princípios conceituais propostos por Tricart (1965), para a obtenção de um inventário completo de todos os dados observáveis do relevo. Neste sentido, destacam-se os quatro

parâmetros que constituem o mapeamento geomorfológico: os dados morfométricos, referentes às dimensões métricas do relevo, assim como os elementos incorporados na representação das formas do relevo (altura das bordas dos terraços, cornijas, margens, etc.); as informações morfográficas, relacionadas à identificação das formas, transcritas através de simbologias; os dados morfogenéticos, associados à gênese do relevo; e por último, o parâmetro cronológico, correspondente à escala temporal e estrutural de cada elemento. Na carta elaborada, os dados morfométricos estão representados pelas curvas de nível; os dados morfológicos pelos símbolos e as informações sobre gênese pela agregação desses símbolos na legenda (modelado antrópico, ação das águas correntes). Os dados cronológicos não foram mapeados, estando presente somente a datação das formações geológicas que sustentam a área de estudo.

No que concerne à simbologia digital desenvolvida para a representação das feições encontradas na área de estudo, essas foram adaptadas da proposta técnica desenvolvida por Paschoal, Conceição e Cunha (2010) referentes aos mapeamentos desenvolvidos na escala de 1:10.000 ou 1:20.000, isto é, em escala de detalhe. Cada símbolo mapeado correspondeu a um tipo de feição do relevo a ser representada (Figura 3). Assim para cada linha, ponto e área, criou-se um shapefile no ArcCatalog obedecendo a um sistema de coordenadas geográficas, correspondente ao sistema de coordenadas da base cartográfica utilizada, neste caso SIRGAS 2000/UTM/Zona 23S.

**Figura 3** - Legenda da carta geomorfológica da Alta Bacia Ribeirão da Boa Vista (SP).

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

## Resultados e Discussões

Visando uma análise geral da área de estudo, inicialmente discutem-se as características da declividade dos terrenos, assim como da sua morfologia, representadas nas cartas elaboradas. Em um segundo momento, destacam-se alguns setores da bacia hidrográfica que merecem uma análise pormenorizada em relação aos processos erosivos.

Assim, a carta de declividade (Figura 4), exhibe no quadrante mais ao norte da área de estudo, nas nascentes, o setor com maior inclinação da bacia, registrando-se uma concentração da classe de declividade de 13-20%. Já na área central da bacia, nos terrenos drenados pelo médio curso do Ribeirão, assim como no quadrante mais ao sul, próximo ao baixo curso, as classes de declividades são mais amenas, registrando-se uma predominância no entorno do canal principal de classes de declividade <3% e de 3-8%; ainda a maioria das vertentes, nas duas margens, encontra-se na classe de 8-13%.

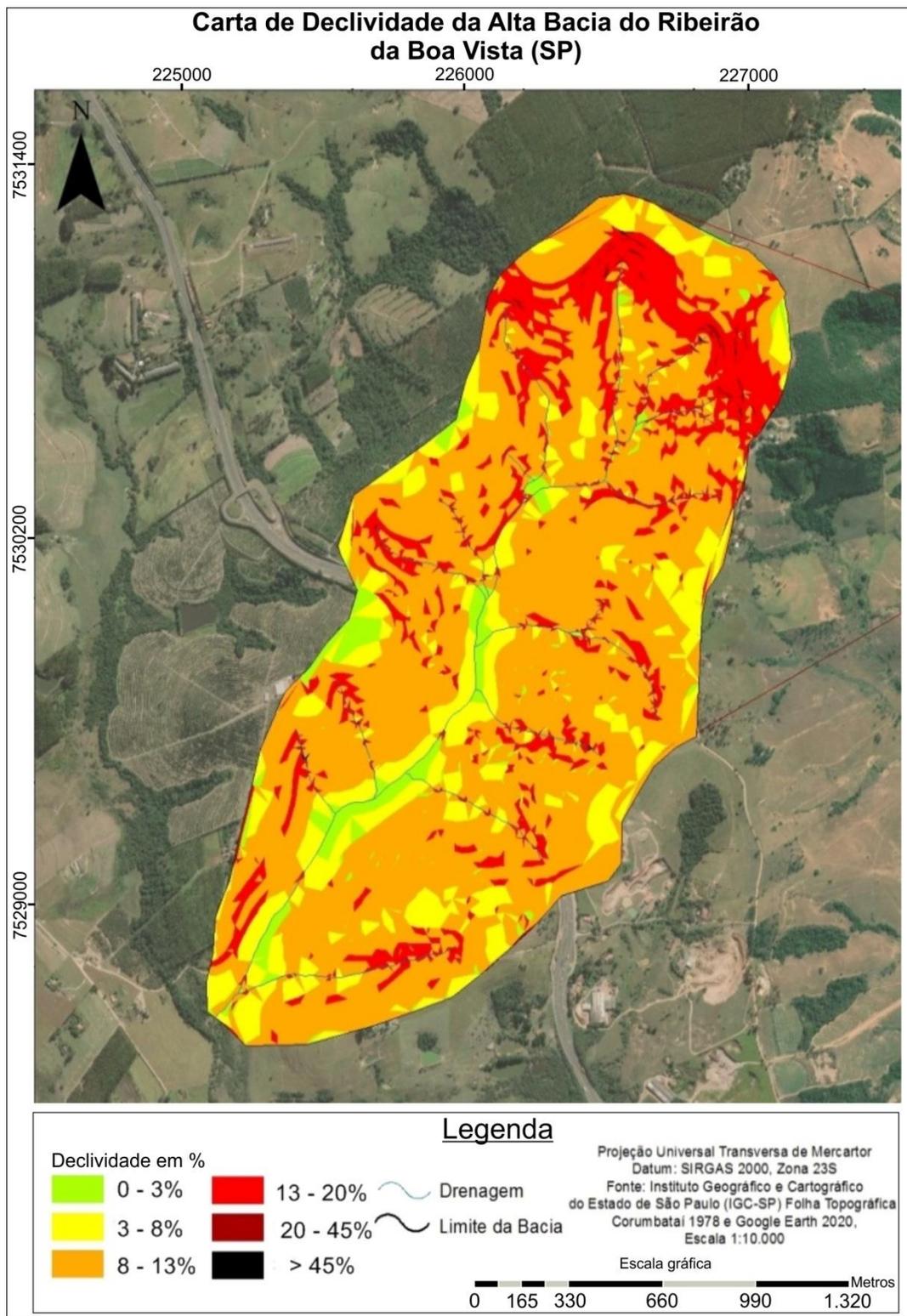
A partir da quantificação das classes de declividade (Gráfico 1), constatou-se que a área de estudo caracteriza-se como um terreno com declividade predominante na classe de 3-8%, sendo as classes de 20-45% e >45% pouco expressivas em área. Desta forma, Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista tem terrenos pouco inclinados na sua maioria.

A carta geomorfológica (Figura 5) exhibe dados relevantes no que diz respeito à identificação das feições do relevo. De forma geral, a morfologia da bacia é marcada por vertentes convexas, frequentemente recortadas por feições erosivas que criam concavidades locais. Os vales fluviais encaixados, dominantes no setor mais alto da bacia, cedem lugar a vales de fundo plano no médio e baixo curso. As rupturas topográficas são predominantemente suaves e os topos convexizados, típicos de litologia arenosa submetida às condições climáticas úmidas, fato já apontado por Ab'Saber (1949) para a Depressão Periférica Paulista e também apresentado por outros autores para o setor de transição Depressão-Cuesta (PINTON; CUNHA, 2015; PINTON, 2016).

O setor norte, na alta bacia, apresenta um sistema de voçorocamento com dimensões significativas para a bacia hidrográfica analisada, sendo o mesmo circundado por um número relevante de sulcos erosivos e algumas ravinas. Este setor encontra-se a jusante de extensa linha de ruptura topográfica abrupta. Ainda, a maioria dos canais fluviais do setor apresenta formato de vale encaixado. Já na porção central e sul, verificam-se algumas voçorocas com dimensões reduzidas e um grande número de sulcos e ravinas.

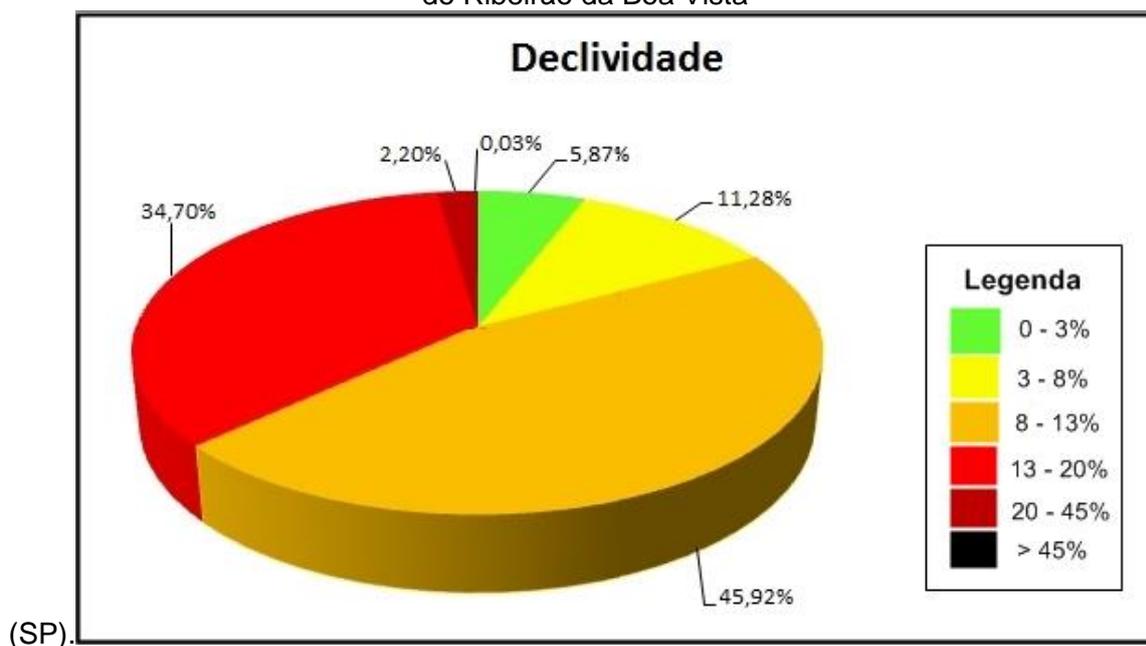
Além disso, as rupturas topográficas, nos setores central e sul, na média e baixa bacia, se tornam mais amenas, sendo mapeadas como “suaves”. Também se registra um aumento nos fundos de vale com formato plano. Ademais, a presença da rodovia Washington Luiz, no setor central, dá origem a uma ruptura topográfica antrópica devido à execução de obras de cortes e aterros para acomodar as vias de acesso.

Figura 4 - Carta de Declividade (em %) da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista (SP)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

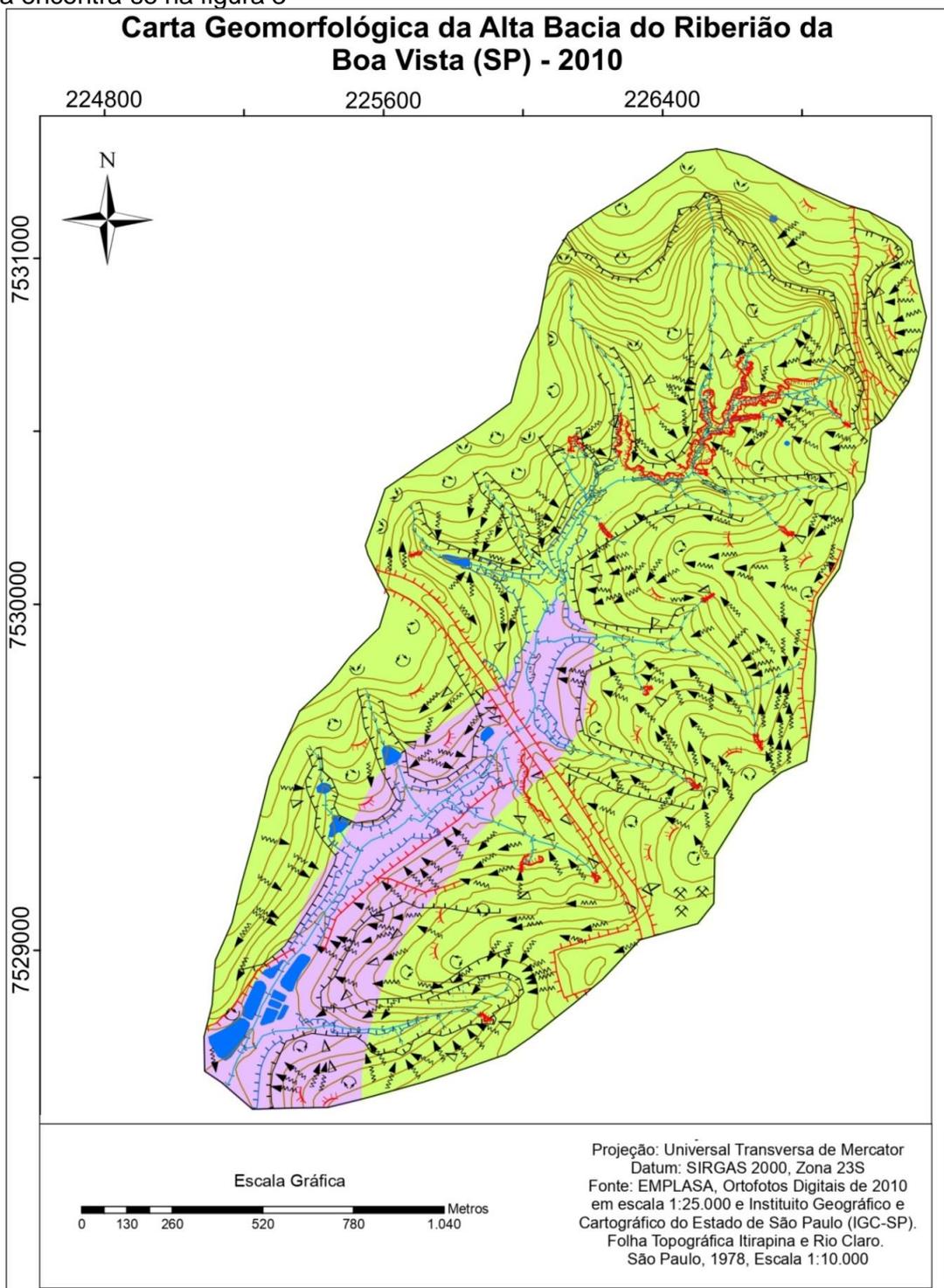
**Gráfico 1** - Porcentagem das classes de declividade em relação à área total da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A partir da análise pormenorizada, verifica-se que no setor norte, tem-se um conjunto de cabeceiras de drenagem que se organizam nos patamares topográficos mais altos da bacia (Figura 5), em setor de ruptura topográfica abrupta, fato que agrega alto grau de energia ao escoamento fluvial e possibilita a formação de fundos de vale do tipo encaixado, devido a maior potencialidade da atividade erosiva. Ainda, o referido setor (Figura 6) localiza-se a montante de parte do talude erosivo da principal voçoroca da área de estudo. Neste caso, a inclinação do terreno pode também agregar energia às águas pluviais e, conseqüentemente, potencializar a ação do runoff e a evolução do talude erosivo. Considera-se que as voçorocas são feições com formato mais alargado do que as ravinas, atestando talude íngreme e suscetível a ocorrências de processos como: solapamento, piping, movimento de massa, escoamento de cabeceira, transferência de material por gravidade, queda de blocos e corrida de lama, sendo estes responsáveis por gerarem feições específicas, como as alcovas e os dutos. As voçorocas podem apresentar ou não canal fluvial, variando sua profundidade de 0,5 a 30 metros (FURLANI, 1980; GOUDIE, 2004; AUGUSTIN; ARANHA, 2006; SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 2008).

**Figura 5** - Carta Geomorfológica da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista (SP). A legenda encontra-se na figura 3



Fo

nte: Elaborado pelos autores (2020).

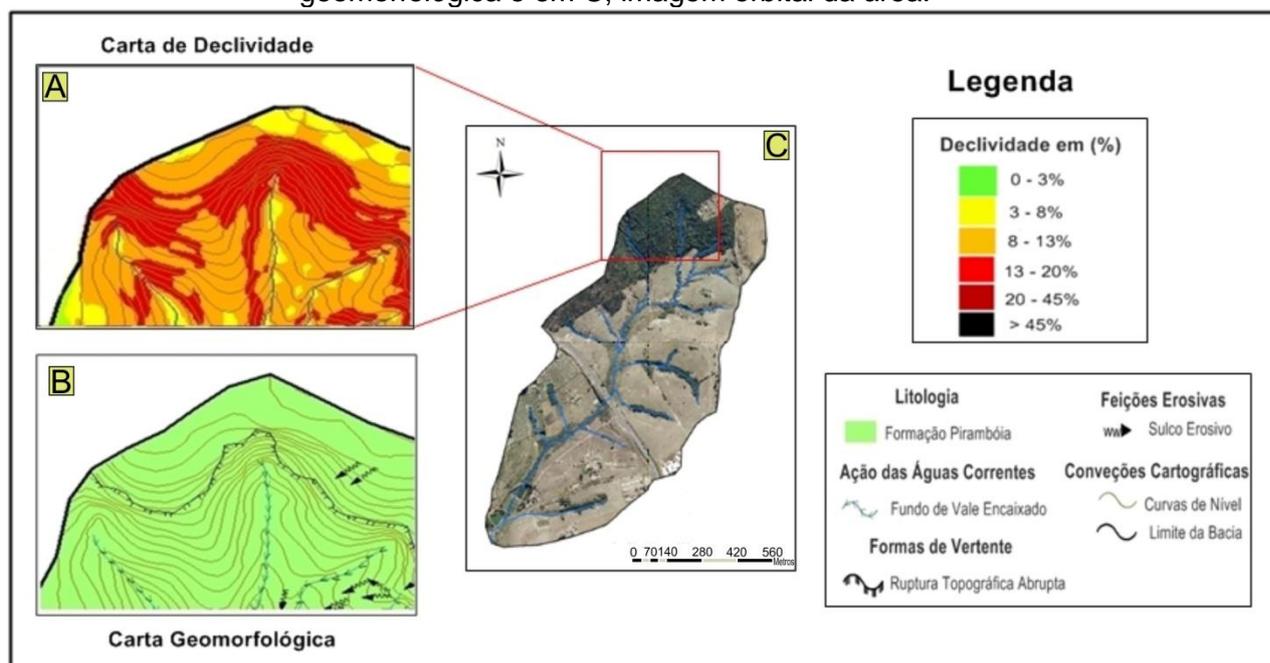
**Figura 6** - Taludes erosivos cuja dinâmica processual caracteriza a voçoroca.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Algumas pesquisas chamam a atenção para a potencialização da ação erosiva do escoamento laminar a partir de declividades superiores a 10% (MAHMOODABADI; SAJJADI, 2016), a 36% (ZHANG et al., 2019) e de 17% e 26% (SHEN et al., 2016) de inclinação, fato que merece atenção neste estudo, uma vez que o setor destacado na Figura 6 pode apresentar áreas extensas de até 25% de inclinação. Também, é importante destacar uma possível relação de vizinhança entre a declividade do setor e o talude erosivo da voçoroca, uma vez que os fluxos superficiais podem ganhar maior energia em setores com inclinação acentuada (13-20%), no entanto a atuação erosiva pode ocorrer em áreas vizinhas com menor inclinação (8-13%). Além dessa questão, destaca-se o amplo setor côncavo (Figura 7) a montante dos taludes erosivos, os quais contribuem para o escoamento superficial em direção à voçoroca.

**Figura 7.** Setor norte da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista com altos índices de declividade. Em A, fragmento da carta de declividade; em B, fragmento da carta geomorfológica e em C, imagem orbital da área.



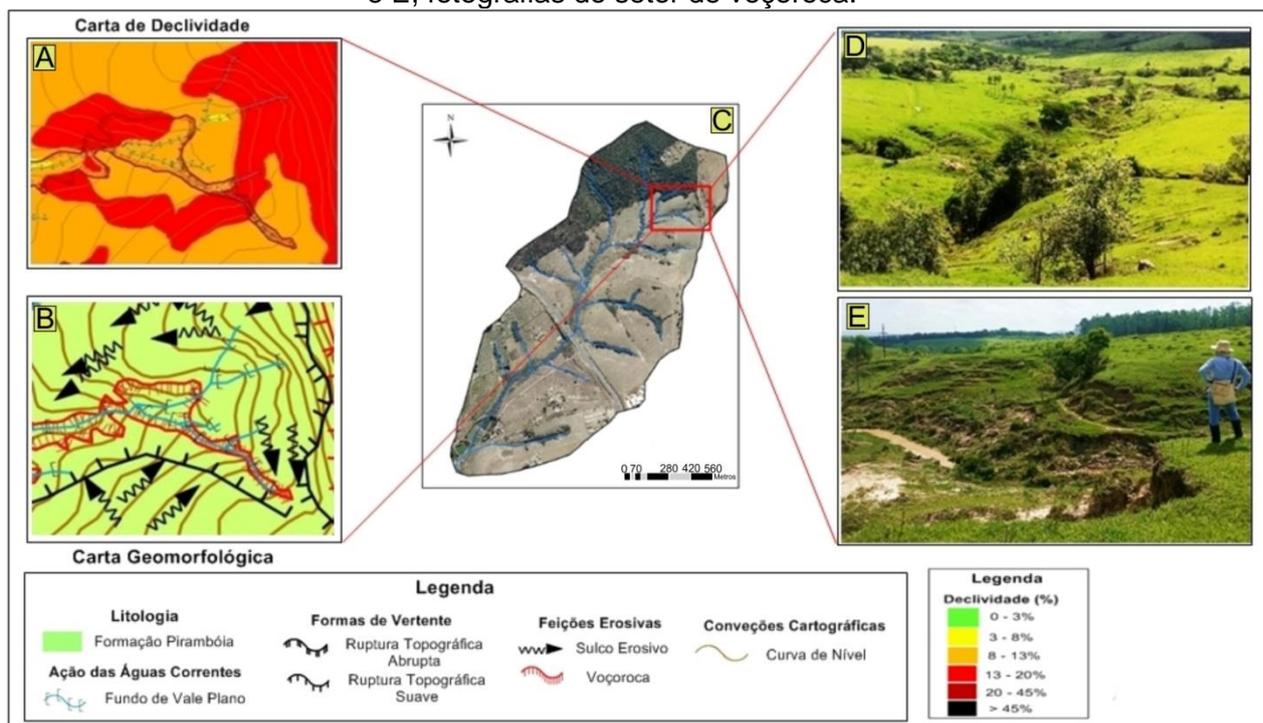
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Assim, além dos elevados valores de declividade para o universo da área de estudo, o setor norte, do ponto de vista litológico, caracteriza-se pela presença da Formação Pirambóia, que se constitui de arenitos de granulação média a fina (Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 1981), com elevado grau de fragilidade, fato que torna o ambiente mais sujeito ao desenvolvimento de feições erosivas lineares do tipo voçoroca. Ainda, soma-se a esse fator, o aspecto pedológico do contato entre Argissolos e Latossolos. Os Argissolos, por apresentarem discordância textural, isto é, horizonte de superfície mais arenoso do que os horizontes de subsuperfície, caracterizam-se como solos com elevada suscetibilidade erosiva. Já os Latossolos, são caracterizados como solos com elevada permeabilidade e baixa retenção de água (EMBRAPA, 2006). Contudo, deve-se apontar que os dados pedológicos e geológicos (KOFFLER, 1993; IG, 1984) apresentam-se em escala de menor detalhe do que os demais mapeamentos. Portanto, essa relação entre formas erosivas e materiais precisa ainda ser detalhada em trabalhos futuros.

Outro aspecto interessante, é que a confluência dos cursos d'água atuantes nesta área (Figura 8) ampliam os taludes erosivos que os circundam, visto que apresentam continuidade espacial com as feições mais típicas, que se vinculam a cabeceira desse sistema fluvial (Figura 6). Assim, como pode ser observado no trecho da carta geomorfológica apresentada na Figura 8, há uma continuidade entre

os taludes erosivos, os quais vão contornar o sistema fluvial desde suas nascentes até setores a jusante de várias confluências de outros cursos. Assim, os taludes erosivos (Figura 6) aumentam de dimensão (Figura 9) a partir das confluências o que se deve ao aumento do volume de água que dinamiza significativamente a erosão, tanto fluvial como, por remonte, dos taludes de entorno do rio.

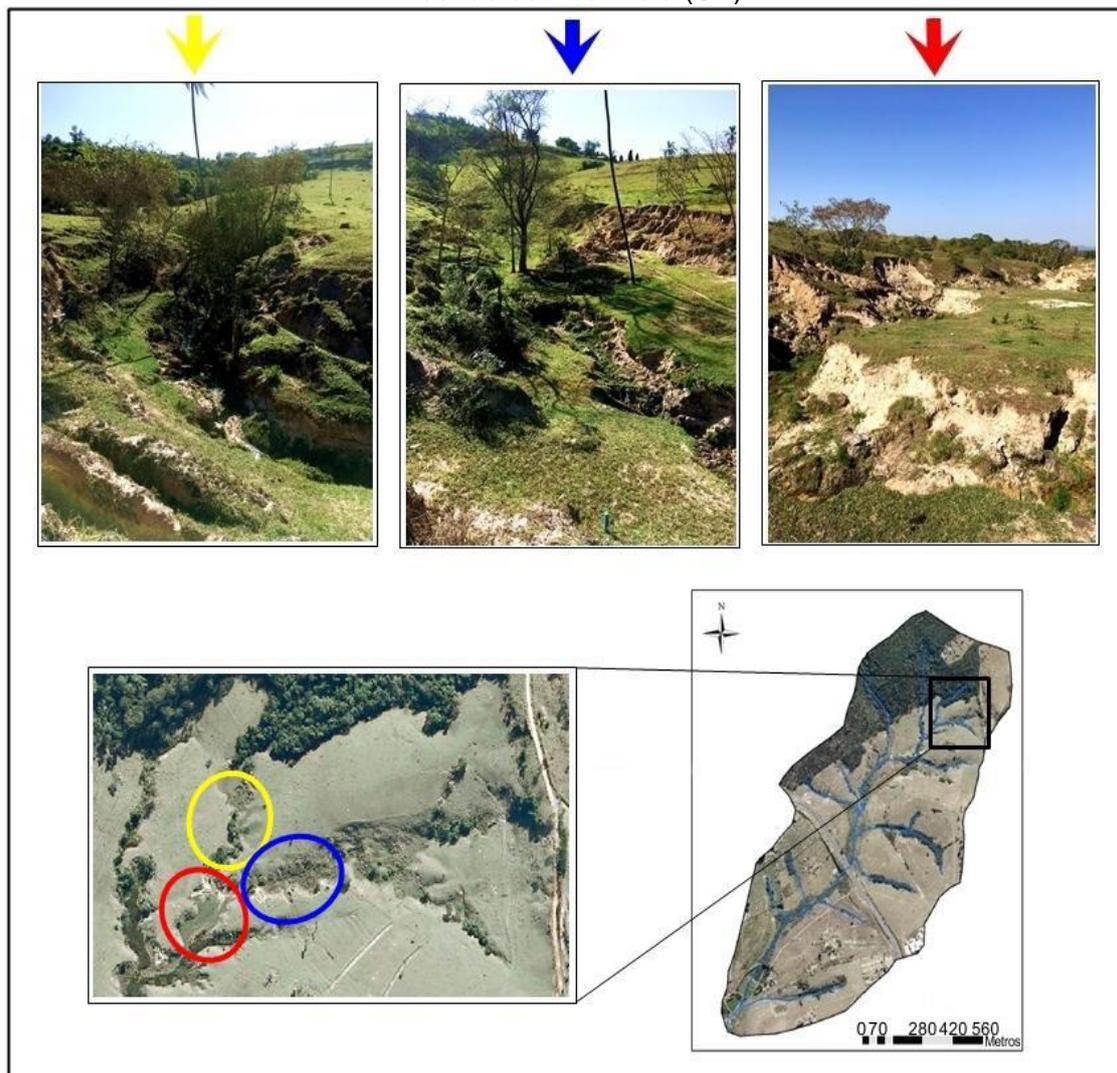
**Figura 8** - Voçoroca em setor declivoso na Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista (SP). Em A, carta de declividade; em B, fragmento da carta geomorfológica; em C, imagem orbital; em D e E, fotografias do setor de voçoroca.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A extensão dos taludes erosivos mapeados (Figura 5) demonstra que a bacia está submetida à reativação erosiva da rede de drenagem. Regionalmente, Etchebere, Casado e Morales (2011, p. 90), analisando a bacia do Rio Corumbataí, a qual abrange a área estudada, apontam diversas “anomalias fluviomorfométricas como elementos de alerta” para possíveis ações neotectônicas na área. Tais ações podem responder pela dinâmica erosiva apresentada já que levaria à alteração do nível de base regional representado pelo Rio Corumbataí. Contudo, o fator paleoclimático também deve ser considerado visto que Dias e Perez Filho (2015) identificaram oscilações climáticas, com períodos mais secos que o atual, nos últimos 5 mil anos na bacia do Rio Corumbataí.

**Figura 9** - Morfologia dos taludes erosivos da voçoroca no setor norte da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista (SP)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Localmente, verificam-se alterações antropogênicas que também podem contribuir para mudanças no perfil longitudinal e, portanto, reativação erosiva. A presença da Rodovia Washington Luis provoca alteração no curso fluvial, o qual corre por conduto fechado neste setor (Figura 10). Os condutos podem acelerar o escoamento fluvial, assim como alterar a rugosidade do fundo, alterando a dinâmica erosiva e deposicional dos rios.

**Figura 10** – Conduto fechado de passagem do Ribeirão Boa Vista sob a rodovia Washington Luis. Em A, visão geral da estrada que corta a bacia estudada; em B, detalhe do conduto fechado pelo qual escoo o Ribeirão Boa Vista sob a rodovia.



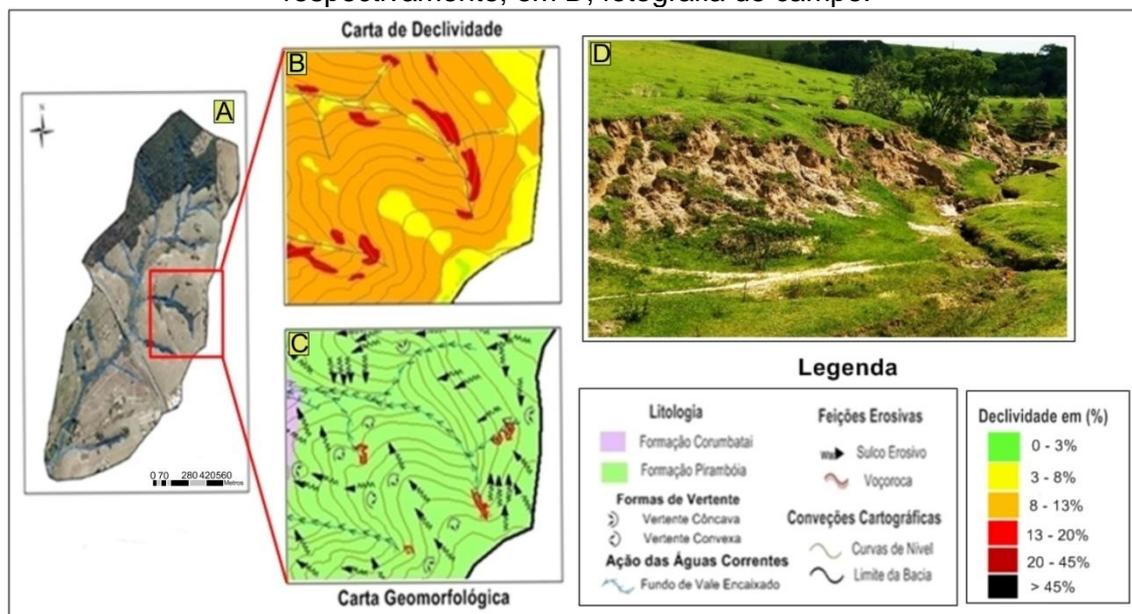
Fonte:

Elaborado pelos autores (2020).

Já o setor destacado na Figura 11 apresenta um conjunto de sulcos erosivos e algumas voçorocas com dimensões reduzidas, estando parte das voçorocas em áreas com maior inclinação (13 a 20%). Nesse sentido, a ação gravitacional provocada pela alta declividade, associada à instabilidade dos materiais litológicos e pedológicos, compostos predominantemente por areias, podem propiciar condições para o desenvolvimento de feições erosivas lineares do tipo sulco e voçoroca (Figura 11). Ainda, reconhece-se que a ocorrência de sulcos erosivos pode variar a partir do uso da terra (STEFANUTO; LUPINACCI, 2017), fator que deverá ser explorado em pesquisas futuras.

Além da presença de feições erosivas em setores com declividade mais acentuada, verifica-se, do ponto de vista morfológico, a existência de vertentes côncavas (Figura 11) que denotam a tendência da concentração do escoamento superficial, favorecendo a erosão linear que pode desencadear impactos na agricultura e nos ecossistemas terrestres através de feições de diferentes dimensões (POESEN et al., 2003; DUBE et al., 2020). Ocorrem também, vertentes convexas, que dispersam o escoamento superficial, promovendo erosão laminar.

**Figura 11** - Feições erosivas lineares próximas as cabeceiras de drenagem em setores com alto índice de declividade na Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista (SP). Em A, imagem orbital da área; em B e C, fragmentos das cartas de declividade e geomorfológica, respectivamente; em D, fotografia de campo.

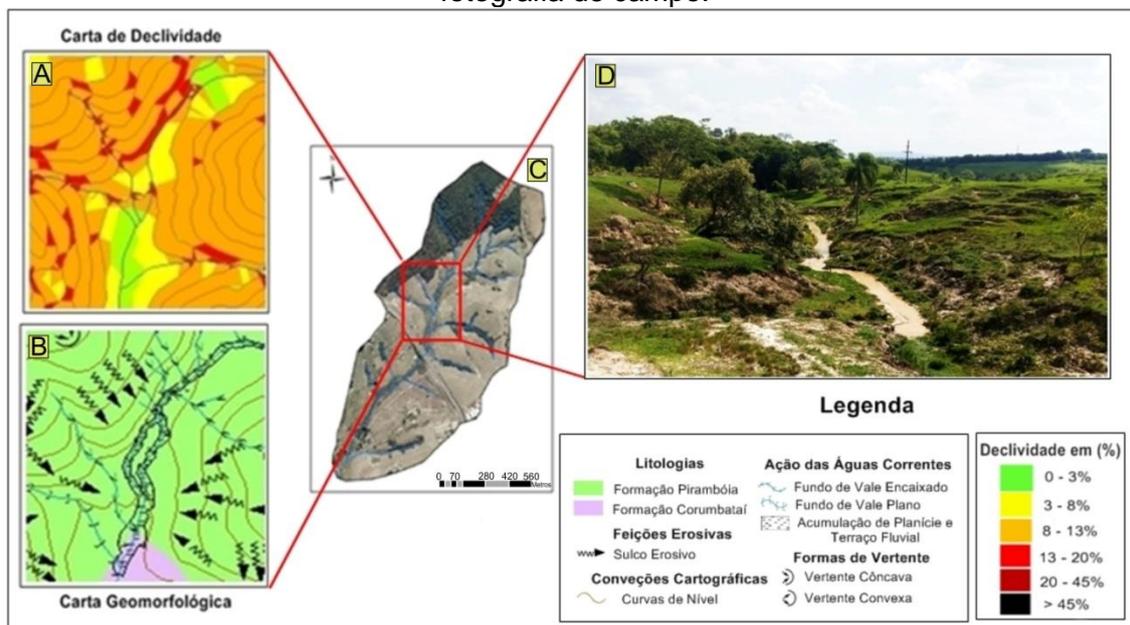


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Por fim, os demais setores apresentam menor declividade, como se verifica no recorte da Figura 12, com índices que variam de 0% a 3% e de 3% a 8%, caracterizando uma área com relevos mais suaves e fundos de vale propícios à sedimentação. Assim, observa-se que os fundos de vale planos vinculam-se à deposição de materiais que dão origem às planícies fluviais, gerando uma propensão ao desenvolvimento de sinuosidades no curso principal (Figura 12). Neste sentido, o aumento da carga de sedimentos que constitui tais formas, pode ser entendido como proveniente do grande sistema de voçorocas presente à montante. Esses sedimentos estão distribuídos tanto no nível atual do Ribeirão, constituindo planícies, como, no baixo curso, em nível altimétrico superior, formando terraços. Tais terraços indicam mudanças no sistema fluvial as quais podem responder pela reativação erosiva que também se propaga pelas vertentes, gerando os taludes erosivos.

Além das voçorocas, destaca-se a quantidade de sulcos erosivos (Figura 5) os quais colaboram com o aumento da carga de sedimentos. Tais sulcos se distribuem sobre as distintas litologias e classes de solos presentes na área de estudo. Assim, conforme já constataram para a região Pinton e Cunha (2015) e Stefanuto (2019), tais feições provavelmente se devem mais ao manejo do uso da terra do que necessariamente aos materiais que constituem o relevo.

**Figura 12** - Curso principal da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista com setores de baixa declividade e presença de planícies e terraços fluviais. Em A e B, fragmentos das cartas de declividade e geomorfológica, respectivamente; em C, imagem orbital da área e em D fotografia de campo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Portanto, a partir da análise pormenorizada, identifica-se o potencial da carta geomorfológica em identificar os principais setores nos quais se registram a presença de feições erosivas lineares. Além disso, as informações apresentadas na carta de declividade, em análise conjunta com os dados litológicos e pedológicos, indicam áreas as quais apresentam maior propensão ao desencadeamento de processos erosivos, uma vez que, os setores que apresentam topografia com alta declividade atribuem maior energia à ação escultural do relevo, ampliando a potência do escoamento de superfície; diferentemente das áreas que apresentam topografias mais suavizadas, que atribuem menor energia à ação das águas correntes, bem como à ação gravitacional.

### Considerações finais

Os dados apresentados nesse trabalho ilustram as características morfométricas e geomorfológicas da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista, marcada por diversificados valores de declividade e feições geomorfológicas, além de litologias e solos com composição variável.

Dessa forma, compreende-se que o trabalho mecânico de destruição e a capacidade de transporte dos materiais das vertentes podem ser proporcionais à inclinação do terreno. Ainda, verifica-se na área de estudo, um domínio de terrenos

com inclinação média que varia de 8% a 13%. Os maiores valores estão situados no setor norte que atinge classes de 13% a 20%, aspecto que implica na morfodinâmica da área de estudo, tendo em vista o alto grau de energia do escoamento fluvial e superficial e a maior potencialidade da atividade erosiva das águas que desencadeiam o desenvolvimento de feições erosivas, principalmente, do tipo voçoroca. Os taludes erosivos de cabeceira se estendem por quilômetros, emoldurando os cursos fluviais (Figura 6). Os demais setores, que apresentaram baixa declividade, com índices que variam de 0% a 3% e de 3% a 8%, denotaram relevos mais suaves e fundos de vale planos propícios à sedimentação dos materiais provenientes dos sistemas erosivos à montante, caracterizados na carta geomorfológica como Áreas de Acumulação de Planície e Terraço Fluvial (APTFs – Figura 7),

Além da declividade associada ao fator morfodinâmico, observou-se na Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista, que as litologias e solos apresentam-se propícios ao desencadeamento dos processos erosivos, uma vez que, a presença da Formação Pirambóia, composta por arenitos pouco coesos, viabiliza a instalação de feições erosivas.

Diante disso, a partir dos dados coletados através da carta geomorfológica, carta de declividade, somadas aos dados litológicos e pedológicos da área de estudo, constatou-se que a presença de feições erosivas lineares responde tanto a certas características físicas dos materiais, como a formação litológica e a composição dos solos, quanto à morfometria do terreno. Por fim, ratifica-se a importância da carta geomorfológica e de declividade e dos dados litológicos e pedológicos para análise de processos erosivos.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Regiões de Circundesnudação Pós-Cretácea no Planalto Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v.1, n.1 p.03 - 21,1949.

AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. A ocorrência de voçorocas em Gouveia, MG: Características e Processos Associados. **Geonomos**. n.14, p.75-86, 2006.

BACELLAR, L. A. P. ; COELHO NETO, A. L. ; LACERDA, W. A. . Controlling factors of gullying in the Maracujá Catchment, southeastern Brazil. **Earth Surface Processes and Landforms** , Inglaterra, v. 30, p. 1369-1385, 2005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2012.

BEZERRA M.O.; BAKER M.; PALMER M.A.; FILOSO S. Gully formation in headwater catchments under sugarcane agriculture in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, 110271, 2020.

BRASIL. Presidência da República. Lei Federal n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 29 ago. 2020.

BRASIL. Presidência da República. Lei Federal n. 6766, de 19 de dezembro de 1979. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil-03/leis/l477/htm>>. Acesso em: 29 ago. 2020.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Instituto Agrônomo. Boletim Técnico, Campinas, v.106, n.46, p. 77-106, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista de Geomorfologia**, Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

COLTRINARI, L. Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.3, p. 121-130, 2011.

CÔRTEZ, A.; PERINOTTO, J. A. Fácies e associação de fácies da Formação Piramboia na região de Descalvado (SP). **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 15, n. 3-4, p. 23-40, 2015.

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

CUNHA, C.M.L.; MENDES, I.A.; SANCHEZ, M.C. A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Goiânia, v. 04, n.01, p.01-09. 2003.

DAAE, Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Banco de Dados Hidrológicos**. São Paulo: DAAE, 2022. Disponível em: <http://www.hidrologia.daae.sp.gov.br/>. Acesso em: 11 de mar de 2022.

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

DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 21, p. 8-13, 1970.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Geocronologia de terraços fluviais na bacia do Rio Corumbataí-SP a partir de luminescência opticamente estimulada. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Goiânia, v.16, n.2, p.341-349, 2015

DUBE, H. B.; MUTEMA, M.; MUCHAONYERWA, P.; POESEN, J.; CHAPLOT, V. A global analysis of the morphology of linear erosion features. **Catena**, v. 190, p. 104542, 2020.

DUMMER, J. **Aspectos litológicos, pedológicos e tectônicos associados aos processos erosivos na Bacia Hidrográfica do Arroio Miracautu-RS**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Rio Grande do Sul, 2019.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

ETCHEBEHERE, M. L. DE C.; CASADO, F. C.; MORALES, N. Análise fluviomorfológica do Rio Corumbataí (SP) implicações morfotectônicas vinculadas à migração de nickpoint. **Revista Geociências**, v. 10, n. 1, 2011.

FURLANI, G. M. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Casa Branca – São Paulo**. 1980. 379f. Dissertação. Departamento de Geografia (FFLCH), São Paulo, 1980.

GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of Geomorphology (Volume 1)**. London and New York: Routledge, 2004.

GUERRA, A.M.S. **Cartografia Geológico-Geotécnica de Áreas Costeiras: o exemplo de Suape- PE**. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Campus de Rio Claro, São Paulo, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; DIVISÃO DE MINAS E GEOLOGIA APLICADA. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981.

INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – IG. **Formações Geológicas de Superfície**. Folha Corumbataí, 1984

KARIMOV, V., SHESHUKOV, A., BARNES, P. Impact of precipitation and runoff on ephemeral gully development in cultivated croplands. **Proc. Int. Assoc. Hydrol. Sci.** v. 367, p. 87–92, 2015.

KOFFLER, N. F. **Solos da bacia do Rio Corumbataí**. Rio Claro: Departamento de Cartografia e Análise da Informação Geográfica - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1992.

KÖPPEN, W. Climatologia. México. **Fundo de Cultura Econômica**, 1948.

MAGALHÃES, R. A. Erosão: Definições, Tipos e Formas de Controle. *In*: VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. 2001. **Anais** [...]. Goiânia, p.19-34, 2001.

MAHMOODABADI, M.; SAJJADI, S. A. Effects of rain intensity, slope gradient and particle size distribution on the relative contributions of splash and wash loads to rain-induced erosion. **Geomorphology**, v. 253, p. 159–167, 2016.

MATHIAS, D. T.; NUNES, J. O. R. A dinâmica geotecnogênica em áreas periurbanas: município de São Pedro (SP). **Geosul**, v. 34, n. 70, p. 484–498, 2019.

MILANI, E. J.; MELO, J.H.G; SOUZA, de P.A.; FERNANDES, L.A. Bacia do Paraná. Rio de Janeiro: **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v.15, n. 2, p.265-287, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1973.

MONTEIRO, R ; AULINO, O. Clima e balanço hídrico em uma reserva de cerrado no município de Corumbataí. *In*: Seminário Regional de Ecologia, São Carlos, **Anais** [...], São Carlos. 1981.

OLIVEIRA, J. B. de; PRADO, H. do **Levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo. Folha São Carlos**. Campinas: IAC, 1984. 133 p.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. *In: Simpósio Nacional de Geomorfologia*. 8, 2010, Recife. **Anais** [...]. Recife, p. 1-13, 2010.

PASCHOAL, L.G; CUNHA, C.M.L. Estudos geomorfológicos em área de mineração em Portugal: Cartografia Geomorfológica para análise do impacto sobre o relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, nº1, 2016.

PEREIRA, L. C., LOMBARDI NETO, F. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36 p.(Documentos,43).  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/14508/1/documentos43.pdf>

PES, L.Z; GIACOMINI, D.A. **Conservação do solo**. Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2017.

PINTON, L.G. **Evolução dos processos morfogenéticos em relevo cuestiforme: a bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia (SP)**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2016.

PINTON, L. de G.; CUNHA, C. M. L. O uso de Geoindicadores em paisagem rural: subsídios à análise das mudanças morfológicas antropogênicas da bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia (SP). **Revista do Departamento de Geografia**. V. 29, p. 01-19, 2015.

POESEN, J.; NACHTERGAELE, J.; VERSTRAETEN, G.; VALENTIN, C. Gully erosion and environmental change: Importance and research needs. **Catena**, v. 50, p.91-133, 2003.

QUAN, X.; HE, J.; CAI, Q. SUN, L.; LI, X.; WANG, S. Soil erosion and deposition characteristics of slope surfaces for two loess soils using indoor simulated rainfall experimente. **Soil and Tillage Research**, v. 204, p. 104714, 2020.

RAMALHO, M. F. J. L. **Geomorfologia e Dinâmica Ambiental: vale do rio Pitimbu**. Natal: Imagem Gráfica, 2003.

SANTOS, L. J. C. OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, p. 03-11, 2006

SANCHEZ, M.C. O propósito das cartas de declividade. *In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA APLICADA*, São Paulo **Anais** [...], FFLCH, n.5, p. 311-314, 1993

SILVEIRA, P.B; LUPINACCI, C.M. A cartografia geomorfológica no auxílio dos estudos dos processos erosivos: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Alam Grei- SP. *In: SIMON, A.L.H; LUPINACCI, C.M. A Cartografia Geomorfológica como Instrumento para o Planejamento*. Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, p. 21-35, 2019.

SHEN, H.; ZHENG, F.; WEN, L.; HAN, Y.; HU, W. Impacts of rainfall intensity and slope gradient on rill erosion processes at loessial hillslope. **Soil and Tillage Research**, v. 155, p. 429–436, 2016.

SOIL SCIENCI SOCIETY OF AMERICA. **Glossary of Soil Scienci Terms**. Madison: Soil Scienci Society of America, 2008.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. Análise da dinâmica erosiva presente no setor cuestiforme de Analândia (SP). *In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE - ENANPEGE*, 12, 2017, Porto Alegre - RS. **Anais**.Porto Alegre: ANPEGE, 2017. p.11625-11636.

STEFANUTO, E. B. **Análise da dinâmica erosiva linear e seu potencial evolutivo em ambiente agrícola**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2019.

TEBEBU, T.Y., ABIY, A.Z., ZEGEYE, A.D., DAHLKE, H.E., EASTON, Z.M., TILAHUN, S.A., COLLICK, A.S., KIDNAU, S., MOGES, S., DADGARI, F., STEENHUIS, T.S. Surface and subsurface flow effect on permanent gully formation and upland erosion near Lake Tana in the northern highlands of Ethiopia. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 14, n. 11, p. 2207–2217, 2010.

THOMAZINI, L. da S. **Análise da fragilidade Ambiental em área urbana: o caso da bacia hidrográfica do córrego do Castelo, Bauru (SP)**. Tese (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2013.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

TROPPEMIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: Helmut Troppmair, edição do autor, 2004.

ZAINE, J. E. **Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP)**. Tese (Mestrado em Geociências)- Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 1994

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

ZHANG, J.; YANG, M.; DENG, X.; LIU, Z.; ZHANG, F. The effects of tillage on sheet erosion on sloping fields in the wind-water erosion crisscross region of the Chinese Loess Plateau. **Soil and Tillage Research**, v. 187, p. 235–245, 2019.

## NOTAS DE AUTOR

### CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

**Melina de Melo Silva** - Concepção e elaboração do manuscrito. Coleta de dados, Análise de dados, Discussão dos resultados, Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

**Cenira Maria Lupinacci** - Concepção e elaboração do manuscrito. Coleta de dados, Análise de dados, Discussão dos resultados, Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

**Estêvão Botura Stefanuto** – Elaboração do manuscrito. Participação ativa da discussão dos resultados; Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

### FINANCIAMENTO

FAPESP. Bolsa CNPq.

### CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

### APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

### CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

### LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

### HISTÓRICO

Recebido em: 16-09-2021

Aprovado em: 28-06-2022

