

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

ACÁSSIA GOMES PERFEITO

Análise da Dissecação do Relevo nos Glacis da Serra de São Pedro - SP

Analysis of Relief Dissection on the Glacis of Serra de São Pedro - SP

São Paulo
2025

ACÁSSIA GOMES PERFEITO

Análise da Dissecação do Relevo nos Glacis da Serra de São Pedro - SP

Trabalho de Graduação Individual (TGI)
apresentado ao Departamento de
Geografia da Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas, da
Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Fernando Nadal
Junqueira Villela

São Paulo

2025

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Perfeito, Aráxia Gomes
V468a Análise da Dissertação do Relvô nos Glacia da Serra de São Pedro -SP / Aráxia Gomes Perfeito; orientador Fernando Nadal Junqueira Villela - São Paulo, 2023.
41 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia.

1. Dissertação do Relvô. I. Villela, Fernando Nadal Junqueira, orient. II. Título.

PERFEITO, Acássia Gomes. **Análise da Dissecação do Relevo nos Glacis da Serra de São Pedro - SP.** Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____
Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____
Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____
Julgamento _____ Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo ao movimento estudantil, aos que me antecederam e lutaram por políticas que garantiram o meu ingresso e permanência na universidade.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Nadal Junqueira Villela, pela forma como conduziu a orientação, foram muitos os ensinamentos.

Aos queridos, Marisah Matos (Laboratório de Geomorfologia), Marcos Pinheiro (Laboratório de Pedologia) e Michelle dos Santos (Laboratório de Cartografia), Maria Rita Pelegrin por se colocarem à disposição.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Carlos Henrique Grohmann de Carvalho, do Instituto de Astronomia e Geofísica da Universidade de São Paulo (IAG-USP).

Aos meus amigos da Universidade Estadual Paulista (Unesp- Presidente Prudente), onde tudo começou: Karina Malaquichias, Renata Rizzon, Laide Bessa, Rhaabe Sales, Beatriz Mercês, Ed Marcelo, João Pimenta, Willians Ventura. Pelas conversas sinceras, pelo cuidado, pelos debates sobre a geografia do objeto e por construírem juntos comigo memórias deliciosas.

Aos colegas da USP Lucas Alencar, Jony Hayato, Victoria Storace, Laura Garcia, Luca Pilotto e Lívia Matos. Ao escrever esses os nomes, lembrei de vários momentos significativos para mim e vocês estavam juntos comigo.

Ao pessoal da Coordenadoria de Planejamento Urbano (PLANURB), da Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento de São Paulo (SMUL), sobretudo, Gabriela Araújo, Beatriz Santos, Estela Scudeller, os geógrafos Clayton Teixeira e Mateus Tourinho, e ao Vitor Godinho. Vocês ampliaram a minha capacidade de analisar os territórios. Que surpresa boa encontrar vocês.

E um muito obrigada especial à minha família, sempre tão generosa e compreensiva. Aos meus pais Zilda e Beto, que estruturaram minha base em um lar de paz. Aos meus irmãos Tata, Hie Hie e Toni, que me ensinam a ser melhor. À todas minhas sobrinhas, que me enchem de amor. Obrigada às amigas de infância: Jamaira, Maria e Gláucia. Ao Divino Amaral, meu namorado, que musicou meus dias ao longo dos anos de graduação.

À natureza que me comove, reúne forças e organiza em mim as melhores inspirações.

Enfim, todos esses agradecimentos para tentar expressar que este trabalho foi construído de forma coletiva.

RESUMO

PERFEITO, Acássia Gomes. **Análise da Dissecação do Relevo nos Glacis da Serra de São Pedro – SP.** 2025. 32f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025.

Os glacis são feições geomorfológicas correspondentes a superfícies suavemente inclinadas formadas em depressões como produto da dissecação diferencial relevo. Este processo geomorfológico dá origem aos glacis (colinas), localizadas junto às escarpas, resultado do desnível iniciado, principalmente, pela ação erosiva dos fluxos d'água. Em São Pedro -SP, os glacis foram analisados sob perspectivas geológico-geomorfológicas, evidenciando a gênese, dinâmicas, formas e materiais para melhor entender o modelado de relevo na transição entre Planalto Ocidental e Depressão Periférica. Embora diversos estudos sobre a região, observou-se que as pesquisas existentes não agregaram a matriz de dissecação do relevo. Neste trabalho buscou-se integrar ao método da matriz de dissecação do relevo o método de mapeamento das isobases para identificar áreas de dissecação do glacis localizado entre o Ribeirão Vermelho e Ribeirão do Meio, na margem direita do Rio Piracicaba. Os resultados foram significativos, visto que indicaram as áreas mais dissecadas, possibilitando a compartimentação do relevo por características morfométricas. Concluiu-se que a dissecação do glacis localizado entre o Ribeirão Vermelho e o Ribeirão do Meio é, sobretudo, resultado do desnível mais ação da drenagem causada por anomalias influenciadas pelo Lineamento Santa Maria Cabreúva.

Palavras-chave: Dissecação do Relevo; Glacis; Dimensão Interfluvial; Isobase; Cartografia Geomorfológica.

ABSTRACT

PERFEITO, Acássia Gomes. Analysis of Relief Dissection on the Glacis of Serra de São Pedro -. 2025. 32f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025.

Glaciers are geomorphological features corresponding to gently sloping surfaces formed in depressions as a result of differential relief dissection. This geomorphological process gives rise to glaciers (hills), located near escarpments, resulting from the unevenness initiated primarily by the erosive action of water flows. In São Pedro, São Paulo, glaciers were analyzed from a geological and geomorphological perspective, highlighting their genesis, dynamics, forms, and materials to better understand the relief modeling in the transition between the Western Plateau and the Peripheral Depression. Although several studies on the region have been conducted, it was observed that existing research has not incorporated the relief dissection matrix. This study sought to integrate the isobase mapping method with the relief dissection matrix to identify the dissection of the glacis located between Ribeirão Vermelho and Ribeirão do Meio, on the right bank of the Piracicaba River. The results were significant, as they indicated the most dissected areas, enabling the compartmentalization of the relief by morphometric characteristics. It was concluded that the dissection of the glacis located between Ribeirão Vermelho and Ribeirão do Meio is primarily the result of the unevenness and drainage action caused by anomalies influenced by the Santa Maria Cabreúva Lineament.

Keywords:. Relief Dissection; Glacier; Interfluvial Dimension; Isobase; Geomorphological Cartography

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVO	2
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
3.1	Taxonomia do Relevo	2
3.2	Dissecação do Relevo	5
3.3	Isobase	7
3.4	Glacis	8
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	9
4.1	Compartimentação do Relevo	10
4.1.1	Feição do Glacis	11
4.1.2	Matriz de Dissecação do Relevo	11
4.1.3	Mapeamento das Isobase	12
5.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
5.1	Aspectos Geológicos	16
5.2	Aspectos Geomorfológicos	18
5.3	Aspectos Hidrográficos	20
5.4	Aspectos Climáticos	23
6.	RESULTADOS	25
6.1	Compartimentação do Relevo	25
6.2	Mapa de Isobase	28
7.	CONCLUSÕES	32
8.	REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

Glacis são feições geomorfológicas correspondentes a superfícies suavemente inclinadas, formadas em depressões como produto da dissecação diferencial relevo. Esse processo geomorfológico dá origem aos glacis (colinas), localizadas junto às escarpas, resultado do desnível provocado, principalmente, pela ação erosiva dos fluxos d'água (Tricart, 1972).

Em São Pedro -SP, os glacis foram analisados sob perspectivas geológico-geomorfológicas, evidenciando a gênese, dinâmicas, formas e materiais, com o objetivo de compreender melhor o modelado de relevo na transição entre Planalto Ocidental e Depressão Periférica (Coutard, 1978; Oliveira, 1997, 2009; Furquim, 2002; Pinheiro, 2009, 2014; Pinheiro; Queiroz Neto, 2015; Viera e Daniel, 2015; Castro et al., 2018; Villela *et al.*, 2018). Os resultados desses estudos e interpretações indicaram que a origem e evolução dos glacis pode ser compreendida como um processo de dissecação erosiva diferencial regressiva — processo escultórico da cuesta — além de alteração, reorganização e deposição de sedimentos derivados dos arenitos Pirambóia — associados aos glacis (Castro, *op cit*).

A dissecação é um aspecto do relevo que reflete a energia que perpassa um sistema geomorfológico durante o processo de esculturação de uma determinada superfície (Bertolini; Deodoro, 2018). Em outras palavras, a dissecação do relevo é também consequência da atividade de drenagem, cujo entalhe desenvolve-se horizontalmente — alterando a dimensão interfluvial — enquanto acentua o aprofundamento dos canais fluviais (Brizzi et al., 2024).

Ainda que o principal agente modelador do relevo seja os fluxos d'água, os movimentos tectônicos recentes, ou seja, a neotectônica, exercem grande influência na dissecação dos glacis em decorrência do Lineamento Santa Maria-Cabreúva. As inflexões dos fluxos d'água causadas pelo controle estrutural, evidenciaram as perturbações na rede drenagem do Ribeirão Vermelho, Ribeirão do Meio — área de estudo — e Ribeirão Samambaia, situados na margem direita do rio Piracicaba (Pinheiro, 2015).

Embora diversos estudos já realizados investigando a gênese, forma e materiais dos glacis da Serra de São Pedro, observa-se que, as pesquisas existentes não agregaram

a matriz de dissecação do relevo, proposta por Ross (1992). Esse método propõe sistematização e reconhecimento dos padrões morfométricos de superfícies geomorfológicas. Por ser estruturada a partir de dados quantitativos, torna-se possível realizar o reconhecimento de padrões diferenciados de dissecação da superfície (Bertolini; Deodoro, 2018), possibilitando definir compartimentos, além de viabilizar correlações entre dados estatísticos (Brizzi, *op. cit.*).

Além disso, neste trabalho buscou-se integrar ao método da matriz de dissecação do relevo o método de mapeamento de isobases proposto por Filosofov (1960), cujo objetivo é evidenciar, por meio de intersecção entre características topográficas e drenagens, uma superfície erosiva, ou seja, áreas sujeitas a maior dissecação. A identificação dessas superfícies pode indicar possível reorganização dos fluxos d'água por influência tectônica (Grohmann, 2008), ampliando, assim, a capacidade interpretativa da forma atual dos glaciais.

2. OBJETIVO

O objetivo essencial desta pesquisa foi compartimentar a dissecação dos glaciais a partir da associação das características morfométricas entre o topo e fundo do vale, possibilitando estabelecer critérios quantitativos e qualitativos para definir áreas com variações de dissecação. Como objetivos específicos, foram propostos:

- Estruturar e compartimentar padrões de dissecação dos glaciais;
- Localizar possível orientação da dissecação do relevo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Taxonomia do Relevo

A taxonomia do relevo desenvolvida por Ross (1992) compõe uma proposta de classificação das formas do relevo e cartografia geomorfológica. Com base na fundamentação teórica de Walter Penck (1953, *apud* Ross, 1992, p.18), que definiu as formas de relevo como produto antagônico das forças endógenas e exógenas, promovida pela ação climática ao longo de diferentes tempos geológicos. E também, embasada nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura de (Guerasimov, 1946; Mescerjakov, 1968, *apud* Ross, 1992), cujas proposições sobre as formas do relevo

evidenciaram a influência das ações combinadas entre os movimentos tectônicos, produzindo grandes estruturas, isto é, a morfoestrutura. Enquanto a ação climática atual e pretérita opera como elemento produtor de formas de relevo menores, ou seja, a morfoescultura (Ross *op. cit.*).

De acordo com Ross (*op. cit.*), a taxonomia do relevo (**Figura 1**) surgiu da necessidade de superar uma lacuna não solucionada por Mescerjakov (1968 *op.cit.*), ao não definir a relação de sua proposta com a cartografia das formas de relevo identificadas na prática do mapeamento geomorfológico (Ross, 2002). Embora a proposta de classificação do relevo de Mescerjakov (1968 *op.cit.*) apresentasse a correlação entre grandeza, idade das formas e os processos atuantes, a classificação definida por Ross (1992) foi classificada conforme o ordenamento. Nesse contexto, a taxonomia do relevo da área de estudo está classificada da seguinte forma:

1º Táxon: corresponde às maiores dimensões do relevo, às Unidades Morfoestruturais-Planaltos, Planícies e Depressões. A Bacia Sedimentar do Paraná, formada nas alterações de sedimentação marinha e continental é um modelado de relevo correspondente a esse táxon;

2º Táxon: corresponde às Unidades Morfoesculturais. Neste táxon, é próprio à sua formação processos erosivos desencadeados por epirogênese, esculpando na paisagem o modelado do relevo como a Depressão Periférica Paulista, a qual a palavra “periférica” indica sua localização marginal em relação da Bacia Sedimentar do Paraná;

3º Táxon: refere às Unidades Morfológicas, correspondem às menores extensões inseridas nas Unidades Morfoesculturais. Os Padrões de Forma Semelhantes podem ter duas expressões, a genética: as chamadas formas de acumulação que abrange as planícies de diferentes gênesis (marinha, fluvial, lacustre); e, as formas de denudação, isto é, esculpidas pelo processo de dissecação, por exemplo, os morros, serras, formas aplainadas e glacis (colinas);

4º Táxon: corresponde aos tipos de Forma do Modelado do relevo, são formas individualizadas que compõem a unidade morfológica do táxon anterior. Neste caso, no glacis localizado entre o Ribeirão Vermelho e Ribeirão do Meio, predominam com formas de relevo com topos convexos, extensão alongada, drenagem padrão dendrítico e dissecação média e alta;

5º Táxon: refere-se às vertentes, estas são identificadas por setores que indicam características genéticas. A setorização das vertentes pode variar entre topos planos e

escarpados, as características genéticas, geométricas e dinâmicas podem ser distintas. Sendo assim, os glaciais referem-se à altitude que varia entre 500 a 800m e superfície dominante ondulada e setores forte ondulado;

6º Táxon: corresponde às pequenas formas do relevo, e se desenvolvem por ação antrópica ao longo das vertentes. Essas formas são geradas por processos erosivos atuais, resultando em deslizamentos, ravinas, voçorocas, pequenos depósitos aluvionares de inundação antrópicas, bancos de assoreamentos entre outros.

Dessa forma, o objeto de estudo deste trabalho insere-se no 3º Táxon, os Padrões de Formas Semelhantes, os quais apresentam formas geomorfológicas distintas entre si em decorrência do grau de dissecação do relevo, mas semelhantes em relação à morfogênese e aspectos fisiográficos.

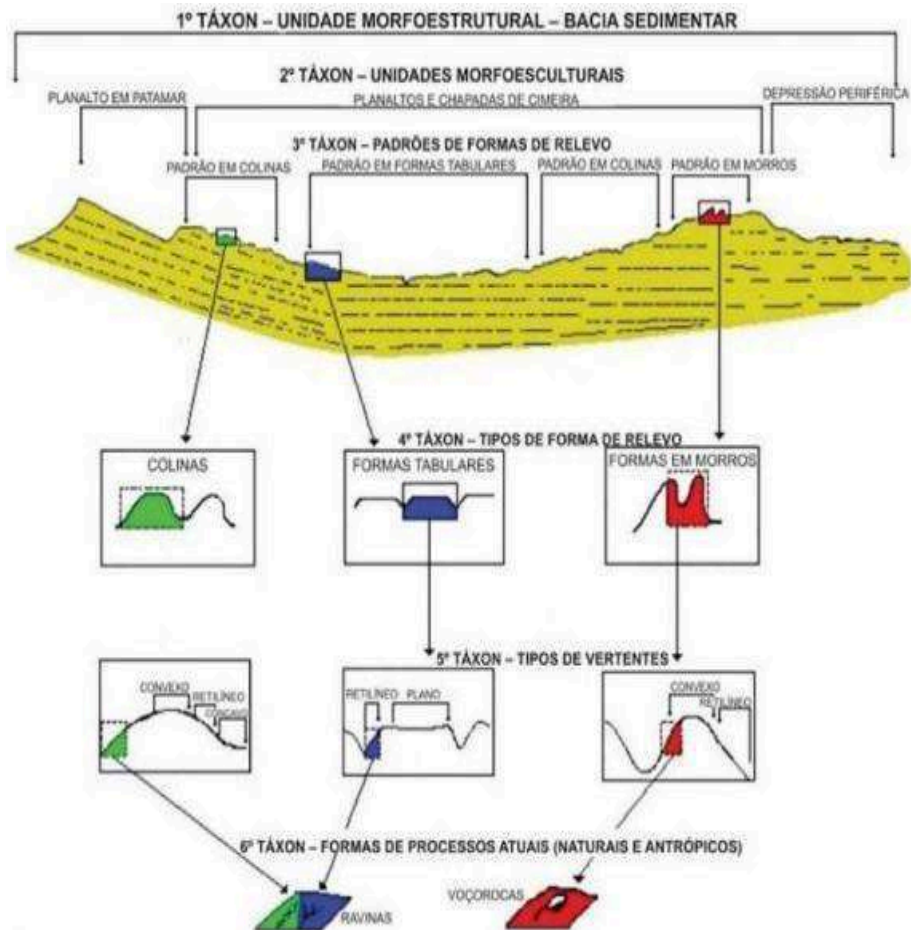


Figura 1: Unidades taxonômicas e classificação do relevo. Fonte: Ross 2022

3.2 Dissecação do Relevo

A dissecação é um aspecto do relevo que reflete a energia que perpassa um sistema geomorfológico durante o processo de esculturação de uma determinada superfície (Bertolini; Deodoro, 2018). Em outras palavras, a dissecação do relevo é também consequência da atividade de drenagem, cujo entalhe desenvolve-se horizontalmente, enquanto acentua o aprofundamento dos canais fluviais (Brizzi et al, 2024). Por isso, a mensuração da dissecação do relevo é um importante método para compreensão da morfodinâmica de determinada área.

No âmbito dos estudos geomorfológicos existem diferentes variáveis das formas de relevo que são passíveis de mensuração (Piton; Cunha, 2013). Dentre elas, a mensuração do grau de dissecação, na qual o agrupamento das diferenças altimétrica entre o topo e o fundo de vale define os dados morfométricos referentes ao grau de entalhe (dissecação) do relevo, possibilitando o estruturamento de padrões de dissecação. Em síntese, os estudos das variáveis morfométricas possibilitam a organização de dados quantitativos, viabilizando a análise hierárquica da potencialidade geométrica do relevo (Ferreira et al., 2015).

Em vista de Ross (1992), estabeleceu a matriz do índice de dissecação do relevo (**Figura 2**), um sistema de representação da densidade de drenagem, fundamentado na relação entre mensuração do entalhamento médio dos vales (incisão) e a dimensão interfluvial (densidade da drenagem) do modelado do relevo.

GRAU DE DISSECAÇÃO DO RELEVO	DIMENSÃO INTERFLUVIAL MÉDIA				
	MUITO GRANDE (1) > 1500	GRANDE (2) 1500 a 700	MÉDIA (3) 700 a 300	PEQUENA (4) 300 a 100	MUITO PEQUENA (5) < 100m
Muito Fraco (1) < de 10m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 10 a 20m	21	22	23	24	25
Médio (3) 20 a 40m	31	32	33	34	35
Forte (4) 40 a 80m	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) >80m	51	52	53	54	55

Figura 2: - Matriz do Índice de Dissecação do Relevo. Adaptado de Ross (1992).

Os valores do conjunto numérico da matriz são inversamente proporcionais, isto significa que, quanto maior a densidade de drenagem, menor a dimensão interfluvial média. Enquanto a dissecação, o menor valor numérico — ou seja, o 11 (lê-se “um, um”) representa dissecação mais fraca. À medida que o valor numérico se aproxima do 55 (lê-se “cinco, cinco”), indica-se dissecação mais forte. Tendo como exemplo o número 23 da matriz, o 2 corresponde ao entalhe do vale, na classe de dissecação “Fraco”, visto que o número 3 corresponde à dimensão interfluvial “Média”, situada entre 700 e 300 metros.

O parâmetro elaborado por Ross (1992) identifica áreas com diferentes graus de dissecação, ampliando a capacidade interpretativa de agentes morfodinâmicos precedentes, como por exemplo, o escoamento das águas e rios, bem como ação sobre o relevo em tempos diversos.

3.3 Isobase

O conceito de nível de base foi estabelecido por Powell (1875) como limite inferior da paisagem, abaixo do qual não ocorre erosão. Ainda que o nível do mar simbolize o nível de base final da erosão (Penteado, 1983), o conceito de nível de base foi consolidado para fins de estudos locais, orientados pelas características de determinada região, considerando a variabilidade geológicas e temporal (Grohmann, 2008).

Posteriormente, Filosofov (1960) denominou de superfície de isobase a linha hipotética que delinea a superfície erosiva da paisagem. O método de isobase consiste em relacionar as dinâmicas entre a ordem dos canais de drenagem e o relevo (**Figura 3**). As linhas de isobase são representadas através da intersecção entre topografia e drenagens de ordem similar (nível de base) associada à reorganização da rede de drenagem decorrente de eventos tectono-erosionais (Grohmann, op.cit).

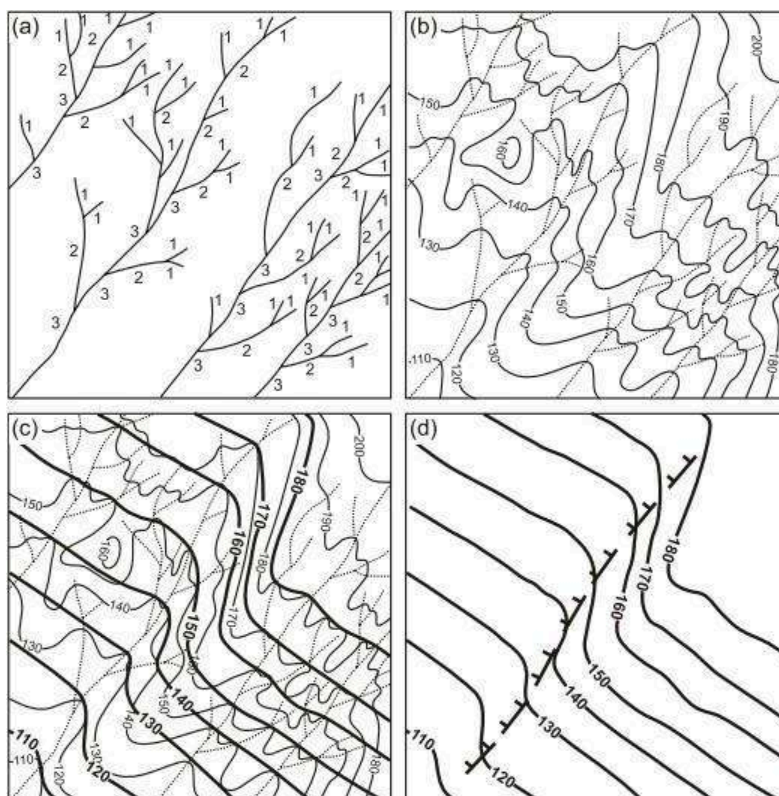


Figura 3: Desenvolvimento do mapa de Isobase, segundo Golts & Rosenthal (1993). (a) Definir as ordens de drenagens. (b) Sobreposição dos fluxos de drenagem e das curvas de nível. (c) Linhas de isobases derivadas das drenagens de segunda e terceira ordens. (d) Falha inferida a partir dos desvios das linhas de isobase. Fonte: Grohmann, 2008.

Os canais de drenagem são classificados segundo Strahler (1952, apud Grohmann, 2008, p.126), que designa numericamente a posição relativa dos fluxos de drenagem pertencentes à mesma bacia hidrográfica. À essas linhas, Filosofov (1960, apud Grohmann, 2008, p.126) atribuiu idade geológica relativa para cada canal de drenagem, evidenciando erosões e características morfológicas associadas a diferentes estágios geológicos. Destaca-se que, o conceito e mapeamento de isobase apresentado por Filosofov (1960) é igual ao “mapa de subenvelope” de Hack (1960, apud Golts and Rosenthal, 1993, p.307).

Considerando que eventos tectônicos recentes geram instabilidade na superfície erosiva delineada por drenagem de mesma ordem, o método de mapeamento por isobase viabiliza identificar estruturas geológicas referentes ao processo de estabilização da nova superfície.

3.4 Glacis

Os glacis são feições geomorfológicas correspondentes a superfícies suavemente inclinadas, frequentemente formadas em depressões como produto da dissecação diferencial relevo. Esse processo geomorfológico dá origem às colinas (glacis), localizadas junto às escarpas, resultado do desnível iniciado, principalmente, pela ação erosiva dos fluxos d’água (Tricart, 1972).

Por isso, os glacis comumente estão inseridos em áreas de cuestas, cuja esculturação tem início nas proximidades das escarpas, e seu desnível é acentuado gradualmente sentido longitudinal, podendo apresentar, no modelado do relevo, topos convexos, como evidenciou a carta geomorfológica de São Pedro (Coutard *et.al*, 2020).

Segundo Margarida Penteado (1983), estas superfícies levemente inclinadas também podem ser denominadas pedimentos. Nos escritos da autora, o geólogo norte americano McGee usou o termo ‘pedimento’ pela primeira vez em 1897, porém, sua aplicação foi de apenas descritiva, sem considerar a gênese dos materiais. Posteriormente, os geomorfólogos franceses Birot e Dresch, em 1966, redefiniram o termo como superfície de erosão entalhadas em rochas duras, enquanto os glacis seriam desenvolvidos em rochas tenras.

No entanto, essa proposição de atribuir significados diferentes para glacis e pedimento, pode limitar a compreensão dos processos morfoclimáticos atuantes sobre essa feição do geomorfológica, visto que o comportamento de uma mesma feição é alterada conforme as

condições morfoclimáticas atuantes (Tricart, 1972).

As controvérsias sobre esse relevo de dissecação também foram analisadas por Bigarella (2016, p.169), considerando, inicialmente, o pedimento como uma feição morfológica desenvolvida ao longo de diferentes períodos geológicos, nos quais as condições climáticas contribuíram com os processos hidrodinâmicos e de meteorização específicas.

Contudo, concordando Penteado (op. cit), tendo em vista o dissenso em torno da conceituação dessa feição do relevo, optou-se, para esta pesquisa, considerar o termo *glacis*, uma vez que as discussões entre a nomenclatura ‘*glacis*’ e ‘*pedimento*’ não se conflitam em sua essência.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram definidas três etapas metodológicas. A primeira, constituiu em estruturar dados topográficos para embasar as análises morfométricas, para tanto, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido da base de dados do Copernicus Browser, com resolução espacial de 30m. Com o objetivo de reduzir irregularidades nos dados topográficos, foram extraídas do MDE, a rede de drenagem e altitude da área de estudo dispondo do software Quantum GIS (QGIS), versão Buenos Aires 3.26. Além disso, a partir do Modelo Digital de Elevação, foi elaborado o sombreamento da imagem para identificar a rugosidade do relevo.

Em seguida, na segunda etapa, ainda no QGIS, foi elaborado o sombreamento do relevo para identificar a rugosidade do relevo e criada a feição do *glacis*, para viabilizar inferir o grau de dissecação do relevo. Além disso, a partir do Modelo Digital de Elevação, foram feitas as mensurações de forma manual da porção espacial do *glacis*, valendo-se do software Global Mapper, as medições foram organizadas e calculadas no Excel, com objetivo de estruturar em compartimentos a dissecação.

Por fim, na terceira etapa, tendo como base os dados topográficos e de drenagem, extraídos nas etapas anteriores, usando ferramentas do QGIS, aplicou-se o método semiquantitativo de isobase para delinear a superfície erosiva e compor o mapeamento da dissecação do relevo.

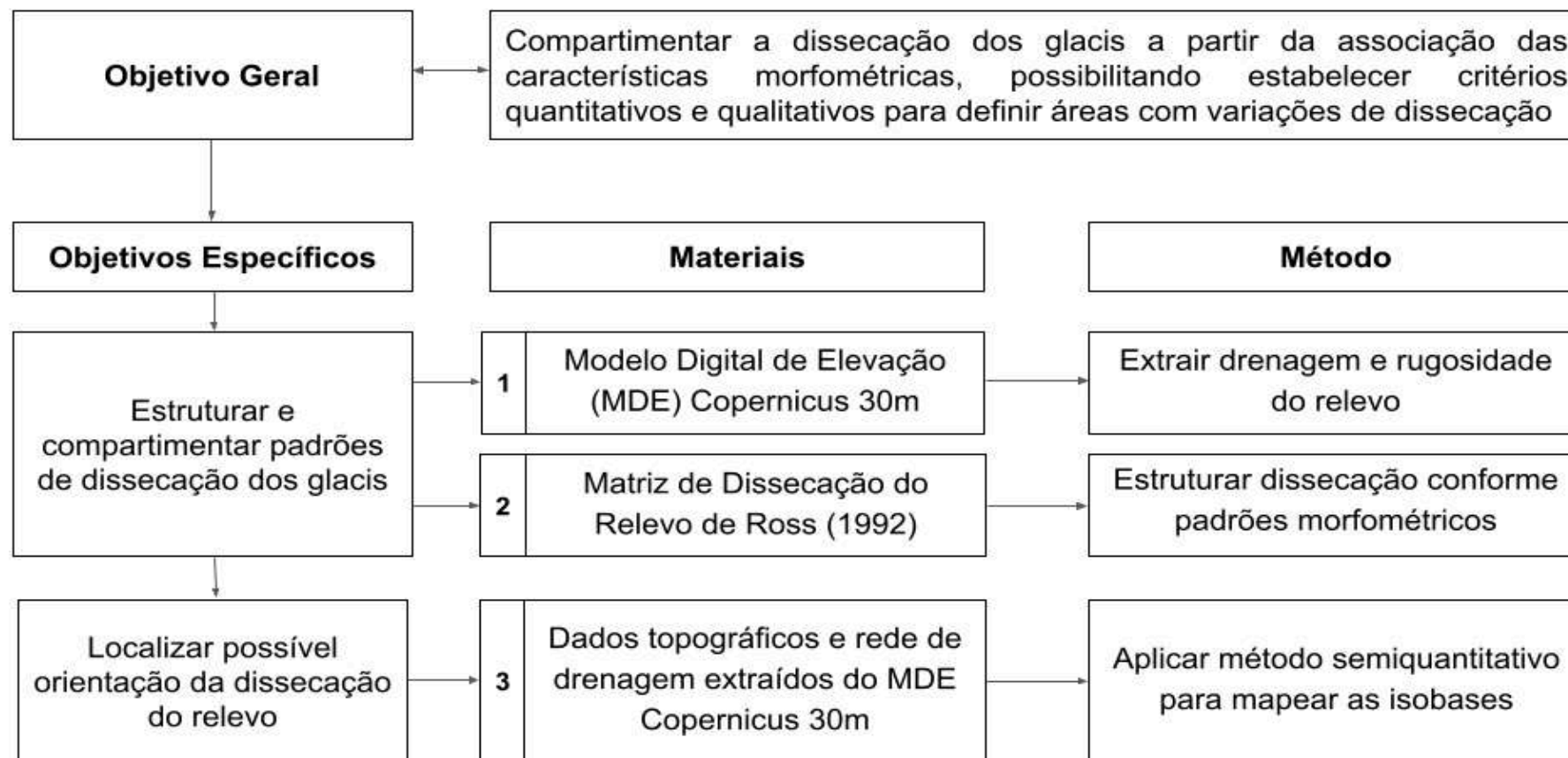


Figura 4: Fluxograma com as etapas metodológicas da pesquisa.

4.1 Compartimentação do Relevo

4.1.1 Feição do Glacis

A feição do glacis, foi desenhada e calculada de forma automatizada em ambiente SIG, de acordo com Santos (2025, inédito). A aplicação do método foi sistematizada em duas etapas, a primeira, foi a conversão dos dados topográficos em polígonos. Para tanto, foram utilizados os shapefiles dos canais e bacias de drenagem do Ribeirão Vermelho e Ribeirão do Meio, esse conjunto de dados foi retirado do Modelo de Elevação (MDE). Em seguida, a feição do glacis foi gerada através do cálculo entre o azimuth do Ribeirão Vermelho e o limite de toda extensão do Ribeirão do Meio.

Na segunda etapa, o grau de dissecação atribuído ao glacis, como proposto por Ross (1992), foi estabelecido pelos cálculos das diferenças altimétricas entre o topo e fundo de vale por meio de estatística espacial, cujo número resultante da altitude do glacis e a média da diferença de altitude dos ribeirões, expressou a extensão do glacis.

4.1.2 Matriz de Dissecação do Relevo

Com a imagem de satélite da área de estudo, foi criado o Modelo Digital de Elevação e, a partir dela, produzida imagem de relevo sombreado com luminosidade posicionada em 045°, 35° acima do horizonte, exagero vertical de 5x e reamostragem cúbica. Posteriormente, essa imagem foi inserida no software Global Mapper e feita as mensurações horizontais e verticais do glacis de forma manual.

As medições horizontais referem-se à Dimensão Interfluvial, considerando toda a extensão horizontal do glacis como proposto por Ross (1992). Já a extensão vertical, a qual foi feita a medição do topo do glacis até o talvegue, trata-se do Entalhe Médio. Os valores extraídos dessas medições, foram organizados em intervalos e gerados valores médios, possibilitando o agrupamento de dados para a Dimensão Interfluvial Média (DIM) e Entalhe Médio (EM), como indicado por Brizzi et al.(2024).

4.1.3 Mapeamento de Isobase

A superfície de isobase foi delineada de acordo com a proposta de Grohmann (2008). Para isso, foi utilizado como base cartográfica o Modelo Digital de Elevação (MDE) Copernicus com resolução espacial de 30 metros. Visando reduzir irregularidades nos dados topográficos, foram extraídas do MDE, as drenagens, ordem dos rios segundo Strahler (1952) e a cota altimétrica, por meio da ferramenta Channel Network and Drainage Basins, do SAGA GIS.

Após a compilação de dados, com o objetivo de gerar pontos integrando valores de elevação e ordem de drenagem, foi aplicado o instrumento de intersecção de linhas. Essa ação gerou feições de ponto sempre que linhas de curva de nível e canais de drenagem estavam sobrepostas. Ressalta-se que, para fazer a intersecção, foram filtradas de maneira automatizada, somente canais de drenagem de 2ª ordem e na sequência gerada camada vetorial dos pontos interseccionados, o mesmo foi feito para canais de 3ª ordem.

Ato contínuo, com a ferramenta “mesclar camadas vetoriais”, no gerenciador de dados, todos os pontos interseccionados foram mesclados, reunindo em uma mesma camada as feições e atributos dos canais de 2ª e 3ª ordem, dados essenciais para a interpolação, como mostra a **(Figura 5)**.

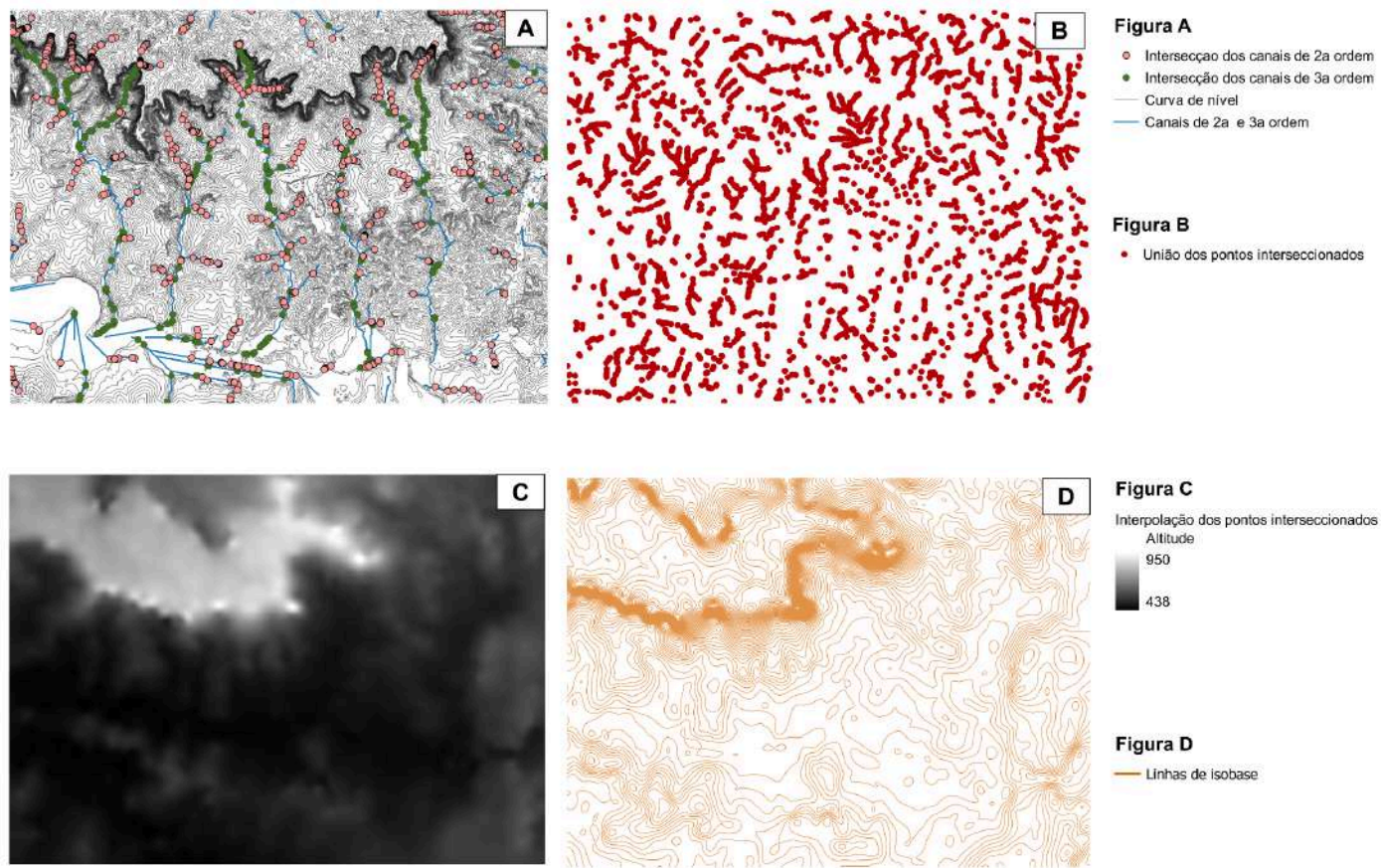


Figura 5: Etapas de elaboração do mapa de isobase.

As feições que foram mescladas, serviram como base para executar os cálculos das linhas de isobase através do método de estatística espacial de interpolação Regularized Splines with Tension (RST), usando o algoritmo v.surf.rst, complemento do GRASS-GIS. Esse método ajusta os parâmetros de tensão permitindo a interpolação em áreas com mudanças abruptas de gradiente, sem gerar oscilações excessivas na superfície resultante (Mitásová; Mitás, 1993).

Vale destacar que o algoritmo de interpolação pode não gerar imagem raster da superfície resultante se a tabela de atributos da camada de pontos apresentar, por exemplo, campos vazios, muitas colunas (criadas durante o processo de mesclar pontos) ou campos com valores decimais. Diante disso, optou-se simplificar a tabela de atributos mantendo colunas essenciais: identificador da feição (“id”), as coordenadas horizontais (“x” para longitude e “y” para latitude), a altitude (fator “z”), expressa por números inteiros e a ordem do rio. A partir da imagem raster elaborada por meio de interpolação, foram extraídas as linhas de isobase por meio do algoritmo “contornos”.

5.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

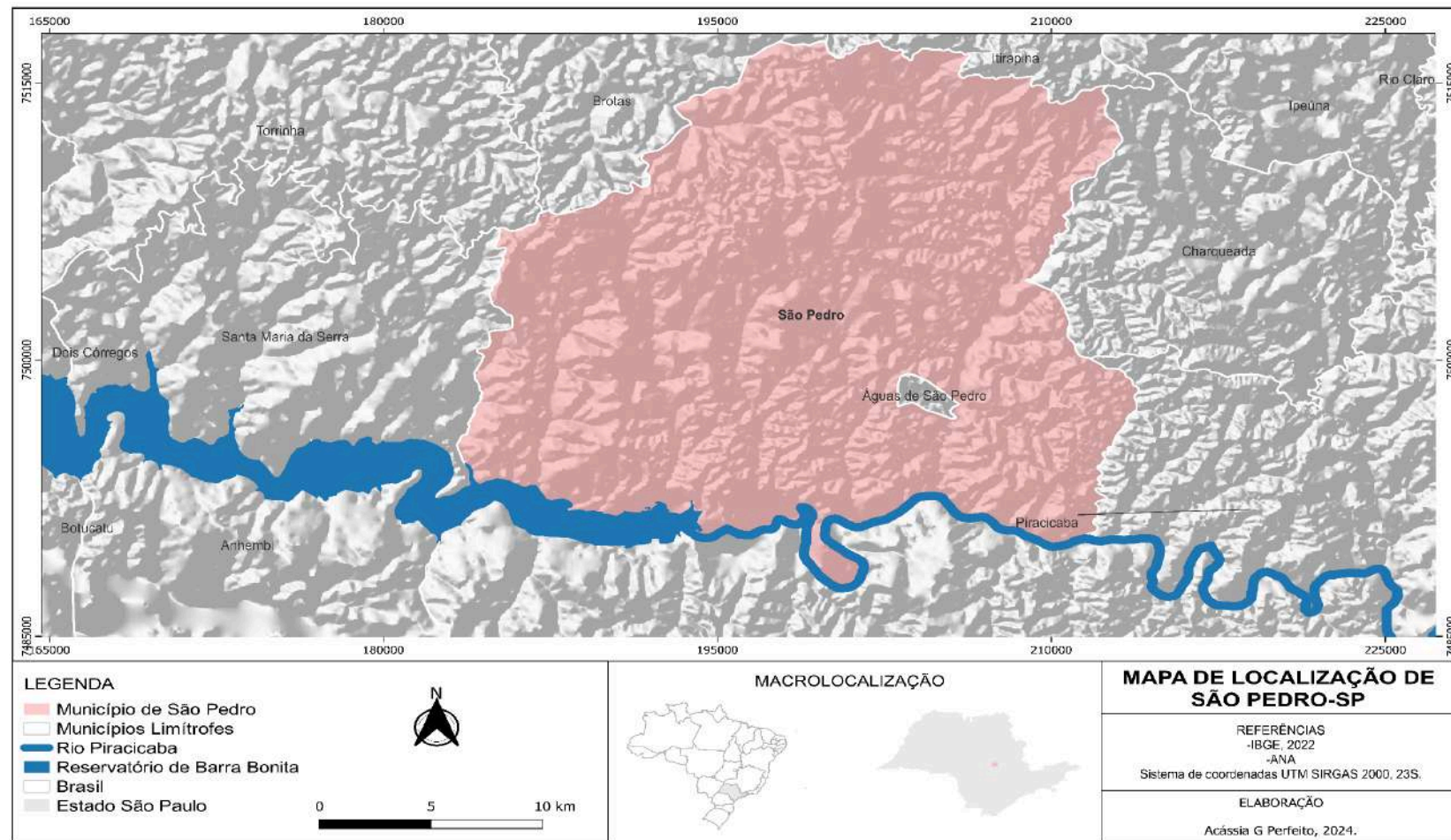


Figura 6: Mapa de localização da área de estudo.

4.2 Aspectos Geológicos

A área de estudo localiza-se na porção centro-leste paulista, inseridos sobre o substrato sedimentar da Formação Pirambóia (Triássico), pertencente ao Grupo São Bento (Mesozóico), na Bacia Sedimentar do Paraná (Devoniano) (Oliveira, 1997), estruturando formas distintas na paisagem, como representado na (Figura 7).

Nessa disposição, o município de São Pedro está assentado sobre a Formação Pirambóia. Esta formação foi definida como um conjunto de depósitos arenosos, associados a ambiente fluvial, assentados em discordância sobre arenitos do Permiano e material que varia entre os períodos geológicos do Triássico Inferior ou Médio ao Jurássico (Wu & Soares, 1974 apud Oliveira, 1997. P.16).

Com o desenvolvimento dos estudos sobre deposição eólica, sobretudo, entre as décadas de 1970 e 1980, ocorreram novos critérios de caracterização e reavaliação da gênese dos sedimentos (Caetano-Chang & Wu, 2003). Em decorrência dessas análises, foram evidenciadas na Formação Pirambóia, sedimentação predominantemente eólica — relacionadas às dunas, interdunas e lençóis — atravessadas por variações do nível freático, que organizaram depósitos úmidos e alagados de origem fluvial.

Essa sedimentação refere-se a litologia mais expressiva da Formação Pirambóia, os arenitos, compostos por 95% de quartzo junto aos 5% de feldspatos e micas. São características desses arenitos, granulação variada entre média e fina, formando um pacote espesso de arenitos intercalados com camadas silitico-argilosa e argilosa (Soares, 1975).

Além disso, a Formação Pirambóia configura-se como a unidade basal do Grupo São Bento, caracterizada por sedimentação continental, associado a ambientes áridos e semi-árido sucedidos por vulcanismo basáltico (Zaine, 1996). Desse modo, os arenitos Pirambóia constituem na paisagem, estratos plano-paralelo de baixo ângulo, com estratificação cruzada de médio porte e presença de sets com estratificação de grande porte (Almeida et al, 1981, *apud* Villela et al, 2018, p. 133).

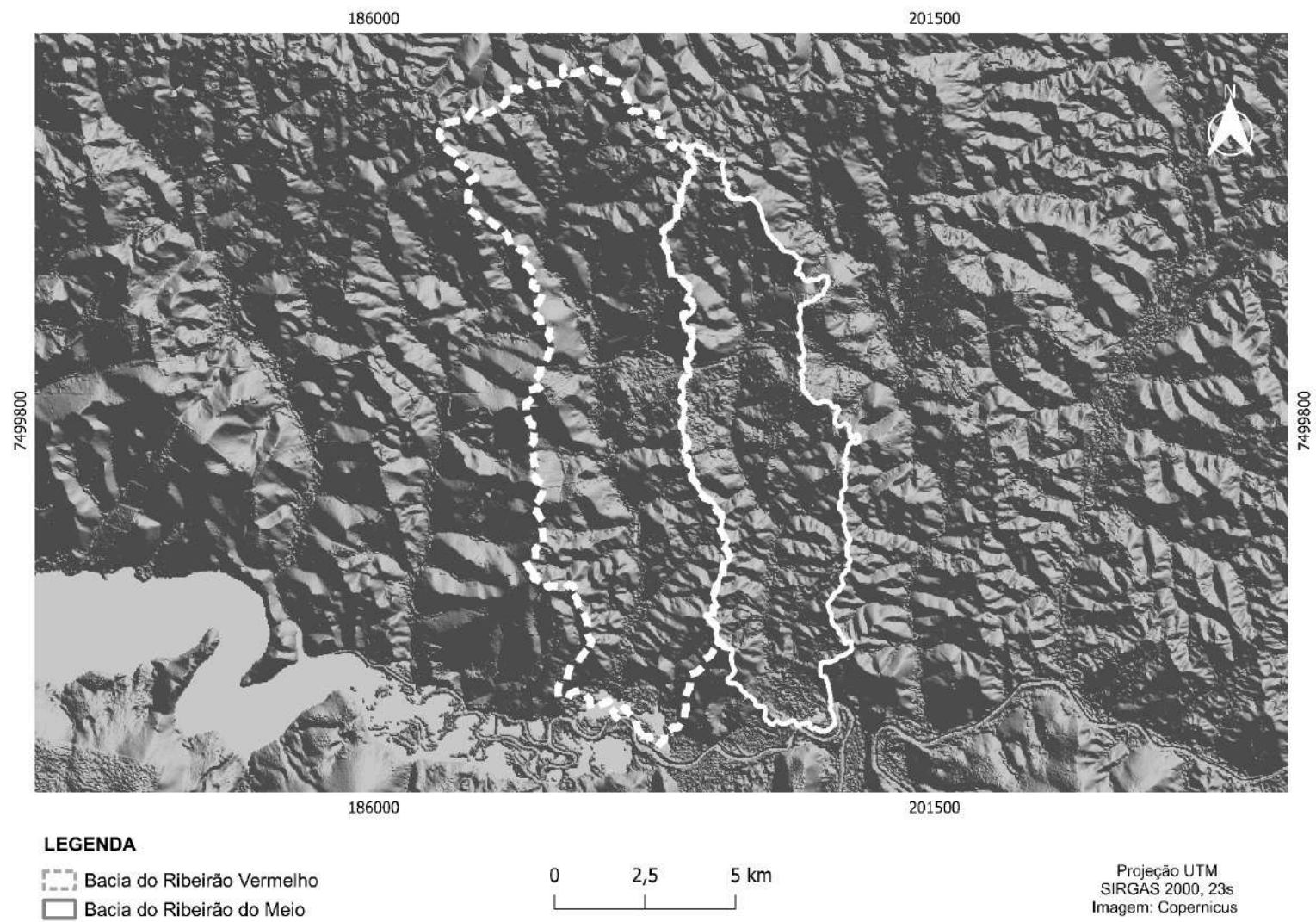


Figura 7: Relevo sombreado da área de estudo. Iluminante a N45°, inclinação de 35°.

4.3 Aspectos Geomorfológicos

A área estudada localiza-se no município de São Pedro - SP, inserida na compartimentação morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, situada na transição entre duas unidades morfoesculturais, a Depressão Periférica Paulista e o Planalto Ocidental Paulista (Ross; Moroz, 1997).

O glacis, objeto de estudo analisado nesta pesquisa, fica a oeste do município, na cuesta basáltica denominada Serra de São Pedro. Esta feição morfológica, também qualificada como relevo de cuesta ou relevo cuestiforme, pode ser caracterizada pela morfologia dissecada, decorrente da desnudação que ocorre nas áreas de contato entre estrutura cristalina e estrutura sedimentar (Stefanuto; Lupinacci, 2016). No estado de São Paulo, essa feição geomorfológica se desenvolve em direção NE-SW, estendendo-se desde a região de Franca (SP), até a região de Ourinhos (SP).

O cume da cuesta demarca o limite da morfoescultura do Planalto Ocidental Paulista, enquanto no front -no sopé da escarpa- os glacis configuram uma área de contorno na morfoescultura da Depressão Periférica Paulista (Oliveira, 2009). Neste compartimento, os glacis apresentam altitudes que podem chegar a 620 m, com orientação de superfície Norte-Sul. As colinas, de topos suavemente convexos, alongam-se desde a base da cuesta de São Pedro até a planície do rio Piracicaba (**Figura 8**), formando uma sequência de relevos que fazem a transição entre as unidades morfoesculturais (Pinheiro; Queiroz Neto, 2015).

Ainda que as áreas de cuestas comumente são associadas a forma erosiva, a organização da rede de drenagem da área do glacis indicou controle tectônico das formas caracterizado pelo lineamento Santa Maria — Cabreúva, a qual causa perturbações na direção dos canais de drenagem, sobretudo, os fluxos de primeira e segunda ordem (Pinheiro, *op. Cit*). Por esse motivo, sugere-se neste trabalho o mapeamento de superfícies de isobase.

MORFOLOGIA DO RELEVO DE SÃO PEDRO -SP

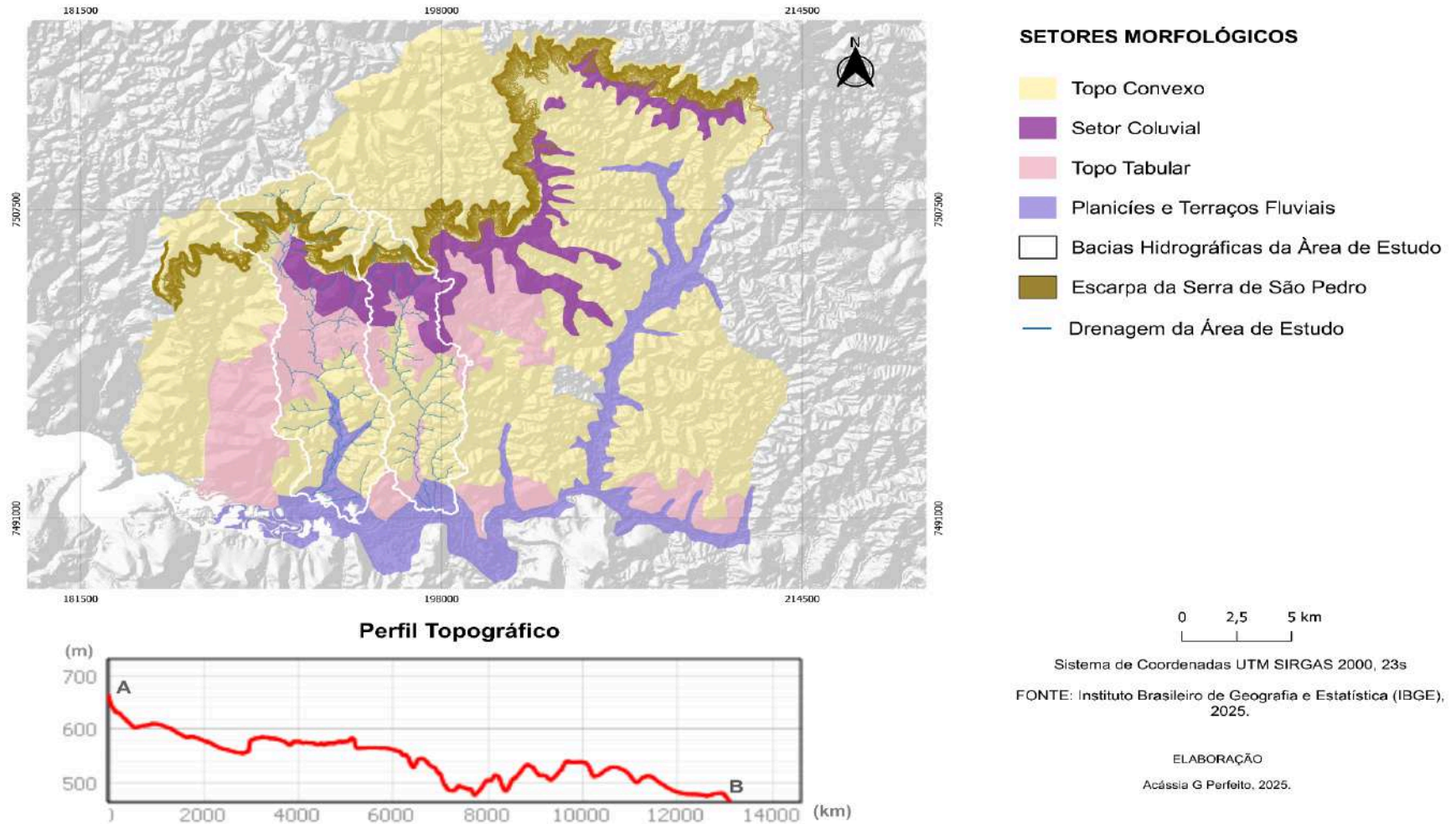


Figura 8: Mapa Geomorfológico de São Pedro.

4.4 Aspectos Hidrográficos

O conjunto de canais de escoamento interligados constitui uma bacia hidrográfica, composta por um rio principal e seus tributários (Christofolletti, 1980). A análise dos canais e bacias de drenagem, incluindo padrões, anomalias e outras influências fluviais, possibilita a compreensão dos processos que condicionaram a fisiografia e outros aspectos do relevo. Isso ocorre porque os canais fluviais representam os principais agentes geomorfológicos da superfície (Siqueira; Souza; Faria, 2018).

O município de São Pedro é composto por sete bacias de drenagem incluindo, Ribeirão Tabaranás, Córrego da Barra, Ribeirão Vermelho, Ribeirão do Meio, Ribeirão Samambaia, Ribeirão Araquá e Ribeirão Limoeiro (**Figura 9**) Esse sistema de drenagem é, também, responsável pela esculturação dos glaciais. De acordo com Coutard; Dias Ferreira; Pellerin; Queiroz Neto (2020), os interflúvios da região foram degradados por entalhe fluvial do Quaternário, expressando na paisagem atual vales em berço.

Visto que as feições geomorfológicas são regularmente suscetíveis à dinâmica dos canais de drenagem, aplicou-se às sub-bacias da área de estudo, a classificação de acordo com os parâmetros Christofolletti (op.cit), como mostra a (**Figura 10**) abaixo. Como efeito, evidenciou-se que a fisiografia das sub-bacias do Ribeirão do Meio e Ribeirão Vermelho -drenagem da área de estudo- são comuns ao padrão dendrítico, cuja configuração corresponde às características de uma árvore, sendo o fluxo principal o troco e seus tributários as ramificações.

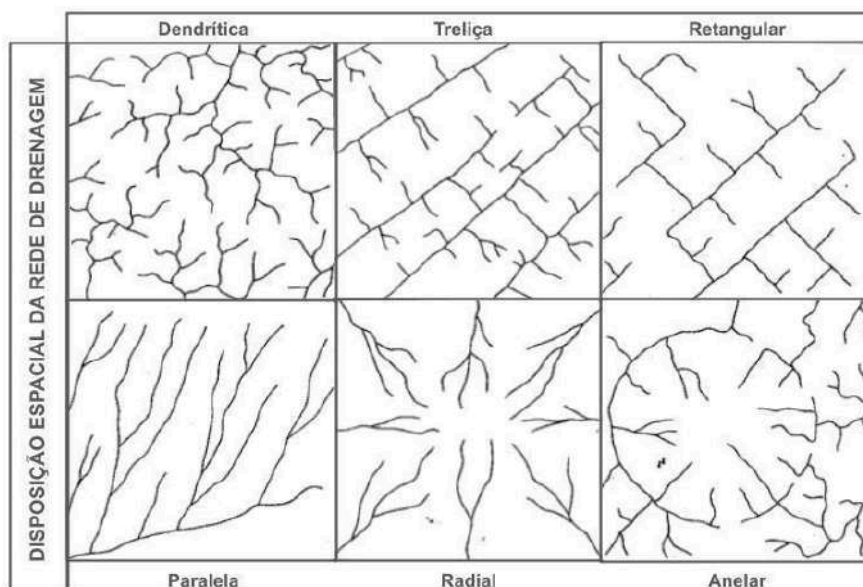


Figura 10: Disposição espacial dos tipos de padrões de drenagem (Adaptada de Christofolletti , 1980).

Sendo a bacia hidrográfica um sistema sensível às variações morfotectônicas (Lima; Lavor e Furrier, 2017). As análises da configuração da rede de drenagem, em conjunto com as curvas de nível, pode ser um importante indicador de alterações abruptas do relevo, como, por exemplo, falhas, declives ou ainda, a assimetria da bacia de drenagem. Para tanto, optou-se seguir o ordenamento dos fluxos d'água de acordo com Strahler (1952), estabelecendo cursos d'água de primeira ordem, canais que não recebem águas de nenhum afluente; curso d'água de segunda ordem é formado pela confluência de dois cursos d'água de primeira ordem; os segmentos a jusante da confluência de dois cursos d'água de segunda ordem formam curso d'água de terceira ordem; e assim, continuamente (Fisrwg, 1998 apud Grohmann, 2011, p. 14).

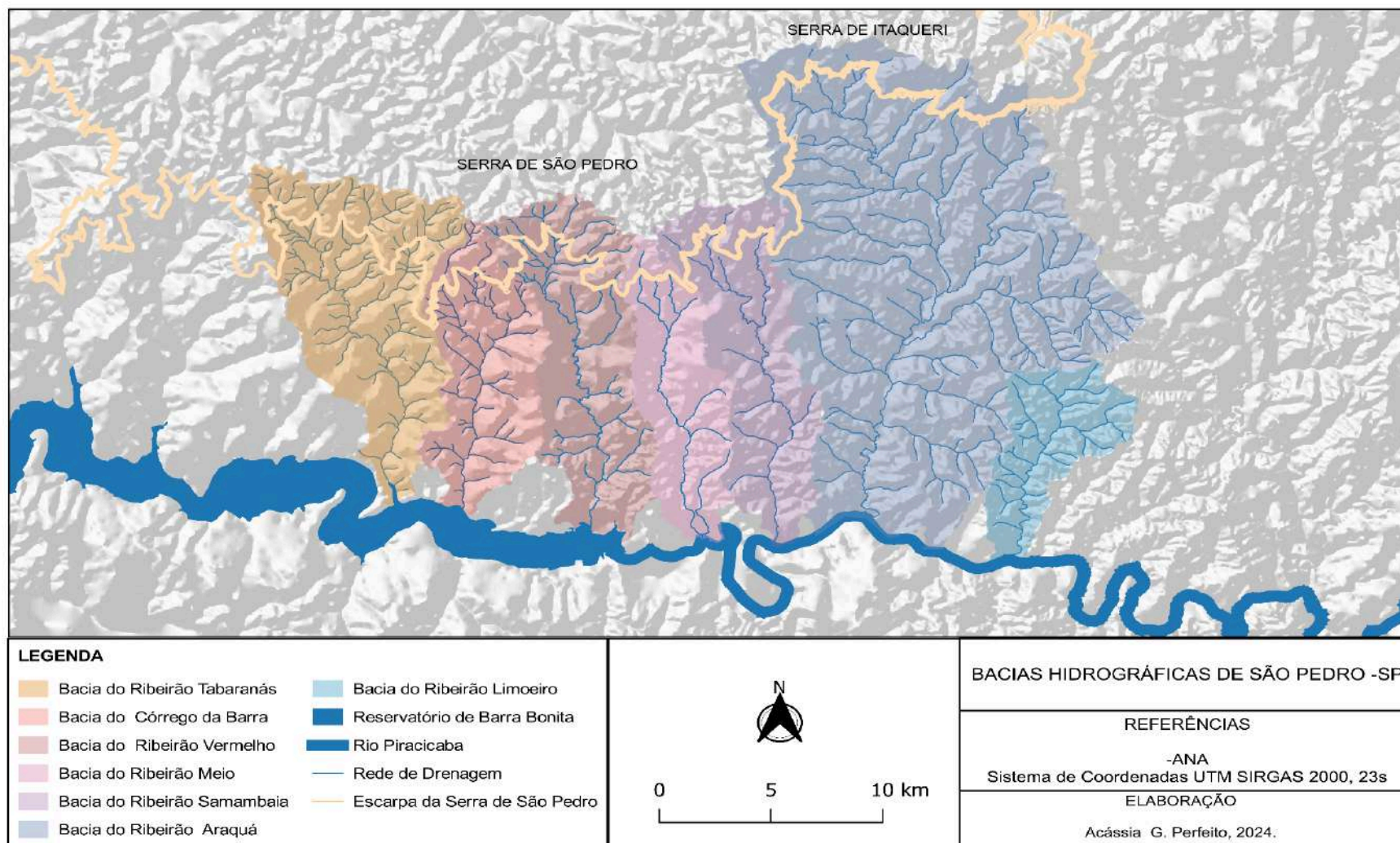


Figura 9: Mapa das Bacias Hidrográficas de São Pedro -SP.

4.5 Aspectos Climáticos

Segundo a Classificação Climática de Köppen-Geiger, que identifica os dados médios de pluviosidade e termométricos, no estado de São Paulo é predominante a classe Cwa e Cwb. De acordo com essa divisão climática, as classes são representadas pelo conjunto de letras alfabética, a qual a primeira letra, em maiúsculo, indica o tipo de clima da região, as letras minúsculas subsequentes, indicam respectivamente precipitação e temperatura (Peel et al., 2007).

A partir de investigações realizadas em pesquisas desenvolvidas sobre São Pedro e seus aspectos climatológicos, observou-se que a classificação climática definida para o município varia em diferentes estudos. Em alguns estudos, São Pedro é classificado como Cwa, a qual “C” indica clima temperado quente, seguido da letra “w” designada para clima com chuvas de verão, e a letra “a”, sugere verão brando e inverno brando (Araújo, 2011; Daniel, 2012).

Segundo Neves (2017), a classificação climática de São Pedro corresponde a classe Aw, nesta classe, a letra “A” sugere clima tropical com inverno seco “w”. No entanto, o Centro de Estudos da Metrópole (CEM), indicou duas classificações para o município, Cwa e Cfa, a qual “C” significa clima temperado, “úmido com verão quente “a”. De modo geral, os estudos sobre o clima de São Pedro evidenciaram que nessa região ocorre inverno seco com verão quente. Como apresentado na figura a seguir (**Figura 11**).

Climograma do Município de São Pedro -SP

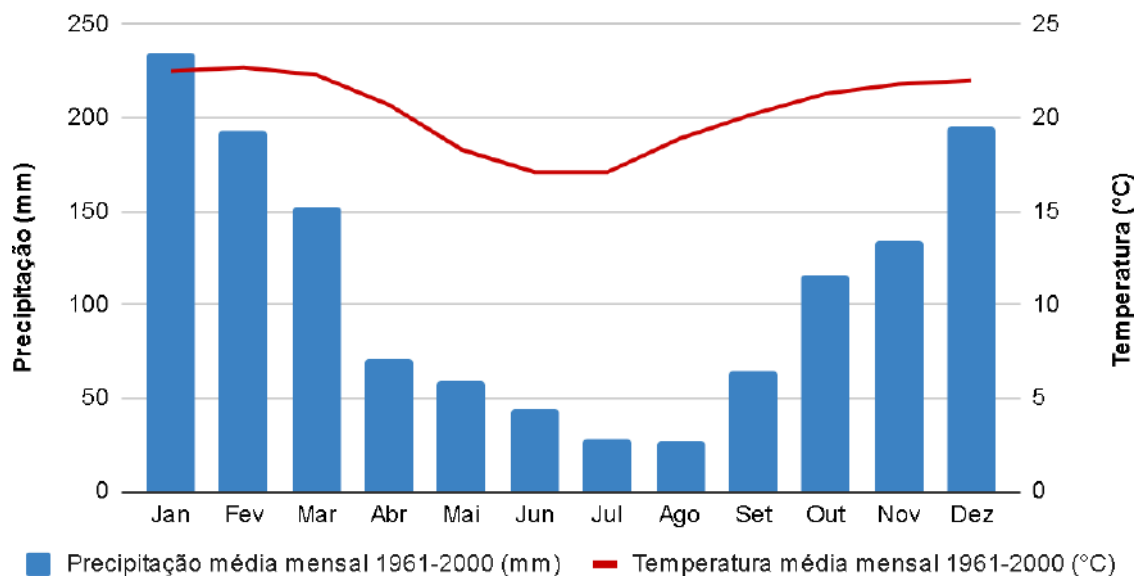


Figura 11: Climograma do Município de São Pedro. Média Mensal de Precipitação e Temperatura da série histórica entre 1961 a 2000. **Fonte:** Instituto Meteorologia (INMET).

6. RESULTADOS

6.1 Compartimentação do Relevo

O primeiro resultado deste trabalho foi a imagem da rugosidade do relevo evidenciada pelo Modelo Digital de Elevação (MDE). Após a elaboração do sombreamento do relevo, destacou-se áreas com rugosidade mais intensa em relação às demais. Em breve análise do MDE, foram identificados três setores de superfícies com rugosidade distintas, de modo que as áreas com superfícies mais extensas apresentam topos convexos e estão localizados a montante dos ribeirões, no curso médio dos rios, a forma do relevo se desenvolve exibindo topo das colina mais aplanados, e por fim, a jusante do rio, a superfícies exibem bases estreitas com topos convexos.

A aplicação da matriz de dissecação do Ross (1992) possibilitou validar as primeiras interpretações sobre a rugosidade da superfície e acrescentar uma dimensão quantitativa aos estudos sobre os glaciais. Os parâmetros morfométricos obtidos como apresentado na (**Figura 13**) indicaram que o interflúvio tem grau de dissecação muito forte, entalhe médio de 54 e dimensão interfluvial média de 2.128m, evidenciando elevada

energia de dissecação.

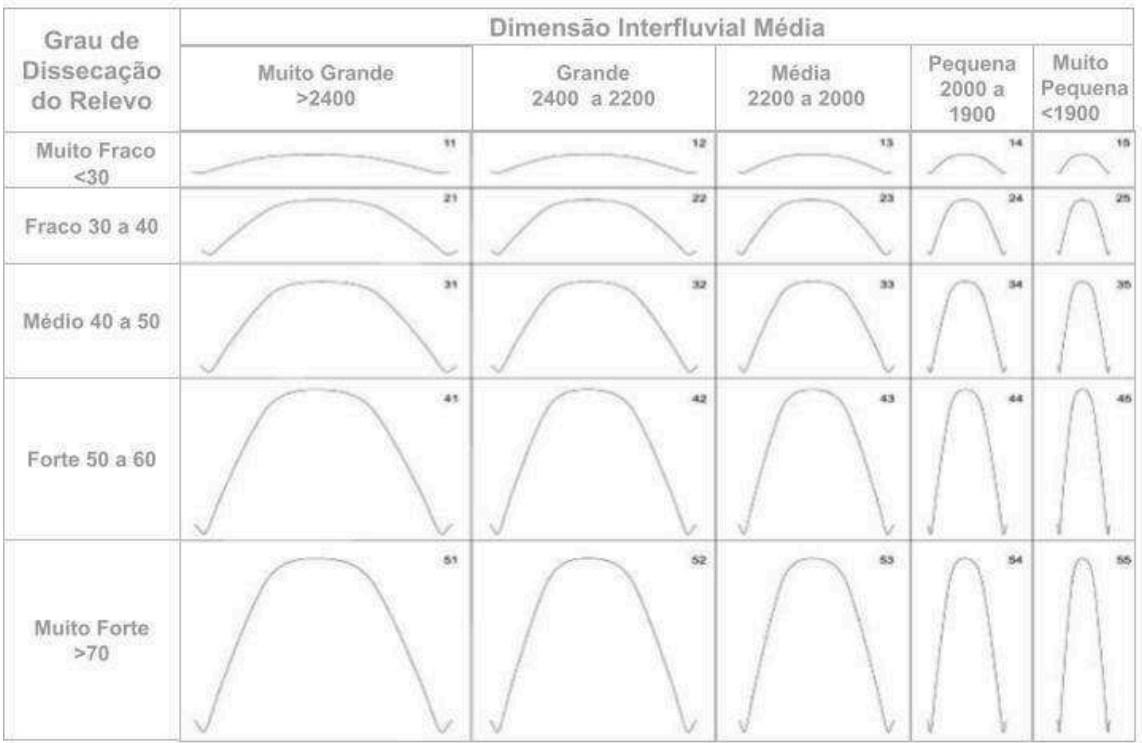


Figura 13: Matriz de Dissecação do Relevo aplicado ao Glacis

Ademais, relacionando a imagem do relevo sombreado com os resultados da matriz foi possível organizar compartimentos de dissecação considerando as características morfométricas da unidade morfológica analisada. Dessa forma, foram delimitados três compartimentos de dissecação, estruturando-se então: glacis preservado, localizados próximo à cuesta; glacis em transição, no curso médio do Ribeirão Vermelho e do Ribeirão do Meio; e glacis dissecado, na porção sul do interflúvio. É válido ressaltar que, entre o compartimento referente ao glacis preservado até o compartimento do glacis dissecado, existe uma progressão da dissecação, como indicado por Pinheiro (2014) e Furquim (2002).

Esses compartimentos foram espacializados e mapeados como representado na (Figura 14) resultado do método de Santos (2024, inédito), cuja utilização permitiu superar limitações de expressar a forma do glacis, de modo que a representação espacial dos interflúvios não foram encontrados em trabalhos sobre a região (Débora 1997, 2009; Furquim, 2002; Pinheiro, 2009, 2014; Daniel, 2015; Pinheiro; Queiroz Neto, 2015; Villela, 2018; Castro et al., 2018)

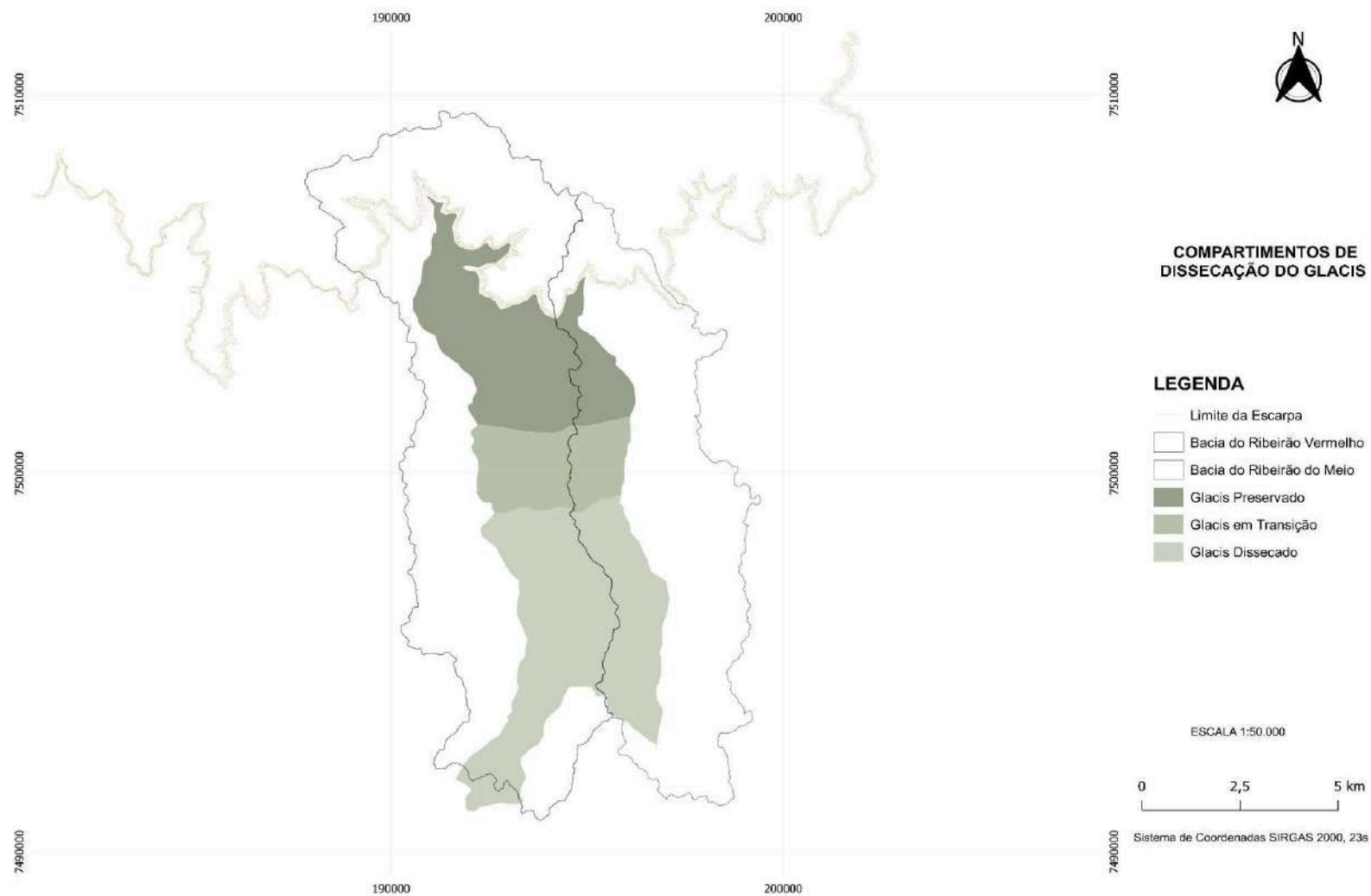


Figura 14: Mapa de compartimentos de dissecação do glacis.

6.2 Mapa de Isobase

A partir do mapa de isobase, foi possível identificar a espacialização de superfícies de dissecação do glacis (**Figura 17**). Esse processo de verificação das isobases foi realizado por meio de inspecção dos contornos que as linhas desenharam sobre a topografia, a qual o afastamento ou a aproximação dessas linhas indicaram anomalias, ou seja, as áreas de dissecação.

Após a sobreposição da camada de shapefiles de isobase ao mapa clinográfico, evidenciou-se que as anomalias se destacaram, sobretudo, na porção sul do interflúvio, em áreas com cotas altimétricas mais baixas, entre 530 e 460 metros. Além disso, foi possível visualizar maior ocorrência de isobase na bacia do Ribeirão Vermelho como mostra (**Figura 15**).

Outro aspecto verificado com a aplicação do método refere-se à orientação da dissecação na superfície. As isobases apresentam orientação no sentido do desenvolvimento da dissecação, aumentando a capacidade interpretativa do modelado do glacis. Diante disso, foram observados possíveis avanços da dissecação em direção à cuesta, a montante dos ribeirões.

Depois que o mapa de isobase foi finalizado, optou-se por fazer apreciação do mapa de deformações no perfil longitudinal das drenagens elaborado por Pinheiro (2014) e apurar se as características inferidas sobre as isobases tinham alguma relação com os apontamentos feitos pelo autor. Durante esse processo, observou-se que as isobases apresentaram interrelação com pontos do lineamento Santa Maria Cabreúva, com destaque para áreas em subsidência a montante do Ribeirão Vermelho e trechos em ascensão a jusante dos dois ribeirões. Entre outros pontos de interrelação, evidenciou-se linhas de isobase no trecho indicado como falha transcorrente no mapa de deformações (Pinheiro, *op. Cit*) a jusante do Ribeirão do Meio. (**Figura 16**).

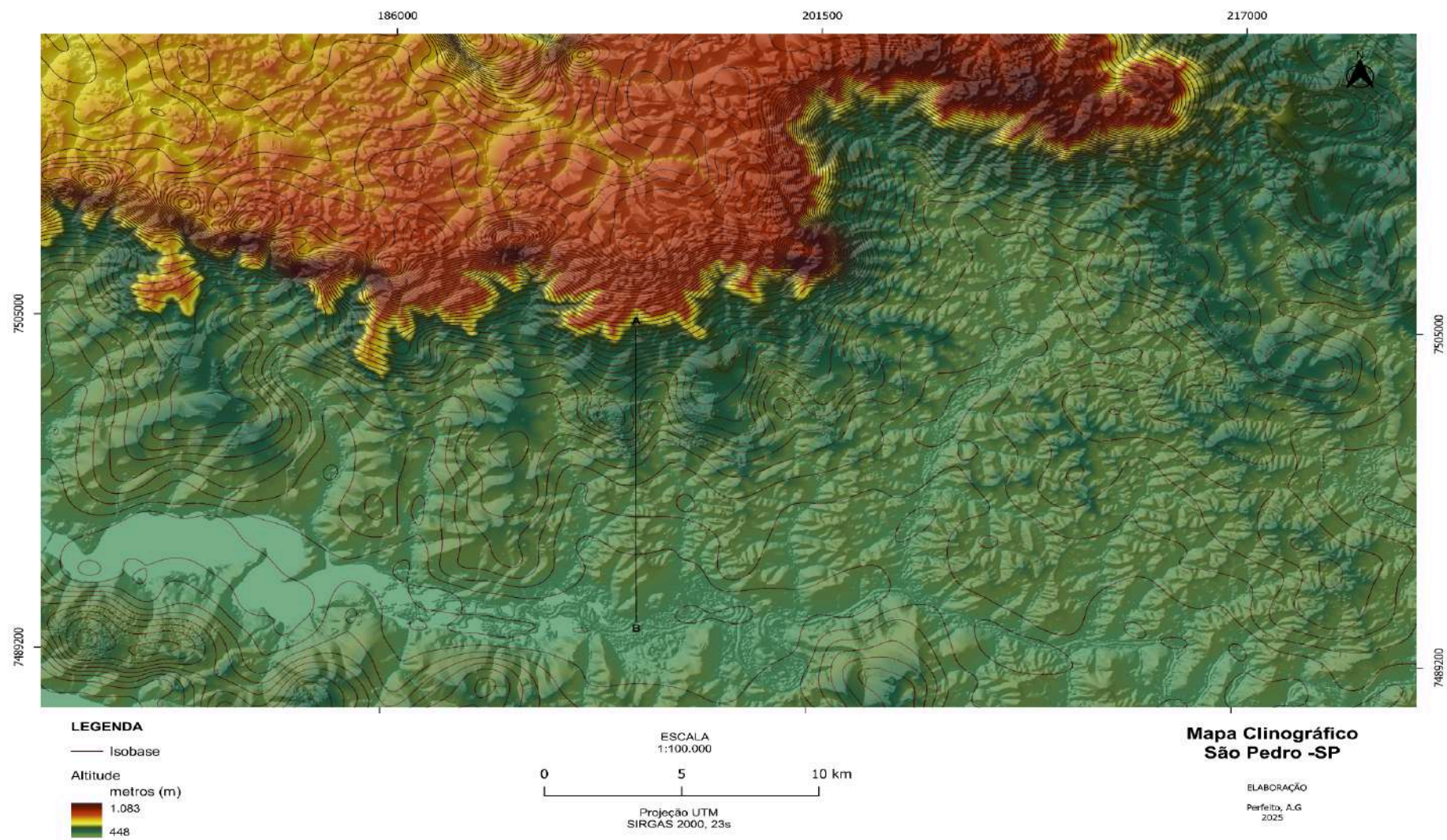


Figura 15: Isolinhas sobrepostas ao mapa clinográfico.

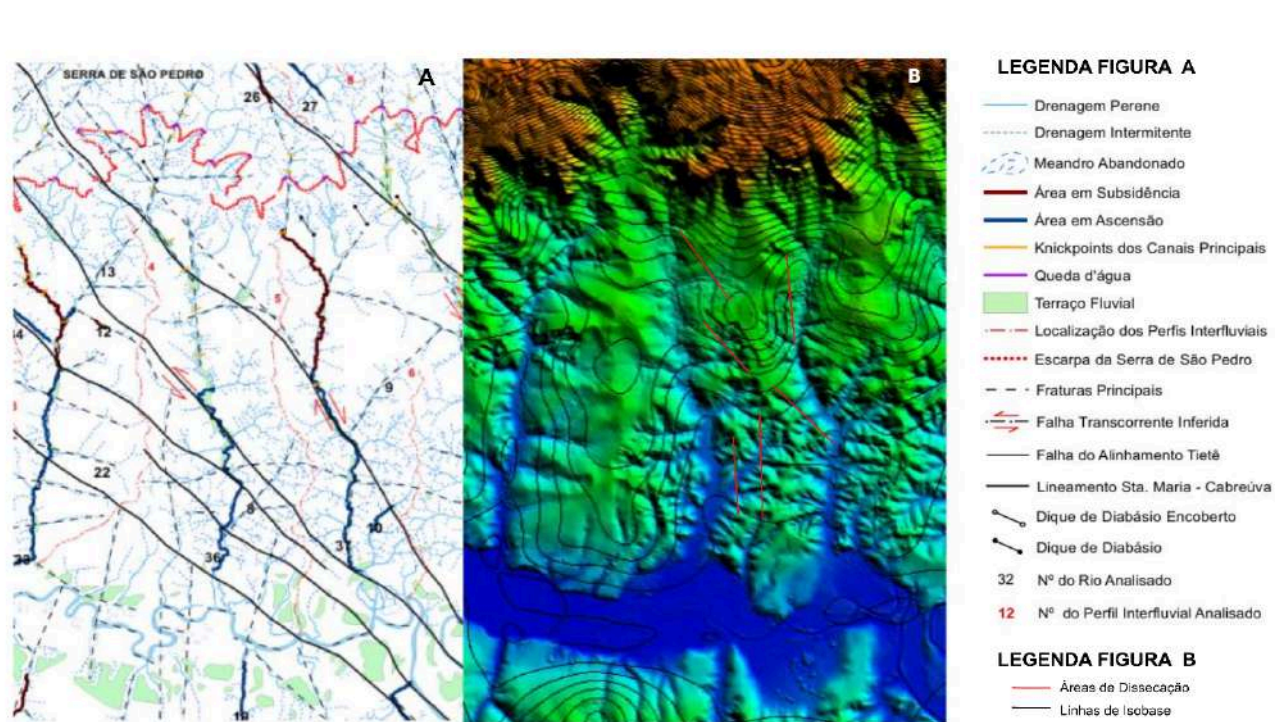


Figura 16: Linhas de isobase sobrepostas ao mapa de deformação no perfil longitudinal das drenagens elaborado, Pinheiro (2014)

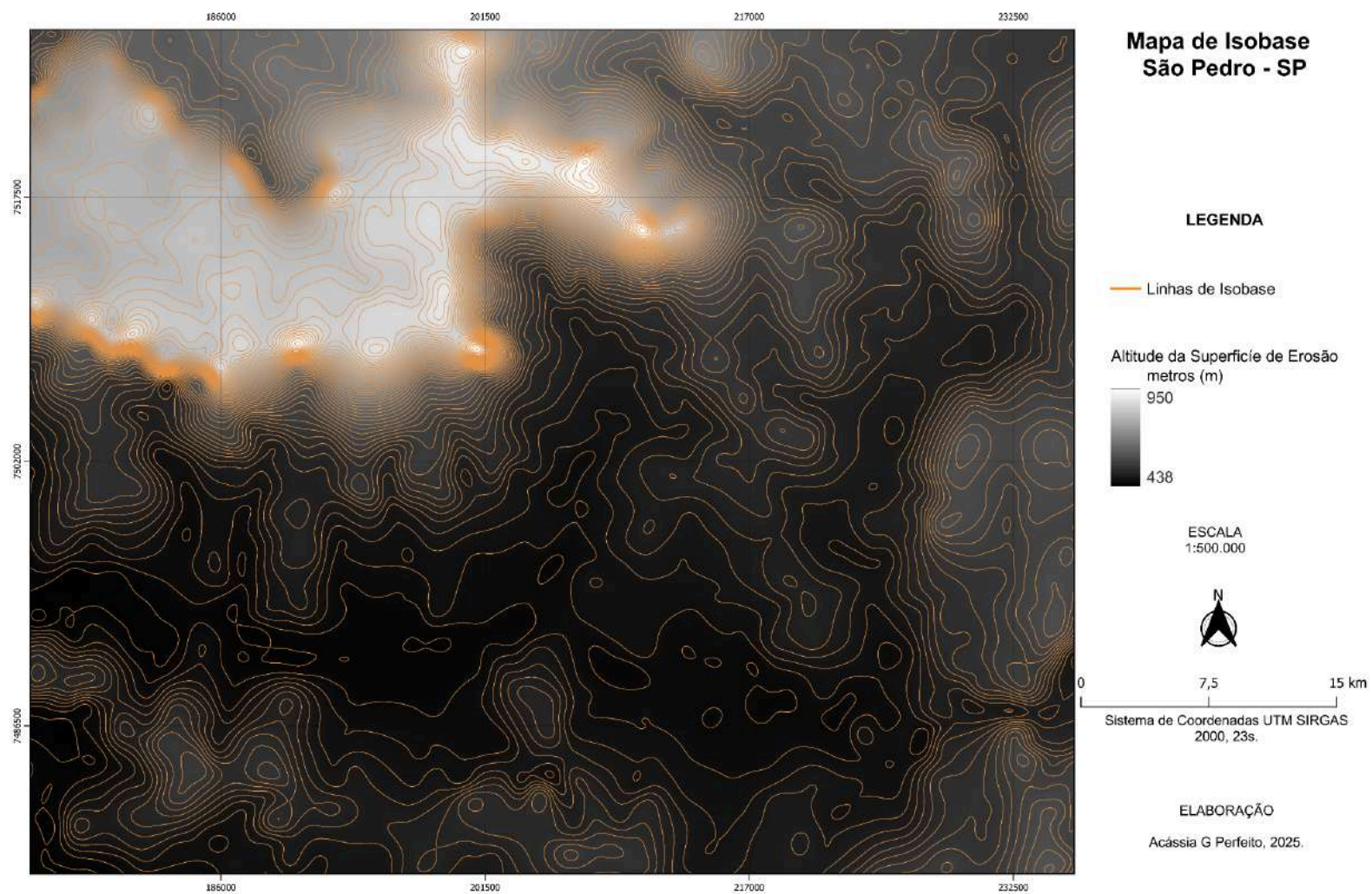


Figura 17: Mapa de Isobase.

7. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi proposto compartimentar a dissecação dos glaciais. A aplicação do método da Matriz de Dissecação do Relevo permitiu gerar dados quantitativos e estabeleceu critérios para qualificar as características do glacial com base nos padrões morfométricos, resultando na classificação de três compartimentos de dissecação: glacial preservado, glacial em transição e glacial dissecado.

O mapa de isobase evidenciou a predominância da dissecação na bacia do Ribeirão Vermelho, além de indicar controle estrutural na região, refletido na paisagem por meio de padrões distintos de esculturação do relevo. Ademais, o método de isobases também apontou uma possível orientação da dissecação no interflúvio, desenvolvendo-se sentido SE-NW.

A aplicação automatizada do método de dissecação do relevo em ambiente SIG mostrou-se fundamental para a espacialização dos glaciais, permitindo a identificação objetiva da dissecação dessa unidade morfológica e contribuindo para a compreensão da dinâmica erosiva do relevo.

As análises realizadas acerca dos aspectos climáticos acrescentaram à pesquisa as evidências de que a combinação entre relevo e altitude tem influência na variabilidade térmica e pluviométrica da área de estudo. No entanto, a ação do clima não exerce influência direta sobre os glaciais, visto que a escala temporal considerada neste trabalho corresponde ao tempo presente.

Evidenciou-se, portanto, que as análises integradas da matriz de dissecação do relevo ao método de isobase atingiram resultados significativos para a interpretação do desenvolvimento da dissecação dos glaciais. Os dados obtidos indicaram que a dissecação do glacial localizado entre o Ribeirão Vermelho e o Ribeirão do Meio é, sobretudo, resultado do desnível mais ação da drenagem causada por anomalias influenciadas pelo Lineamento Santa Maria Cabreúva.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. D. Relevo de “cuestas” na bacia sedimentar do Rio Paraná. Boletim Paulista De Geografia, n. 3, p. 21–33. Recuperado de <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/1408> . 1949.

ARAÚJO, Thiago Peixoto de; PEJON, Osni José. Limiar Topográfico para Predição de Erosões Lineares em São Pedro/SP. 13º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo. 2011. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/313347570_Limiar_Topografico_para_Pr edicao_de_Erosoes_Lineares_em_Sao_PedroSP . Acesso em jan 2025.

BERTOLINI, William Z; DEODORO, Sandra C. Estudo da dissecação do relevo no Alto Rio do Ipiranga (MG). Chapecó- Santa Catarina. Universidade Federal da Fronteira Sul. 2018.

BDMEP-INMET. Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em fev 2025.

BIGARELLA, José J.; MOUSINHO, Maria R.; SILVA, Jorge X. Pediplanos, Pedimentos e seus Depósitos Correlativos no Brasil. Rio de Janeiro. Espaço Aberto. p. 165-196. 2016.

BRIZZI, Raphael Rodrigues et al. Recognition of Duricrust Geomorphic Surfaces Using a Relief Dissection Matrix. Mercator, Fortaleza, v. 23, oct. 2024. ISSN 1984-2201. Available at: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/e23021>>. Acesso em 29 ago. 2025. doi: <https://doi.org/10.4215/rm2024.e23021>

CAETANO-CHANG, Maria Rita. WU, Fu Tai. Diagênese de Arenitos da Formação Pirambóia no Centro-Leste Paulista. Revista de Geociências. Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP. Rio Claro- SP. v. 22, N. Especial, p. 33-39, 2003. Disponível em https://revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/22_especial/3.PDF . Acesso em dez 2024.

CAETANO-CHANG, Maria Rita. WU, Fu Tai. .Arenito Flúvio- Eólicos da Porção Superior da Formação Pirambóia no Centro Leste Paulista. Revista Brasileira de Geociências. 2006. Disponível em <https://ppegeo.igc.usp.br/portal/wp-content/uploads/tainacan-items/15906/46325/9339-11046-1-SM.pdf>. Acessado em dez 2024.

CASTRO, S. S. de; DIAS FERREIRA, R. P.; QUEIROZ NETO, J. P. D.; RUELLAN, A. Morfogênese e pedogênese em São Pedro (SP). Boletim Paulista de Geografia, [S. l.], n. 100, p. 130–155, 2018. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/1503>. Acesso em: 15 dez. 2024.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. ED Edgard Blucher Ltda, 1980, p. 103-113.

COUTARD; DIAS FERREIRA; PELLERIN; QUEIROZ NETO. Carta geomorfológica de São Pedro, SP- 1: 50.000. 1978. São Paulo. Revista do Instituto de Geológico. p. 35-41.2020. Disponível em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/rig/article/view/691> . Acesso em: 29 ago. 2025.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Banco de Dados Hidrológicos. Disponível em: <https://hidrologia.spaguas.sp.gov.br/>. Acesso em 11 fev. 2025.

DANIEL, Evandro. Análise do papel da morfologia e do uso do solo na gênese e na distribuição das feições erosivas na bacia do córrego Espraiado, São Pedro (SP). 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-25022013-104558/>. Acesso em: 09 fev. 2025.

Centro de Estudos da Metrópole. Disponível em: <https://centrodametropole.fflch.usp.br/pt-br/noticia/base-de-dados-do-cem-traz-divisoes-climaticas-do-brasil-em-escala-municipal>. Acesso em: 23 jun. 2025.

FERREIRA, Mateus Vidotti; TINÓS, Thaís Minatel; PINTON, Leandro de Godoi; LUPINACCI, Cenira Maria. A Cartografia da Dissecção Vertical para Avaliação do Relevo: Proposta Técnica Automática. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 67,

n. 6, 2015. Disponível em:
<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44639>. Acesso em: 22 jun. 2025.

FURQUIM, Sheila Aparecida. Interações entre modelado e solo no transecto espraído, São Pedro, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. 2002.

GOLTS, S; ROSENTHAL, E. A morphotectonic map of the northern Arava in Israel, Israel derived from isobase lines. *Geomorphology*. 7,1993. p.305-315.

GROHMANN, Carlos Henrique. Técnicas de Geoprocessamento Aplicadas à Análise Morfométrica. Dissertação de Mestrado [Geoquímica e Geotectônica]. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2004.

GROHMANN, Carlos Henrique; RICCOMINI, Cláudio; CHAMANI, Marlei.A.C. Regional Scale Analysis of Landform Configuration With Base-Level Maps. *Hydrology and Earth System Sciences*. v15, n5, p.1493-1504, 2011.

GROHMANN, Carlos Henrique e RICCOMINI, Claudio e CHAMANI, M. A. C. Regional scale analysis of landform configuration with base-level (isobase) maps. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 15, n. 5, p. 1493-1504, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5194/hess-15-1493-2011>. Acesso em: 11 ago. 2022.

GROHMANN, Carlos Henrique. Análise Digital de Terreno do Centro-Leste Brasileiro. Tese de Doutorado [Geoquímica e Geotectônica]. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. 2008.

LIMA, Vinicius Ferreira; LAVOR, Larissa Fernandes; FURRIER, Max. Estudo Neotectônico em Margem Continental do Tipo Passiva. Geografia, Ensino & Pesquisa, Vol. 21 (2017), n.1, p. 206-215. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/viewFile/21820/pdf>

MITÁSOVÁ, Helana; MITÁS, Lubos. Iterpolation by Regularized Spline with Ternsio: I. Theory and Implementation. Mathematical geology. V 25, n.6, p.641-655, 1993. Disponível em: <https://meas.sciences.ncsu.edu/people/hmitaso/>.

OLIVEIRA, Déborah. As bandas onduladas e sua influência na evolução do relevo em São Pedro-SP (Brasil). Florianópolis-Santa Catarina. Geosul. v. 24, n. 47, p 161-186. 2009.

OLIVEIRA, Déborah. Estudos Macro e Micromorfológico de Uma Topossequência na Bacia do Córrego do Retiro em São Pedro-SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. 1997.

PEEL, MC, Finlayson, BL e McMahon, TA: Mapa mundial atualizado da classificação climática de Köppen-Geiger, Hydrol. Earth Syst., v11,n5, 1633–1644, 2007. Disponível em <https://hess.copernicus.org/articles/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.html>. Acesso em jan 2025.

PENTEADO, Margarida M. Fundamentos de Geomorfologia. Rio de Janeiro. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE. 1983. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7522590/mod_resource/content/1/Fundamentos%20de%20Geomorfologia%20M.M.Penteado.pdf. Acesso em dez 2024.

PINHEIRO, Marcos Roberto. Técnicas Cartográficas e Aerofotogramétricas no Estudo da Erosão: Alta Bacia do Ribeirão Araquá - São Pedro e Charqueada/SP. Dissertação de Mestrado [Geografia Física]. Universidade de São Paulo(USP), São Paulo.2009.

PINHEIRO, Marcos Roberto. Estudo Morfotectônico da Região da Serra de São Pedro e do Baixo Piracicaba/SP. Tese de Doutorado [Geografia Física]. Universidade de São Paulo(USP), São Paulo.2014.

PINHEIRO, Marcos Roberto. Neotectônica e Evolução do Relevo da Região da Serra de São Pedro e do Baixo Rio Piracicaba / Sudeste do Brasil. São Paulo. Revista Brasileira de Geomorfologia. p.593-613. 2015. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/668>. Acesso em dez 2024.

PINHEIRO, Marcos Roberto; QUEIROZ NETO, José. P. Reflexão sobre a gênese da Serra Geral e Depressão Periférica Paulista: o exemplo da região da Serra de São Pedro e do Baixo Piracicaba, SP. Revista do Instituto Geológico. São Paulo, v35, n.1, p.77- 93.2014.

PINHEIRO, Marcos Roberto. Neotectônica e Evolução do Relevo da Região da Serra de São Pedro e do Baixo rio Piracicaba/Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia. v16, n.4, out-dez.2015. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/668>. Acesso em 29 ago 2024.

LIMA, Vinicius Ferreira; LAVOR, Larissa Fernandes; FURRIER, Max. Estudo Neotectônico em Margem Continental do Tipo Passiva. Geografia, Ensino & Pesquisa, Vol. 21 (2017), n.1, p. 206-215. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/viewFile/21820/pdf>

MITÁSOVÁ, Helana; MITÁS, Lubos. Iterpolation by Regularized Spline with Ternsio: I. Theory and Implementation. Mathematical geology. V 25, n.6, p.641-655, 1993. Disponível em: <https://meas.sciences.ncsu.edu/people/hmitaso/>.

OLIVEIRA, Déborah. As bandas onduladas e sua influência na evolução do relevo em São Pedro-SP (Brasil). Florianópolis-Santa Catarina. Geosul. v. 24, n. 47, p 161-186. 2009.

OLIVEIRA, Déborah. Estudos Macro e Micromorfológico de Uma Topossequência na Bacia do Córrego do Retiro em São Pedro-SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. 1997.

PEEL, MC, Finlayson, BL e McMahon, TA: Mapa mundial atualizado da classificação climática de Köppen-Geiger, Hydrol. Earth Syst., v11,n5, 1633–1644, 2007. Disponível em <https://hess.copernicus.org/articles/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.html>. Acesso em jan 2025.

PENTEADO, Margarida M. Fundamentos de Geomorfologia. Rio de Janeiro. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE. 1983. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7522590/mod_resource/content/1/Fundamentos%20de%20Geomorfologia%20M.M.Penteado.pdf. Acesso em dez 2024.

PINHEIRO, Marcos Roberto. Técnicas Cartográficas e Aerofotogramétricas no Estudo da Erosão: Alta Bacia do Ribeirão Araquá - São Pedro e Charqueada/SP. Dissertação de Mestrado [Geografia Física]. Universidade de São Paulo(USP), São Paulo.2009.

PINHEIRO, Marcos Roberto. Estudo Morfotectônico da Região da Serra de São Pedro e do Baixo Piracicaba/SP. Tese de Doutorado [Geografia Física]. Universidade de São Paulo(USP), São Paulo.2014.

PINHEIRO, Marcos Roberto. Neotectônica e Evolução do Relevo da Região da Serra de São Pedro e do Baixo Rio Piracicaba / Sudeste do Brasil. São Paulo. Revista Brasileira de Geomorfologia. p.593-613. 2015. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/668>. Acesso em dez 2024.

PINHEIRO, Marcos Roberto; QUEIROZ NETO, José. P. Reflexão sobre a gênese da Serra Geral e Depressão Periférica Paulista: o exemplo da região da Serra de São Pedro e do Baixo Piracicaba, SP. Revista do Instituto Geológico. São Paulo, v35, n.1, p.77- 93.2014.

PINHEIRO, Marcos Roberto. Neotectônica e Evolução do Relevo da Região da Serra de São Pedro e do Baixo rio Piracicaba/Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia. v16, n.4, out-dez.2015. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/668>. Acesso em 29 ago 2024.

PITON, Leandro de Godoi; CUNHA, Cenira M, L. Avaliação de Dissecção Horizontal e Vertical da Bacia do Córrego do Cavalheiro -Analândia/SP: Subsídios para Planejamento do Uso e Ocupação da Terra. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2018.

POWELL, John W. Exploration of the Colorado River of the West and its Tributaries. Explored in 1869, 1870, 1871, and 1872. Direction of the Secretary of the Smithsonian Institution. Washington. 1875.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia, n. 6, p. 17-29, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>. Acesso em: 12 dez. 2024.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, SP: FFLCH/USP e IPT/FAPESP. Mapas (Escala 1:500.000) e Relatório. 1997.

ROSS, J. S. Suporte da Geomorfologia Aplicada: Os Táxons e a Cartografia do Relevo (Palestra). In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, IV, São Luís - MA, Anais. São Luís,

2002. Disponível em <https://doceru.com/doc/x0cc5e00>. Acesso em 14 dez de 2024.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia, v. 6, p. 17-29, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1992.0006.0002. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108>. Acesso em: 12 dez 2024.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. A Taxonomia Do Relevo e a Cartografia Geomorfológica Regional. Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira, p. 705-736. 2022. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/view/376/593/6656>. Acesso em: 12 dez 2024.

SANTOS, Vitor Godinho Correa dos Reatar: Projeto de Intervenção Urbana para a Bacia Hidrográfica do Córrego. São Paulo. 2021.

SOARES, Paulo César. Divisão Estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. Revista Brasileiro de Geociências. n.5, p 229-251, 1975. Disponível em: http://bjg.siteoficial.ws/1975/n4/5_4_1975-21-43.pdf. Acesso em 14 dez de 2024.

SIQUEIRA, Rafael, Gomes; SOUZA, João Lelis Leal; FARIA, Lopes de. Controle Estrutural e Neotectônica na Dissecção do Relevo em Mares de Morros no Sudeste Brasileiro. Revista Brasileira de Geografia Física. v1, n2, p. 532-546, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/234319/pdf>. Acesso em 14 dez 2024.

STEFANUTO, Estevão Botura; LUPINACCI, Cenira Maria. Características morfoestruturais do relevo em setor de cuevas: um estudo em Analândia (SP). Revista Brasileira de Geografia Física V. 09 N. 04 (2016). p. 1197-1211. Disponível em <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233750>. Acesso em dez 2024.

TRICART, Jean; René, Raynal; JACQUES, Besançon. Cônes rocheux, pédiments, glaciers. In: Annales de Géographie, t. 81, nº443, 1972. pp. 1-24. Disponível em <https://doi.org/10.3406/geo.1972.18650>. Acesso em: 14 dez 2024.

VILLELA, Fernando. N. J;PINHEIRO, Marcos Roberto; QUEIROZ NETO, José. P. Q; ALVES, Grace. B; BARREIROS, Mateus. B; NAKASHIMA, Marcelo. R; SCIGLIANO, Beatriz. F; MICHELON, Cristiane. R; SANTOS, Antônio. A; SOARES, Andrio. F. A; BORSOI, Hellen. R. G; MELO, Geogea. V; SANTOS, Rodrigo. F. Evolução do Modelado de Relevo e dos Materiais no Sopé da Escarpa de Cuesta de São Pedro-SP.Revista de Geografia, Recife, v.35, n4, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/238211/30040>. Acesso em ago 2025.

ZAINE, M. F.; PERINOTTO, J. A. J. Patrimônios Naturais e História Geológica da Região de Rio Claro - SP. Rio Claro: Câmara Municipal de Rio Claro e Arquivo Público Histórico do Município de Rio Claro, 1996. p 91. Disponível em <https://geoparkcorumbatai.com.br/wp-content/uploads/2017/09/Patrim%C3%B4nios-Naturais-e-Hist%C3%B3ria-Geol%C3%B3gica-da-Regi%C3%A3o-de-Rio-Claro.pdf> . Acesso em dez 2024.