

BACHARELADO EM GEOGRAFIA

Trabalho de Graduação

Curso de Graduação em Geografia

MORFOMETRIA DA ALTA BACIA DO RIO PASSA CINCO (SP).

Rafael Vilela de Andrade

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci

Rio Claro (SP)

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

RAFAEL VILELA DE ANDRADE

MORFOMETRIA DA ALTA BACIA DO RIO PASSA CINCO
(SP).

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP
2018

RAFAEL VILELA DE ANDRADE

MORFOMETRIA DA ALTA BACIA DO RIO PASSA CINCO
(SP).

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Cenira Maria Lupinacci

Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto

Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

A553m Andrade, Rafael Vilela de
Morfometria da Alta Bacia do Rio Passa Cinco /
Rafael Vilela de Andrade. -- , 2018
58 p. : il., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (-) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade
de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,
Orientadora: Cenira Maria Lupinacci

1. Mapeamentos. 2. Relevo Regional. 3.
Influências Tectônicas. 4. Processos Denudacionais.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Resumo: Esta pesquisa consistiu em uma análise a respeito da relação entre os processos tectônicos e erosivos na evolução do sistema de *cuestas* segundo técnicas morfométricas. As *cuestas* basálticas identificadas no território paulista correspondem a formas de relevo que separam os terrenos elevados do Planalto Ocidental das terras rebaixadas da Depressão Periférica (ALMEIDA 1974). O estudo realizado, entretanto, não possibilita que o sistema de *cuesta* seja analisado em sua totalidade. Portanto foi selecionada uma pequena área que abriga essa feição, correspondente a Alta Bacia do Rio Passa Cinco, uma sub bacia do Rio Corumbataí no interior paulista. Dessa forma, buscou-se compreender como se dá o processo de evolução do relevo na região, relacionando os processos erosivos com as influências do tectonismo. Para tanto, foram utilizadas técnicas morfométricas baseadas na elaboração de diversos mapeamentos da bacia, com o intuito de levantar dados quantitativos a respeito das formas e dos processos atuantes sobre o local. Como resultado, foi possível identificar forte condicionamento dos elementos estruturais sobre a dinâmica erosiva da bacia, proporcionando uma melhor compreensão sobre a dinâmica do relevo de *cuestas* na região.

Palavras-chave: Relevo Regional; Influências Tectônicas; Processos Denudacionais; Mapeamentos.

Abstract: This research consisted on an analysis of the relation between tectonic and erosive processes in the evolution of the *cuesta* system using morphometric techniques. The basaltic *cuesta* identified in São Paulo territory corresponds to forms of relief that separate the high lands of the Western Plateau from the lowlands of the Peripheral Depression (ALMEIDA 1974). However, it is not possible to analyze the entire *cuesta* system. Therefore, a small area containing this feature was chosen, corresponding to the Upper Rio Passa Cinco Basin, a sub basin of the Corumbataí River in the interior of the state of São Paulo. The intention was to understand how the process of relief evolution occurs in this region, relating the erosive processes to the influences of tectonism. For such, morphometric techniques were used based on the elaboration of several maps of the basin, in order to collect quantitative data about the forms and processes that operate on the site. As a result, it was possible to identify strong conditioning of the structural elements on the erosive dynamics in that area, providing a better understanding of the dynamics of *cuesta* relief in the region.

Keywords: Regional Relief; Tectonic Influences; Denudational Processes; Mappings.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	9
3. TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS	21
3.1. Mapa de densidade de drenagem.....	22
3. 2. Mapa de profundidade de drenagem	24
3. 3. Mapa de Declividade.....	25
3. 4. Mapa de lineamentos.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.	55
6. REFERÊNCIAS.....	57

1. INTRODUÇÃO

Segundo Penteado (1983), a Geomorfologia, ciência encarregada do estudo das formas que compõe a superfície da Terra, difere das ciências que até então dialogavam com essa temática devido ao seu caráter explicativo. A Geomorfologia, portanto, não consiste em uma ciência descritiva, pois trata dos elementos e agentes que atuam e interagem entre si para a configuração do relevo. Considerando esse pressuposto, o interesse dessa pesquisa foi estudar o relevo da região compreendida pela alta bacia do rio Passa Cinco, para entender a dinâmica dos processos presentes nessa região.

Hubp (1988) destaca duas maneiras pelas quais se podem analisar o relevo de um determinado local: através da *morfografia* e da *morfometria*. A primeira está ligada às formas do relevo, sua análise e representação. Já a segunda diz respeito a técnicas que visam quantificar os elementos da superfície para entender sua dinâmica e evolução (HUBP, 1988). Tomando como base essas ideias, buscou-se nesse trabalho a aplicação de técnicas *morfométricas* na alta bacia do Rio Passa Cinco, com a finalidade de um maior aprofundamento no entendimento da área, como também das relações entre os elementos que atuam na conformação do relevo.

Localizada em uma zona de transição entre o relevo cuestiforme e a Depressão Periférica Paulista, existem vários trabalhos que se preocuparam com o estudo da morfologia nessa área de contato entre as duas províncias. Entretanto, a compreensão dessas características ainda está em andamento, pois diferentes autores seguem concepções distintas para explicar os processos que condicionam a morfologia da região.

Segundo Aguilar e Cunha (2015), em estudos mais antigos sobre o relevo de *cuesta* (Ab'Sáber, 1949, 1956 e 1969; Almeida, 1964, 1974), não eram considerados os elementos tectônicos e estruturais como influentes sobre as dinâmicas erosivas: havia uma ênfase nos fatores exógenos, principalmente nos sistemas de drenagem. Entretanto, outros autores, como Openheim e Malamphy (1936), Setzer (1956), Queirós Neto (1960), Penteado (1968) e Facincani (2000), relacionam os processos erosivos, promovidos pelos sistemas de drenagem, a fraturas e falhamentos, fruto de reativações

tectônicas na bacia do Paraná para explicar o relevo dessa região (AGUILAR; CUNHA, 2015).

Penteado (1968) chama a atenção para os elementos tectônicos e sua influência nas formas de relevo, na área de Rio Claro, em um recorte espacial que inclui áreas pertencentes à Depressão Periférica e ao *front* cuestiforme. Deve ser destacado também o cuidado com o qual deve ser analisada a região devido à complexidade das interações entre os elementos endógenos e exógenos que atuam na configuração da morfologia. “O problema da evolução da Depressão Periférica e da Bacia de Rio Claro, é, pois, de origem complexa e exige análise cuidadosa sobre duplo aspecto: tectônico e erosivo.” (PENTEADO, 1976, p. 32).

O trabalho de Facincani (2000) a respeito da morfotectônica na região de *cuestas*, por sua vez, é voltado diretamente à influência dos elementos estruturais sobre a morfologia do terreno. Considerando os sistemas de drenagem como principal agente erosivo sobre a Depressão Periférica e as *Cuestas* Basálticas no estado de São Paulo, a autora (op. cit.) identifica elementos tectônicos que exercem influência sobre a disposição dos canais fluviais, e consequentemente, condicionam os locais de maior atuação dos processos erosivos.

Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo geral compreender os agentes atuantes na formação do relevo na alta bacia do rio Passa Cinco. Espera-se identificar principalmente os processos tectônicos que atuam sobre a região, buscando assim, contribuir para um melhor entendimento da gênese das *cuestas* e da Depressão Periférica Paulista.

Partindo dessa ideia, adotaram-se como objetivos específicos:

- Avaliar como fatores endógenos e exógenos se relacionam para configurar o relevo por meio da análise da densidade de drenagem.
- Avaliar a potencialidade dos processos denudativos comandados pela ação gravitacional a partir do mapeamento da profundidade da drenagem e dos níveis de declividade.

- Identificar eventos e processos tectônicos que influenciam o relevo da região por meio do mapeamento dos lineamentos identificados na área, os quais podem indicar a presença de fraturas e falhas.

Por fim, para compreender como se deu esse estudo, esse trabalho traz, primeiramente, uma caracterização da área, devido à necessidade de se conhecer quais são os elementos da natureza presentes nessa região, e os agentes que atuam sobre o relevo. Posteriormente foram elaborados diversos mapeamentos sobre a bacia, os quais consistiram nos instrumentos dessa investigação. As técnicas utilizadas em tais mapeamentos basearam-se nas ideias de Hubp (1988), sendo essas minuciosamente descritas, uma vez que consistem no instrumento básico de coleta de dados da pesquisa. Finalmente, a partir da análise dos mapeamentos, foram redigidas as observações e hipóteses a respeito da morfometria da alta bacia do Passa Cinco. Buscando contemplar os eixos descritos acima, o presente trabalho é constituído por quatro partes principais, indicados pelos seguintes tópicos: 2. Caracterização da Área de Estudo; 3. Técnicas Cartográficas; 4. Resultados e Discussão; 5. Considerações Finais.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo na qual foi desenvolvido esse projeto corresponde à alta bacia do Rio Passa Cinco, “posicionando-se entre 22°15’ e 22°25’ S e 47°40’ e 47°55’ W” (CUNHA, 2001), situada entre os municípios de Ipeúna e Itirapina, interior paulista (Figura 1). Essa área corresponde à área drenada pelo rio Passa Cinco, “à montante de sua confluência com o rio da Cabeça” (CUNHA, 2001). Os terrenos da alta bacia se localizam na transição de duas províncias geomorfológicas, segundo a classificação de Almeida (1964): a Depressão Periférica e as *Cuestas* Basálticas.

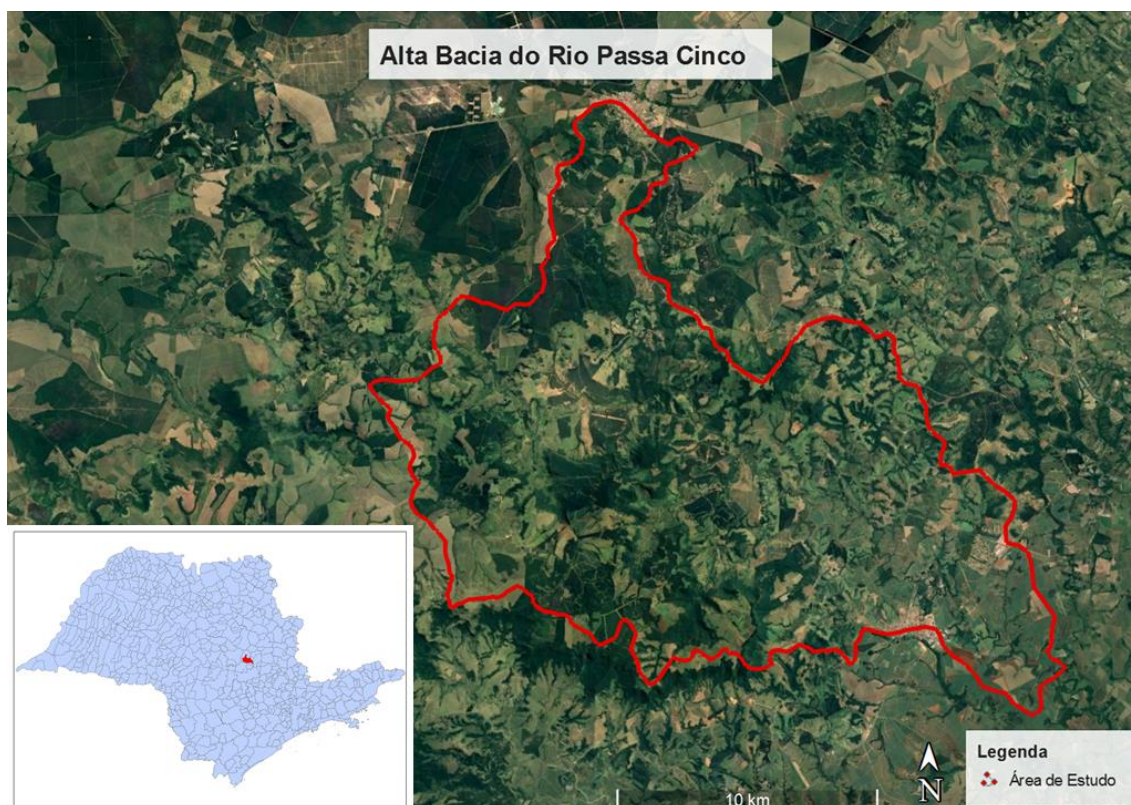


Figura 1: Localização da área de estudo.

Fonte: Google Earth.

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

Para o entendimento das características físicas da área de estudo, considera-se necessário compreender o ambiente no qual essa está inserida e quais são as características e dinâmicas presentes nessa região.

No Estado de São Paulo distinguem-se duas estruturas geológicas principais: o Escudo Atlântico e a Bacia Sedimentar do Paraná (IPT, 1981b). O primeiro ocupa a porção ocidental do estado e é caracterizado por um

embasamento cristalino, com alguns pacotes sedimentares em certos locais. Vizinho ao Escudo Atlântico, tem-se a Bacia do Paraná, que ocupa a maior parte do estado, seguindo para oeste, aonde, com a calha do rio Paraná, encerra-se o território paulista. Ainda sobre a Bacia do Paraná, nas palavras de Ross e Moroz (1997):

“Essa enorme bacia rasa encontra-se preenchida por sedimentos na maior parte continentais e alguns marinhos, do Siluriano Superior, Devoniano Inferior, Carbonífero Superior, Permiano, Triássico, Jurássico (?) e Cretácio e ocorrem também lavas basálticas de idade mezozóica.” (ROSS; MOROZ, 1997, p. 49)

Moraes Rego (1932) é destacado como um dos primeiros geógrafos a propor uma divisão dos terrenos do estado de São Paulo baseada no relevo, tema sobre o qual também contribuíram Deffontaines (1935) e Ab’Sáber e Bernardes (1958), citados por Almeida (1974). Entretanto, a classificação para o relevo paulista aqui adotada é baseada no trabalho de Almeida (1974). O autor faz a divisão do estado segundo sua geomorfologia, condicionada pelo embasamento geológico, definindo cinco províncias geomorfológicas, que incluem subdivisões em zonas e subzonas quando necessário. Tais províncias são: o Planalto Atlântico, a Província Costeira, a Depressão Periférica, as *Cuestas* Basálticas e o Planalto Ocidental (Figura 2), sendo as duas primeiras localizadas sobre o Escudo Atlântico e as três últimas na Bacia do Paraná.

Quanto à estrutura estratigráfica da Bacia do Paraná, nota-se a organização de uma diversidade de camadas sedimentares, sobrepostas de maneira mais ou menos uniforme, dependendo do local, e importantes intrusões e derrames magmáticos, com grande influência na morfologia. No Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b), são apresentados os grupos estratigráficos que compõe a Bacia do Paraná.

importantes rios consequentes: Tietê, Grande, Paranapanema, que cruzam o estado no sentido NW para desaguar no rio Paraná, comandando a dinâmica erosiva da Depressão Periférica, *Cuestas* Basálticas e Planalto Ocidental (ALMEIDA, 1974).

A origem dessa rede de drenagem consequente é associada a um “período de progressiva atenuação dos efeitos da reativação da Plataforma Sul-Americana, iniciada no Jurássico Superior” (ALMEIDA, 1967 *apud* IPT, 1981b). Almeida (1974) descreve uma “subsidência da alta bacia do Paraná, no Cretáceo Superior”, e posteriormente, um soerguimento do terreno, o que possibilitou a superimposição da drenagem sobre esses terrenos (CUNHA, 2001).

Como consequência desse processo, as camadas sedimentares da Bacia do Paraná passaram a projetar uma inclinação no sentido NW (IPT, 1981b), produzindo as condições necessárias para a instalação de uma rede de drenagem consequente. Ab’Saber (1956) descreve esse fenômeno como a superimposição de uma hidrografia pós-cretácea acima das formações mesozoicas. Essa configuração da rede hidrográfica foi responsável pela erosão da Depressão Periférica, drenando a carga detrítica para a calha do Rio Paraná (IPT, 1981b).

A Depressão Periférica pode ser identificada como um corredor de largura que varia entre 80 a 120 km, embutido entre a borda da Cuesta Basáltica e o relevo acidentado do Planalto Atlântico (Ab’Saber, 1969, *apud* IPT, 1981a). Ab’Saber (1956) descreve a porção da Depressão Periférica como um relevo com movimentação mínima, não ultrapassando os 50 ou 60 metros em desníveis absolutos. Já Almeida (1974) se atenta para a manifestação das camadas carboníferas e triássicas, e o IPT (1981b), para os afloramentos de rochas infrabasálticas mezozóicas (CUNHA, 2001).

Na classificação de Almeida (1974), a faixa correspondente a Depressão Periférica ainda é dividida nas zonas do Mogi-Guaçu, ao norte, do Paranapanema ao sul, e do Médio Tietê ao centro, estando a alta bacia do Passa Cinco, contida nessa última. O autor (op. cit.) descreve a Zona do Médio Tietê como a área drenada por esse curso, tendo como principais afluentes os

rios Piracicaba e Sorocaba, sendo destacada como a área com relevo mais dissecado, devido à maior energia dessas bacias (IPT, 1981a).

Essas bacias se impõem sobre os terrenos frágeis das camadas sedimentares, tendo como principais obstáculos às intrusões que se manifestam na região, (ALMEIDA, 1974).

“A depressão Periférica corresponde à faixa de ocorrência das sequências sedimentares infrabasálticas paleozoicas e mezozóicas do Estado de São Paulo, incluindo ainda áreas descontínuas de corpos intrusivos sob a forma de diques e “sills” de diabásio.” (IPT, 1981a, p. 56).

Sob essas condições, o relevo dessa região corresponde em geral a “colinas amplas, colinas médias, morrotes alongados e espigões” (IPT, 1985a, p. 58), comandado por uma densa rede de drenagem.

O limite oeste dessa depressão é marcado pela presença de “elevadas e muito festonadas *cuestas*” (ALMEIDA, 1974), sustentadas por litologias mais resistentes, provenientes dos derrames basálticos.

A transição da Depressão Periférica para as *Cuestas* Basálticas, local onde se situa a bacia do Passa Cinco, ocorre principalmente em litologias da formação Botucatu e lavas basálticas. O vale do Piracicaba apresenta-se como nível de base regional e registra colinas e morrotes de topos planos, assim como “morros testemunhos de efusivas básicas recobrando os arenitos da Formação Botucatu nas áreas mais próximas a linha de *cuestas*” (IPT, 1981a, p. 61).

A província das *Cuestas* Basálticas definida por Almeida (1974), tem seu limite ocidental passando pelas serras dos Agudos e de Jaboticabal, cruzando o Paranapanema em Salto Grande e o rio Grande na foz do rio Pardo, e seu limite oriental nas “faldas dos mais avançados festões externos e testemunhos das *cuestas* basálticas” (ALMEIDA, 1974).

“Essa província caracteriza-se morfologicamente por apresentar um relevo escarpado nos limites com a Depressão Periférica, seguido de uma sucessão de grandes plataformas estruturais de relevo suavizado, inclinadas para o interior em direção à calha do Rio Paraná. Estas duas feições principais constituem a escarpa e o reverso da *cuesta*”. (IPT, 1981a, p. 63).

Feita a transição para essa zona, encontra-se um relevo muito mais acidentado: as maiores altitudes chegam a 1000, 1200 metros, enquanto os principais rios consequentes a cruzam na altitude de 420m (Tietê), 540m (Paranapanema) e 520m (Rio Grande), atravessando a linha de *cuestas* em grandes boqueirões (ALMEIDA, 1974, p. 77). Como foi possível notar no desenvolvimento dessa pesquisa, não apenas os grandes rios consequentes, mas o desenvolvimento do relevo de *cuestas* no estado de São Paulo está intimamente relacionado também às pequenas drenagens obsequentes, que tem forte atuação erosiva sobre essa formação, contribuindo para o seu traçado festonado.

“A rede hidrográfica das *cuestas* basálticas é inteiramente dominada pelos grandes rios consequentes e seus pequenos afluentes obsequentes, que retalham os frontes serranos emprestando-lhes contornos extremamente lobulados e obrigam-nos a recuarem tanto mais rapidamente quanto menores as espessuras da cobertura basáltica.” (ALMEIDA, 1974, p. 86)

É importante citar também o caso da bacia do rio Corumbataí, na qual está inserida a bacia do Passa Cinco. Almeida (1974) dá destaque ao caráter único desse curso na Depressão Periférica, que se comporta como uma drenagem subsequente: dirigindo-se de norte para sul, acompanhando o *front* da *cuesta*, para posteriormente, desaguar no rio Piracicaba.

Penteado (1976) chama a atenção para o traçado do rio Corumbataí e seus afluentes, incluindo o Passa Cinco, que indicam grande influência tectônica devido a retilinidade dos canais e desvios bruscos. Essa influência se deve a atividades tectônicas e falhamentos, com idades difícil de precisar, mas que grande parte da bibliografia atribui ao período pós-cretáceo (PENTEADO 1976). Bjornberg (1965) e Oppenheim e Malamphy (1936) (apud PENTEADO 1976) atribuem essa influência a violentas intrusões magmáticas na região, e que apesar de darem indicações de atividades recentes, podem ser reincidentes.

Já o reverso da *cuesta* é marcado por planaltos sustentados por basaltos ou arenitos, com caimento para NW, sendo sobre estes basaltos onde se encontram extensas áreas de terra roxa (IPT, 1981a).

Quanto a sua constituição litológica, “tem-se que a Província é dominada por derrames de rochas eruptivas, superpostos, extensos de várias dezenas até mais de uma centena de quilômetros, e espesso de várias dezenas de metros” (IPT, 1981a, p. 63). Esses derrames encontram-se sobre depósitos das formações arenosas Pirambóia e Botucatu. Sobre tais litologias, identificam-se também arenitos mais jovens do Grupo Bauru, de idade cenozoica.

Por fim, seguindo para noroeste, encontra-se o Planalto Ocidental. Uma extensa região, ocupando cerca de 2/5 da área do estado. Seu relevo é suavizado “com uma sucessão de campos ondulados, favorável às atividades agrícolas e de comunicação” (ALMEIDA, 74, p. 87). A transição do domínio do reverso das *cuestas* para o Planalto Ocidental se dá gradualmente, à medida que as formas características do reverso perdem intensidade e tem-se o domínio de rochas do Grupo Bauru (IPT, 1981a).

Nas palavras de Almeida (1974), corresponde a uma litologia jovem e frágil, sobre a qual a drenagem consequente se impõe com traçados majoritariamente retilíneos sobre os arenitos. São exceções identificadas nessa província alguns planaltos (Marília, Monte Alto, e Catanduva) formados por erosão diferencial.

Dessa forma, encontra-se a alta bacia do Passa Cinco, na transição entre as províncias da Depressão Periférica e das *Cuestas* Basálticas, atuando como um sistema de drenagem obsequente, instalado tanto sobre terrenos resistentes vinculados aos derrames basálticos, como sobre depósitos sedimentares mais frágeis.

Quanto à litologia dessa bacia, Cunha (2001) sintetiza a estrutura do embasamento com base em mapeamentos pré-existentes (Figura 3). Esses dados correspondentes à estrutura litológica são expostos a seguir.

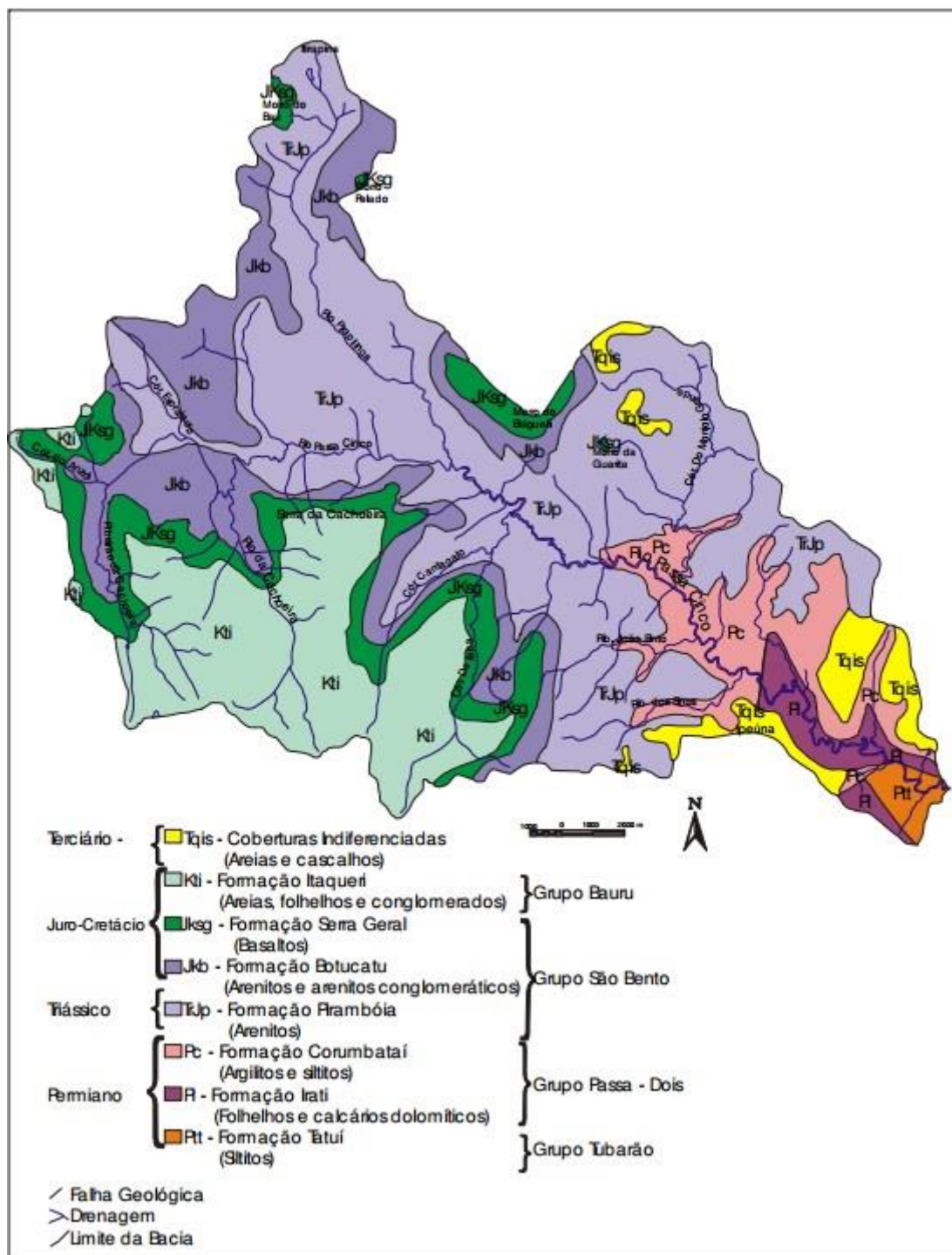


Figura 3: Litologia da alta bacia do rio Passa Cinco (SP).

Fonte: Mapa adaptado de: INSTITUTO GEOGRÁFICO e GEOLÓGICO. Folha Geológica de São Carlos, Escala 1:100.000, 1966 e BACCI, D. C. Extração de areia na bacia do rio Corumbatai. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994. Organização: Cunha, 2001.

A formação Tatuí localiza-se próxima à confluência do Passa Cinco com o rio Cabeça, a SE da bacia (CUNHA 2001). Essa é constituída predominantemente de siltitos, com algumas camadas de arenitos, calcários,

folhelhos e sílex (IPT, 1981b), com uma sedimentação uniforme, que sugere uma deposição em ambiente aquoso, de baixa energia (IPT, 1981b). Associado a essa encontram-se os solos podzólicos vermelho amarelo (na atual classificação de solo, denominados argissolos) (Figura 4), que segundo Oliveira, Jacomine e Camargo (1992, apud CUNHA 2001) caracterizam-se, “por material mineral, não-hidromórfico, com horizonte B textural, sendo que os mais típicos apresentam nítida diferenciação entre horizontes.” (CUNHA, 2001, p. 28).

A formação Irati, que também se manifesta a SE, próxima à foz da bacia e sobre a qual se desenvolvem solos principalmente podzólicos, semelhante aos que ocorrem na formação Tatuí, também é recoberta por latossolos vermelho-escuro da Unidade Limeira (CUNHA, 2001). Essa formação corresponde à primeira unidade estratigráfica do grupo Passa Dois. De acordo com o IPT:

“A formação constitui-se de folhelhos pirobetuminosos, folhelhos pretos não betuminosos, dolomitos cinzentos e alternados com folhelhos escuros, por vezes nodulosos, calcários mais ou menos intensamente dolomitizados, siltitos, folhelhos e arenitos finos, cinzentos”. (IPT, 1981b, p. 58).

Quanto à formação Corumbataí, “distribuem pelo setor SE da alta bacia do rio Passa Cinco, penetrando pelo baixo curso do córrego Monjolo Grande, ribeirão João Pinto e ribeirão dos Sinos” (CUNHA, 2015, p. 28). Segundo o IPT (1981b) essa é composta por siltitos, argilitos e folhelhos em tons que variam do cinza ao roxo, e aparentam ter sido depositados em ambiente marinho de águas rasas. Por fim, o solo que a recobre é predominantemente Podzólicos (Argissolos) Vermelho-Amarelo (CUNHA, 2001).

A Formação Pirambóia “se distribui nos mais diversos setores da aqui denominada alta bacia, englobando considerável parte da área.” (CUNHA, 2001, p. 31). O IPT (1981b) descreve essa litologia como composta por camadas arenosas, em geral vermelhas, depositadas em ambiente continental úmido: fluvial e planícies de inundação. Cunha (2001) chama a atenção para a complexidade da distribuição dos solos sobre essa formação, na qual adquirem maior importância os Latossolos Vermelho Amarelo, a NNW, nos setores

drenados pelo rio Pirapitinga, e a esses associados, os solos Litólicos (Nessolos Litólicos).

A Formação Botucatu, disposta entre a Formação Pirambóia e a Formação Serra Geral, encontra-se nos locais de maior altitude (CUNHA, 2001), sendo composta por arenitos de granulação fina a média, avermelhados e de estratificação cruzada, indicando sua deposição em um ambiente desértico (IPT, 1981b). Segundo IPT (1981b), essa formação desértica se desenvolveu até as reativações vulcânicas, que deram origem aos derrames da Formação Serra Geral. Os solos a essa associados são semelhantes aos da Formação Pirambóia, com um destaque aos solos Litólicos (Nessolos Litólicos), ligados à associação dessa formação com os derrames basálticos.

A Formação Serra Geral corresponde aos derrames basálticos, entre os quais se encontram algumas camadas de arenitos similares àqueles encontrados na Formação Botucatu, e contendo ainda alguns corpos intrusivos de mesma composição dos derrames (IPT, 1981b). Essa formação se distribui nas porções W e SW da área, sendo ainda registrada localmente no alto dos morros testemunhos, dando origem aos já citados solos Litólicos (CUNHA, 2001).

É importante destacar o papel desempenhado por essa formação, de caráter mais resistente à atividade erosiva, com forte influência na sustentação da cuesta, não apenas na área aqui trabalhada, mas em todo seu *front* na bacia do rio Corumbataí.

Por fim, no reverso da cuesta, “ocorrem litologias do Grupo Bauru, atualmente denominadas como Formação Itaqueri” (CUNHA, 2001, pag. 32), entretanto a autora completa que não há um consenso quanto ao nome da formação aqui indicada. Sobre essas litologias desenvolve-se o Latossolo Vermelho-Amarelo (CUNHA, 2001).

É importante acrescentar também as Coberturas Indiferenciadas, “datadas do Terciário, e constituídas principalmente por areias e cascalhos. Sobre tais coberturas verifica-se o predomínio do Latossolo Vermelho-Amarelo” (CUNHA, 2001, p. 33).

encontram relevos mais suavizados, por exemplo, próximos à foz do Passa Cinco e no reverso da *cuesta*. Já a silvicultura e as pastagens se manifestam em terrenos mais acidentados, mas também se distribuem por toda a área de estudo: a silvicultura mais presente no reverso da *cuesta* e as pastagens no sopé desta (CUNHA, 2001). As matas e as culturas anuais se manifestam em menor frequência pela região.

No que se refere às condições climáticas da região, de grande relevância para a compreensão dos agentes exógenos, constata-se que a bacia do Passa Cinco está inserida em um ambiente bastante úmido, com altos índices de precipitação durante todo o ano, com exceção dos meses de inverno, de junho a agosto (CUNHA, 2001). Segundo os dados pluviométricos coletados por postos nas cidades de Ipeúna e Itirapina, registra-se uma média de 200 mm a 250 mm de chuva nos meses mais úmidos, janeiro e fevereiro, e valores próximos ou menores de 50 mm nos meses mais secos, junho a agosto (CUNHA, 2001).

É importante entender que a alta bacia do Rio Passa Cinco é uma área relativamente pequena, quando comparada ao contexto no qual está inserida, que compreende toda a região de *cuesta* dentro da bacia do Paraná. Contudo, apesar de sua extensão, que possibilita uma análise na escala 1:50.000, esta apresenta grande complexidade, com uma diversidade de elementos estruturais e superficiais que geram um relevo distinto, com grandes degraus marcando a linha de ruptura da *cuesta*, e morros testemunhos em meio ao relevo suave da Depressão Periférica. Tal complexidade é fruto da interação entre as influências tectônicas, a diversidade geológica e a intensa ação erosiva atuante sobre a área, configurando a morfologia da bacia.

3. TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS

Hubp (1988) caracteriza a Geomorfologia como uma área de estudo que deve considerar a interação entre os elementos endógenos e exógenos para a compreensão do relevo terrestre. Pode-se compreender os elementos endógenos como os componentes geológicos do planeta e sua dinâmica: todo o substrato rochoso e seus movimentos, desde os mais acentuados aos mais sutis. Os elementos exógenos por sua vez relacionam-se aos agentes que atuam sobre esse substrato através do intemperismo, erosão e deposição: fatores climáticos, biológicos e antrópicos, por exemplo.

Segundo o autor, para investigar os elementos endógenos e exógenos e suas interações, tem-se como instrumental de pesquisa um conjunto de técnicas denominado de *morfometria*. Tais técnicas consistem em mapeamentos específicos que trazem destaque a determinados elementos da paisagem, possibilitando assim uma interpretação acerca das características morfológicas da área. É importante salientar, porém, que um estudo em Geomorfologia não está somente na confecção dos mapas e geração dos dados, mas cabe ao pesquisador analisar e fazer o uso dessas informações.

Buscando investigar essa questão, foram elaborados mapeamentos morfométricos da área de estudo a fim de identificar os pontos de maior fragilidade e potencialidade erosiva. A base topográfica utilizada baseou-se nas folhas de Rio Claro (SF-23-M-i-4) e Itirapina (SF-23-M-i-3), na escala de 1:50.000, fornecidas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A partir das informações presentes nas cartas topográficas, foram realizados quatro mapeamentos: o *mapa de densidade de drenagem*, o *mapa de profundidade de drenagem*, o *mapa de declividade* e o *mapa de lineamentos*, ou feições lineares. Esses foram produzidos em meio digital e semidigital com o uso do programa Arcgis 9.2, disponível no Laboratório de Geomorfologia (LAGEO), no Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento da Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro.

Dessa forma, fez-se necessário compreender as ideias que sustentam as técnicas, para posteriormente adapta-las e aplica-las ao estudo em questão. A seguir, serão explicados os princípios metodológicos de cada mapeamento e

então detalhados os processos técnicos de confecção desses mapas durante o desenvolvimento da pesquisa.

3.1. Mapa de densidade de drenagem

O *mapa de densidade de drenagem* (ou densidade de dissecação do relevo) consiste na análise da quantidade de talvegues (em comprimento) por unidades de área. Dessa forma, a área trabalhada é dividida em quadriculas de mesmo tamanho (km^2) e dentro dessas são somados os valores de comprimento dos talvegues (km); realiza-se então a divisão do comprimento por unidade de área (km/km^2). Aplicada essa técnica em todas as quadriculas, faz-se a interpolação da informação por toda a área do mapa (HUBP, 1988).

Quanto a essa técnica, Hubp (1988) chama atenção para dois fatores: em primeiro lugar, os talvegues não consistem apenas nos canais representados pelo mapa base, mas em formas resultantes da erosão linear, que podem ser indicadas pelas curvas de nível. Em segundo lugar, é preciso atenção quanto à área das quadriculas, que não podem ser nem muito pequenas, o que geraria um excesso de informações desnecessárias, nem tão grande, o que generalizaria demais as características da área.

Para a elaboração desse mapeamento utilizaram-se as informações vetoriais do limite da bacia, drenagem, pontos cotados e curvas de nível, sendo as duas últimas com os valores altimétricos.

Como o sistema de drenagem como agente de erosão linear não corresponde, necessariamente, apenas a drenagem representada pela carta topográfica, foi feito manualmente, em meio digital, no ArcGis, o enriquecimento da rede de drenagem a partir das indicações fornecidas pelas curvas de nível. O critério utilizado para esse enriquecimento foi a criação ou extensão de um canal fluvial quando sua presença era indicada pela disposição de, no mínimo, 3 curvas de nível. Esse procedimento deu origem a um novo arquivo, utilizado nesse e em outros mapeamentos, denominado como *drenagem enriquecida*.

Em seguida, foi criada a malha quadriculada, o que dividiu toda a área em células independentes, dentro das quais foram feitos os cálculos do

comprimento da drenagem. Para a criação dessa malha quadriculada, utilizou-se a ferramenta *fishnet*. O tamanho da célula que se julgou adequado para a representação do fenômeno em uma escala de 1:50.000 foi de 500m de lado, ou seja, uma área de 250.000m² no terreno, no mapa corresponde a uma quadrícula com 1cm de lado.

Após esse processo, foi efetuada a “quebra” da rede de drenagem por quadrícula, para que o programa pudesse trabalhar com o comprimento do segmento da drenagem em cada célula separadamente. Para isso foi utilizada a ferramenta *Intersect (Analysis)*. Com os segmentos de drenagem fragmentados, somou-se o comprimento de todos aqueles segmentos que compunham cada quadrícula. O resultado dessa soma corresponde ao dado desejado por Hubp (1988), pois agora haviam células com maior ou menor extensão de canais fluviais (em metros). Com a soma desses valores obteve-se o comprimento dos canais fluviais por cada 250.000 m² de área.

Para uma melhor representação desses dados, sugere-se concentrar a informação da área em um ponto no meio de cada célula e, posteriormente, realizar a interpolação dos dados. Para isso foi criado um ponto central em cada quadrícula utilizando-se a ferramenta *Feature to point*. Com isso, os dados passaram a se concentrar no ponto central de cada célula.

Quanto ao conceito de interpolação, esse se refere a uma técnica estatística a qual possibilita a distribuição das informações geradas por toda a área do mapa.

“A interpolação é uma técnica utilizada para a estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos amostrados na mesma área ou região. A interpolação espacial converte dados de observações pontuais em campos contínuos, produzindo padrões espaciais que podem ser comparados com outras entidades espaciais contínuas.”. (JAKOB; YOUNG, 2006 p. 7).

Para a interpolação dos dados, foi criado um *TIN* contendo as informações do ponto central da célula utilizando a ferramenta *Create Tin*.

Posteriormente à criação do *TIN*, sua informação foi transformada em um arquivo *raster* com a utilização da ferramenta *TIN to Raster*, conforme a

mesma justificativa apresentada anteriormente. No arquivo *raster* foi determinada uma paleta de cores com variação gradual do verde, para os pontos com os menores valores de densidade de drenagem (0 m/m^2) passando pelo amarelo, até o vermelho para os maiores valores de densidade de drenagem ($14,6963 \text{ km/km}^2$).

3. 2. Mapa de profundidade de drenagem

O *mapa de profundidade de drenagem*, ou mapa de profundidade de dissecação do relevo, tem o propósito de identificar os pontos onde há uma maior potencialidade de atuação da erosão linear devido à força gravitacional gerada pelos desníveis altimétricos. Diferente da ideia do mapa de densidade de drenagem, que considera o processo em meio plano, o mapa de profundidade de drenagem o considera em perfil (HUBP, 1988). Para isso, a área é novamente dividida em quadrículas de mesmo tamanho, e dentro dessas é identificada a maior diferença entre as cotas das curvas de nível (m); posteriormente a informação é atribuída ao ponto central da quadrícula. Ao final do processo, tem-se a distribuição dos locais com maior ou menor desnível altimétrico.

Diferentemente do mapa de densidade de drenagem, onde pode-se observar os locais com maior potencialidade para a atividade erosiva derivada da ação fluvial e seu remonte sobre o interflúvio, essa técnica permite a identificação das áreas onde esse processo (erosão linear) pode ser mais desenvolvido em função das forças gravitacionais. Segundo Aguilar e Cunha (2015, p. 1418) “Este tipo de mapa, pois, importa ao estudo da localização e tipologia de fenômenos que contribuem para mais pronunciada ou mais discreta dissecação”.

Para a elaboração desse mapeamento, novamente utilizaram-se as informações vetoriais do limite da bacia, drenagem, pontos cotados e curvas de nível, sendo as duas últimas com os valores altimétricos.

O primeiro passo para a elaboração desse mapeamento consistiu na criação de uma malha quadriculada sobre a área de estudos, procedimento análogo ao que foi feito no mapeamento de densidade de drenagem, através da ferramenta *fishnet*.

Esse mapeamento seguiu os mesmos parâmetros do mapa de densidade de drenagem, portanto novamente, o tamanho da quadrícula foi de 500m de lado, com uma área de 250.000m² no terreno e 1cm de lado no mapa.

Após a criação da malha quadriculada, foram realizados os cálculos que medem a diferença entre as cotas das curvas de nível, subtraindo das maiores as menores dentro de cada célula. Assim, cada quadrícula passa a apresentar a informação do desnível altimétrico, o que corresponde à profundidade de drenagem.

A próxima etapa correspondeu à criação do ponto central da célula com a finalidade de, assim como na técnica anterior, centralizar essa informação em um ponto, segundo a proposta de Hubp (1988). Para isso, utilizou-se a ferramenta *Feature to point*. Assim, foi realizada a criação do ponto central e adicionadas as informações da diferença altimétrica a esses.

Com esses dados, a informação foi interpolada no mapa por meio da criação do *TIN*, valendo-se da ferramenta *Create TIN*. A criação do *TIN* considerou os valores das diferenças altimétricas contidas no ponto central da célula. Dessa forma, foi obtida a distribuição espacial da profundidade de drenagem.

Com a finalidade de melhorar a representação das informações, foi criado um arquivo *raster* por meio da ferramenta *TIN to raster*. Na versão *raster* foi definida a paleta de cores que melhor cumpria com a função de representação do fenômeno. Utilizou-se uma paleta de transição gradual dos menores valores de profundidade de drenagem (0m) em verde, passando pelo amarelo à medida que os valores aumentavam, até o vermelho com os maiores valores (259,6m).

3. 3. Mapa de Declividade

O *mapa de declividade*, ou mapa clinográfico, utiliza as distâncias planas entre as curvas de nível consecutivas para representar as superfícies com maior ou menor inclinação. Assim, curvas de nível mais próximas indicam um relevo mais íngreme, enquanto curvas de nível mais afastadas indicam um local mais aplainado. De Biasi (1992) mostra que para isso, a quantificação do

declive é elaborada a partir da divisão entre a diferença altimétrica, no caso o valor da equidistância das curvas de nível (n), e a distância entre essas, que estará representada no mapa (E), multiplicado por 100 para obter o valor em porcentagem.

$$D = \frac{n}{E} \cdot 100 \quad (1)$$

D : declividade n : equidistância E : distancia horizontal entre as curvas

Encontrado esse valor, é necessário enquadrá-lo em uma das classes de declividade definidas para o estudo. Segundo De Biasi (1970) é preciso definir as classes de declividade de acordo com as características da sua área e os elementos aos quais se pretende dar destaque. Entretanto, em um estudo posterior, o autor sugere uma chave para determinar as classes, que seguem parâmetros relacionados a critérios legais do uso e ocupação territorial em meio rural e urbano na definição dos valores das classes de declividade (DE BIASI, 1992).

As classes sugeridas, em porcentagem, segundo De Biasi (1992), juntamente com a justificativa utilizada para cada uma dessas, são expostas a seguir:

< - 5%: correspondente ao limite urbano-industrial;

5 – 12%: 12 % é o limite da declividade para a mecanização da agricultura;

12 – 30%: 30% é o limite para a urbanização sem restrições definido por lei federal;

30 – 47%: 47% é o limite máximo de corte raso, definido pelo Código Florestal;

>47%: a partir dessa declividade, o Código Florestal proíbe a derrubada de floresta.

Para a elaboração desse mapeamento, foram utilizados os princípios colocados por De Biasi (1970, 1992), porém em meio digital, no programa Arcgis 9.2.

Inicialmente, foi definida a base cartográfica sobre a qual foi elaborado o mapeamento. A partir das cartas topográficas fornecidas pelo IBGE na escala 1:50.000, selecionou-se a alta bacia hidrográfica do Rio Passa Cinco, com as informações vetoriais da drenagem, limite da bacia, pontos cotados e curvas de nível, dentre os quais os dois últimos contendo as cotas altimétricas.

O primeiro passo na elaboração do mapa foi a criação do Modelo Digital do Terreno sobre a base cartográfica. Para isso foi criado um *TIN* (Triangular Irregular Network) a partir da ferramenta *Create TIN From Features*. Com isso, obteve-se um mapa temático das classes hipsométricas: uma malha de informação altimétrica por toda a superfície da área de estudo.

A partir da criação do modelo, para fins de melhor manipulação do mapa e das informações, esse foi convertido para o formato *raster*, por meio da ferramenta *TIN to raster*. Na criação do *raster*, na função *Attribute*, foi selecionada a opção *Slope*, o que gera um mapa com a visualização da declividade. Nesse ponto, foram definidas as classes de declividade usadas para esse mapeamento, com base na proposta de De Biasi (1992), descrita anteriormente. Optou-se por 6 classes, adicionando uma classe de menores declividade:

<2%;

2 - 5%;

5 - 12%;

12 - 30%;

30 - 47%;

>47%.

É importante acrescentar que na elaboração do mapa em meio automático, os valores correspondentes a essas classes tem de ser

introduzidos no programa em graus, uma vez que o *software* só os lê nessa unidade. Entretanto, esses foram representados em porcentagem, a fim de facilitar a interpretação dos dados.

Por fim, foram escolhidas as cores para a representação de cada classe: do verde, para as declividades menores, ao amarelo, laranja, vermelho, marrom, e, por fim, cinza escuro para os maiores níveis de declividade.

3. 4. Mapa de lineamentos

O *mapa de lineamentos* corresponde à identificação de feições lineares, as quais atuam como condicionantes da evolução do relevo. Hubp (1988) define lineamentos como elementos do relevo condicionados pela atividade endógena, dispostos em uma direção dominante. De acordo com Facincani (1995, p. 17) “O princípio da análise baseia-se na premissa de que muitas estruturas profundas podem ser refletidas em superfície e podem, portanto, ser mapeadas”. A identificação dessas feições pode ser feita a partir da análise de fotografias aéreas, imagens orbitais e cartas topográficas, a partir da observação de formas de relevo e de drenagem retilíneas ou anômalas, ou também em descontinuidades estruturais (FACINCANI, 1995).

Este mapa foi produzido com base nas ideias de Hubp (1988) e Facincani (2000) que definem os lineamentos como expressões retilíneas do relevo geradas pelos agentes endógenos e que são passíveis de serem mapeadas.

Para a elaboração desse mapeamento utilizaram-se as informações vetoriais do limite da bacia, a *drenagem enriquecida*, pontos cotados e curvas de nível, sendo as duas últimas com os valores altimétricos. A *drenagem enriquecida* corresponde ao sistema de drenagem criado para o mapeamento da densidade de drenagem, no qual foram adicionados manualmente novos canais indicados pelas crenulações das curvas de nível.

A partir da base cartográfica, foram identificados e traçados lineamentos segundo 3 critérios, gerando assim 3 classes de lineamentos. Os dois primeiros correspondem a identificações de retinidades na drenagem, e são diferenciados pela ordem do canal fluvial em que foram identificadas. O último

corresponde à adição dos lineamentos identificados por Facincani (2000) na área de estudos desse trabalho.

Os lineamentos de primeira ordem correspondem àqueles traçados sobre os canais de primeira ordem, os lineamentos de segunda ordem ou mais são aqueles traçados sobre os canais de segunda ordem ou de ordens superiores. Esses lineamentos foram identificados a partir da análise da base cartográfica em escala 1:50.000 e traçados quando identificados canais fluviais com relativamente longa extensão linear, o suficiente para sugerir uma influência de fatores estruturais sobre a organização da drenagem, ou com “cotovelos”, isto é, trechos com curvas próximas a 90 graus.

Por fim, os lineamentos identificados por Facincani (2000) foram adicionados ao mapa. Para isso, foi escaneado o mapa intitulado: “Mapa Morfotectônico”, elaborado pela autora durante a produção de sua tese de doutorado e esse foi adicionado à plataforma do projeto no ArcGis e sobreposto ao mapa. Assim, foram traçados os lineamentos destacados pela autora, concluindo o mapa de lineamentos.

A partir da análise desse documento, julgou-se interessante, no decorrer da pesquisa, um balanço sobre a distribuição dessas feições. Dessa forma foi elaborado também um mapa de Densidade de Lineamentos. A confecção desse material adicional utilizou os mesmos mecanismos do mapa de densidade de drenagem: os lineamentos das 3 classes (lineamentos sobre canais de 1ª ordem, sobre canais de 2ª ordem e de Facincani 2000) foram unidos em um único *shapefile* (nomeado Lineamentos), em seguida a bacia foi dividida em quadrículas de 500 metros de lado, com área correspondente a 250.000 m², cada uma contendo um valor de comprimento de lineamentos em seu interior. O comprimento total de lineamentos em cada quadrícula (em metros) foi dividido por sua área (250.000 m²), gerando um valor de densidade de lineamentos por quadrícula. Por fim, a informação foi centralizada no interior de cada célula e interpolada para gerar a representação espacial na imagem.

Por fim, segundo a proposta de Hubp (1988), foram criadas as rosetas com a função de representar a direção preferencial dos lineamentos. Essas foram produzidas automaticamente, em meio digital, no programa SPRING 5.3.

Foram criadas quatro rosetas: dos lineamentos de primeira ordem, dos lineamentos de segunda e maior ordem, dos lineamentos de Facincani (2000) e uma considerando o total de lineamentos mapeados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfométrica da qual trata esse estudo, é baseada na observação dos elementos e processos presentes na área, que interagem com as formas de relevo. Assim, essa análise busca explorar as diversas feições e fenômenos em detalhe a fim de compreender melhor a dinâmica do relevo de *cuesta* nessa região. Tal procedimento foi feito com base nos mapas produzidos, os quais, indicando cada um alguma informação específica, foram analisados conjuntamente para proporcionar melhor entendimento da bacia em questão.

Os mapeamentos produzidos ao longo do trabalho indicam uma faixa bem definida do *front* cuestiforme, na alta bacia do rio Passa Cinco, marcada nos mapas de profundidade de drenagem (Figura 5) e declividade (Figura 6). Comparando esses dados com o mapa geológico da bacia (Figura 3), é interessante notar que a disposição do *front* cuestiforme coincide com a Formação Serra Geral e o contato dessa com a Formação Botucatu. Tal fato vai de encontro com a bibliografia, a qual afirma que a sustentação dessa forma de relevo ocorre devido ao contato das camadas basálticas de maior resistência com os arenitos mais friáveis da Formação Botucatu.

Essa faixa separa os terrenos elevados do reverso, a SW do *front*, das porções rebaixadas da Depressão Periférica, a NE, com exceção dos morros testemunhos, que também tem suas escarpas bem marcadas nos mapas de profundidade de drenagem e declividade (Figura 5 e 6).

A disposição da drenagem é mais uniforme que as variações morfológicas do relevo. O mapa de densidade de drenagem (Figura 6) mostra diversos pontos de alta densidade de drenagem distribuídos pela bacia: no curso do Passa Cinco, a montante de sua confluência com o rio Cabeça, próximo à sua confluência com o córrego Monjolo Grande e à montante de sua confluência com o Pirapitinga; nas sub-bacias do Monjolo Grande e do Pirapitinga; sobre as quatro grandes reentrâncias do front da *cuesta* que correspondem aos vales do ribeirão da Cachoeira, do rio da Cachoeira, do córrego do Cantagalo e do córrego da Lapa; e também nos cursos do rio da Cachoeira e ribeirão da Cachoeira no reverso da *cuesta*. As variações da

litologia parecem influenciar pouco essa disposição, uma vez que é possível identificar manchas avermelhadas de alta densidade de drenagem sobre todas as formações geológicas presentes na área de estudo.

Os lineamentos também estão presentes em todas as partes do terreno (Figura 8), com disposições que variam pouco segundo a geologia, mas bastante associada ao relevo (Figura 9). É possível notar as diferenças nas características dos lineamentos traçados a partir das drenagens, curtos e em grande quantidade, e aqueles mapeados por Facincani (2000), maiores e menos frequentes no mapa em função da escala de menor detalhe utilizada pela autora.

Próximos aos grandes lineamentos, frequentemente são encontrados lineamentos menores dispostos em uma orientação oblíqua, sugerindo a ocorrência de fraturas ou falhamentos sobre alguns desses lineamentos maiores indicados por Facincani (2000). Esse comportamento se deve ao fato dos falhamentos serem acompanhados por fraturas transversais nas estruturas adjacentes devido aos esforços acometidos sobre o material rochoso. Dessa forma, os locais com maior densidade de lineamentos seguem três faixas associadas aos lineamentos mapeados por Facincani 2000 (Figura 9), indicando os locais de maior impacto dos elementos estruturais sobre a morfologia.

Quanto às direções dessas feições, as rosetas (Figura 10, 11, 12 e 13) ajudam a notar orientações preferenciais para cada tipo de lineamento. As quatro rosetas se diferenciam pelo tipo de lineamento que essas analisam: dos canais de 1ª ordem, dos canais de 2ª ou maior ordem, de Facincani, e outra agregando todos os lineamentos. As três primeiras rosetas (figuras 10, 11 e 12) apontam para um domínio de lineamentos no sentido W-E, o que é mostrado mais claramente ainda na roseta do conjunto de lineamentos (Figura 13), que tem esse sentido como o mais expressivo. De resto, os sentidos dos lineamentos se dividem preferencialmente entre os sentidos NW-SE e SW-NE, mas também são identificados em todas as outras direções.

Mapa de Profundidade de Drenagem Alta Bacia do Passa Cinco - SP

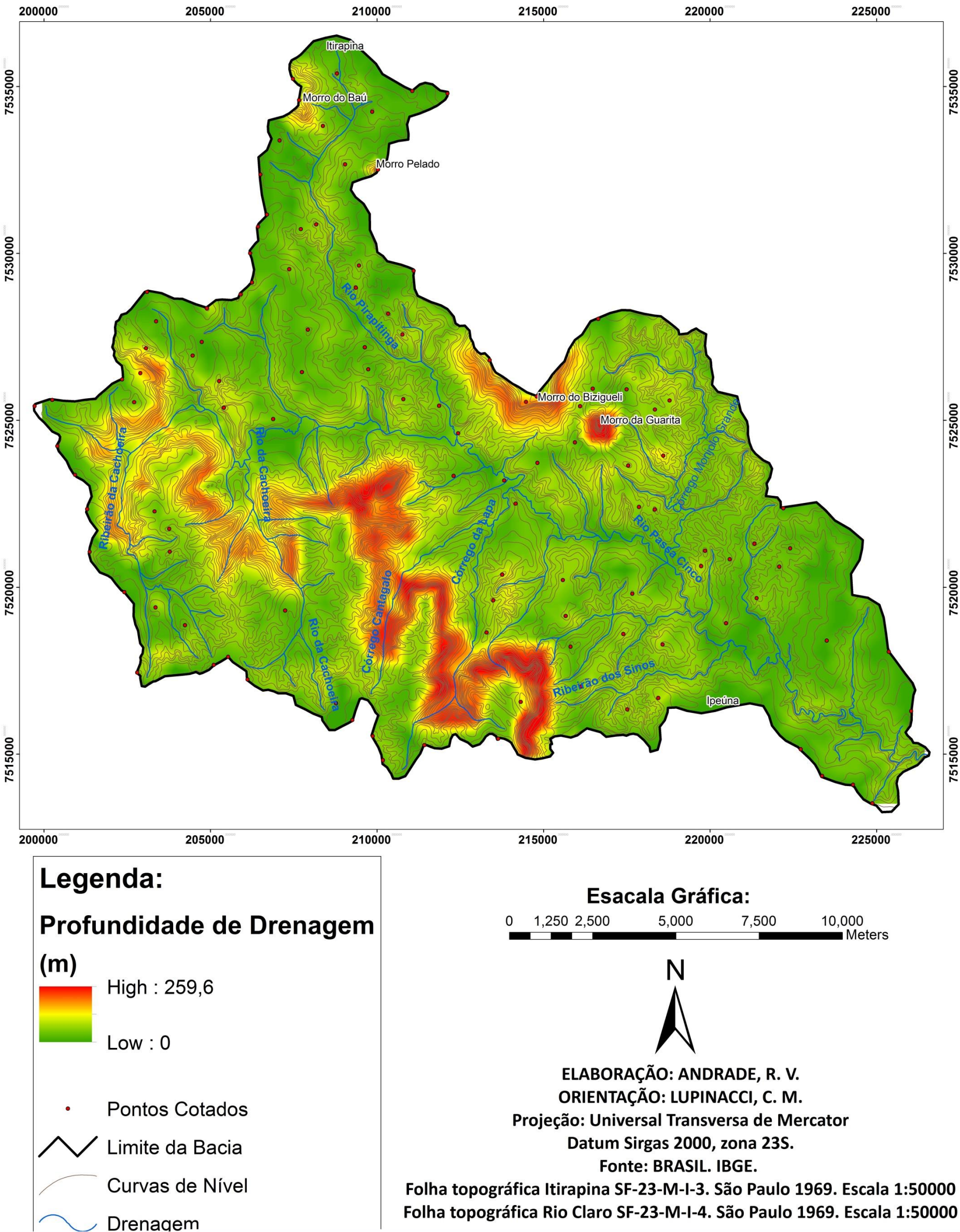


Figura 5: Mapa de profundidade de drenagem da área estudada.

Mapa de Declividade, Alta Bacia do Passa Cinco - SP

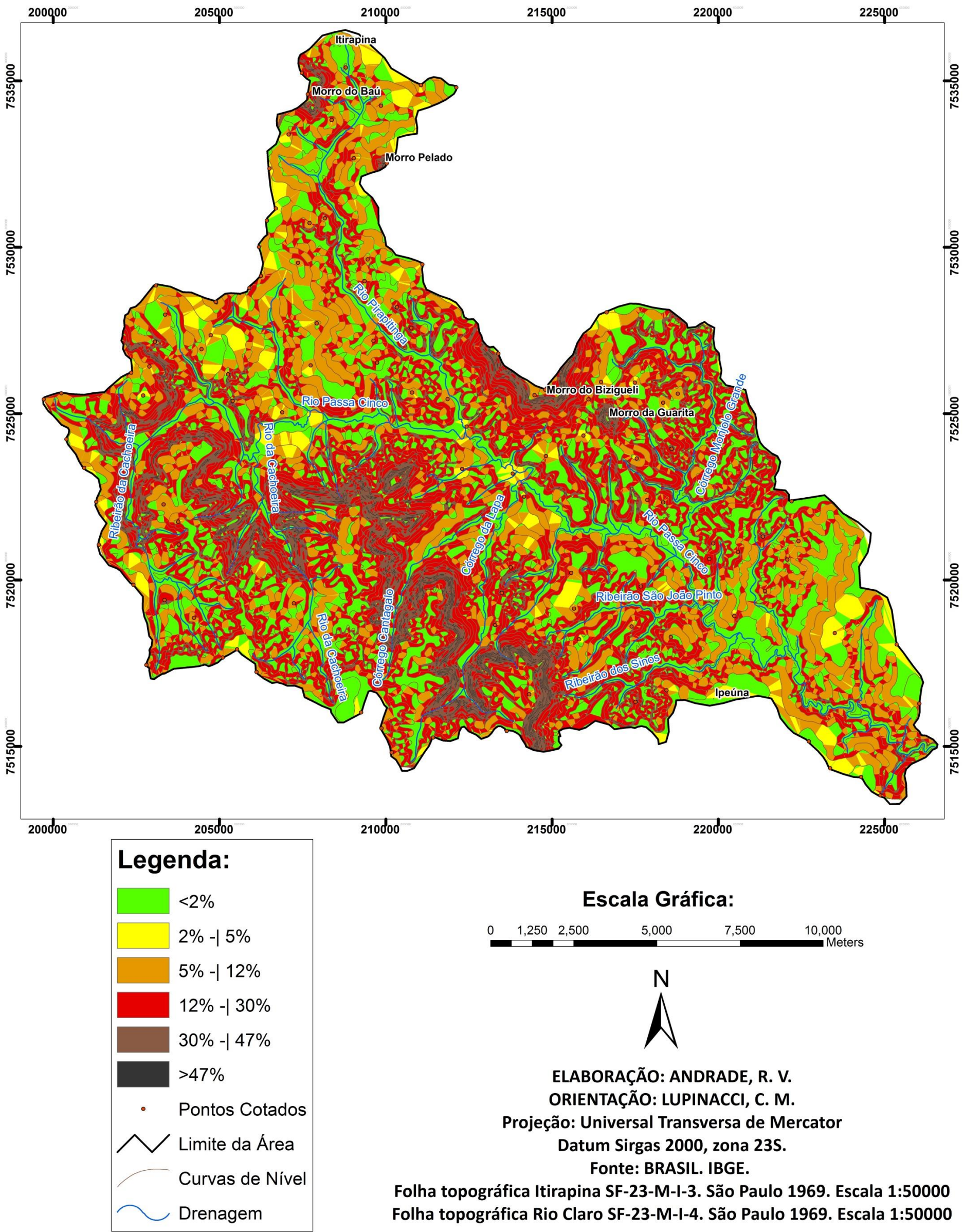


Figura 6: Mapa de declividade da área de estudo.

Mapa de Densidade de Drenagem Alta Bacia do Passa Cinco - SP

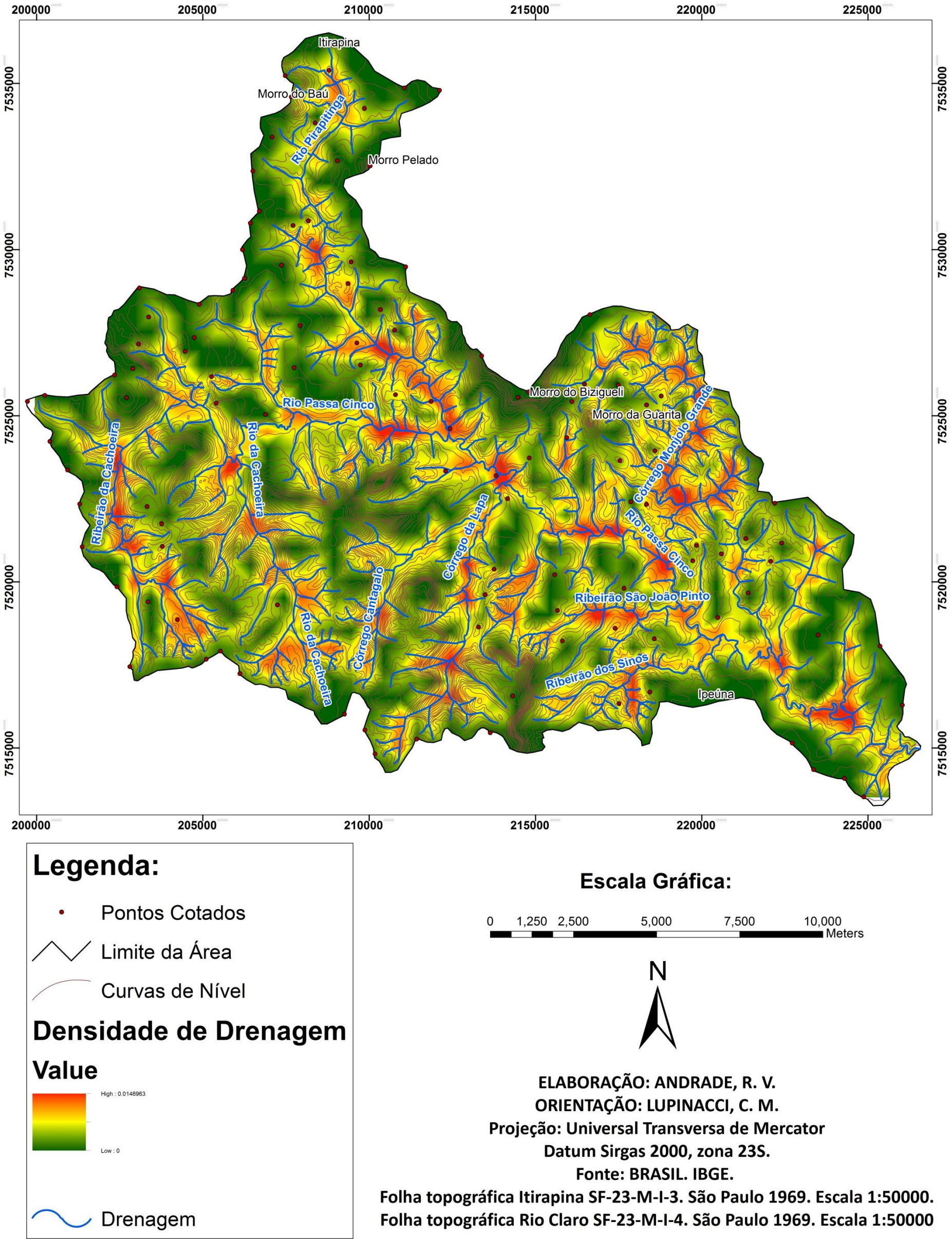


Figura 7: Mapa de densidade de drenagem da alta bacia do rio Passa Cinco.

Mapa de Lineamentos Alta Bacia do Passa Cinco - SP

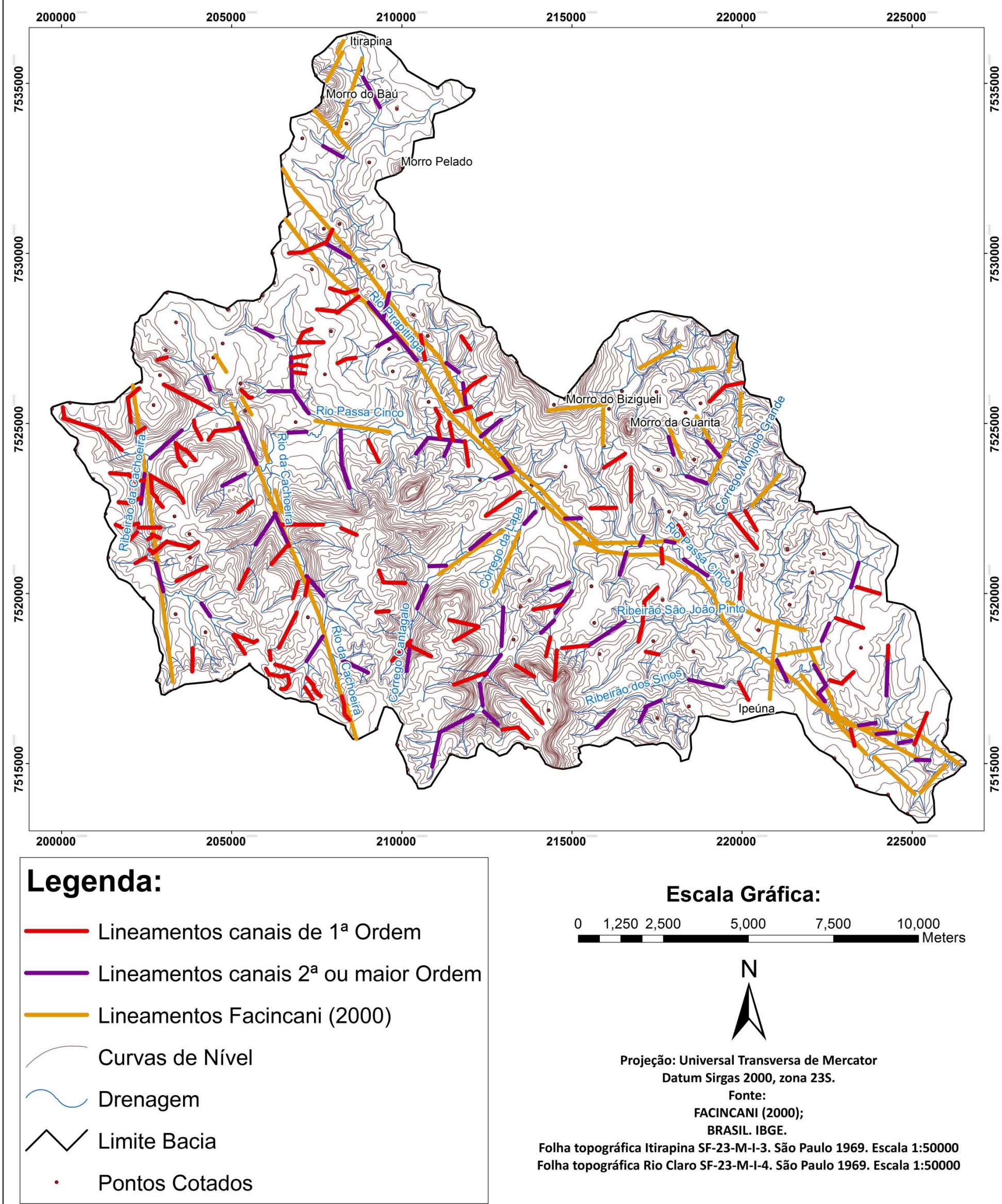


Figura 8: Mapa de lineamentos da área estudada.

Mapa de Densidade Lineamentos Alta Bacia do Passa Cinco - SP

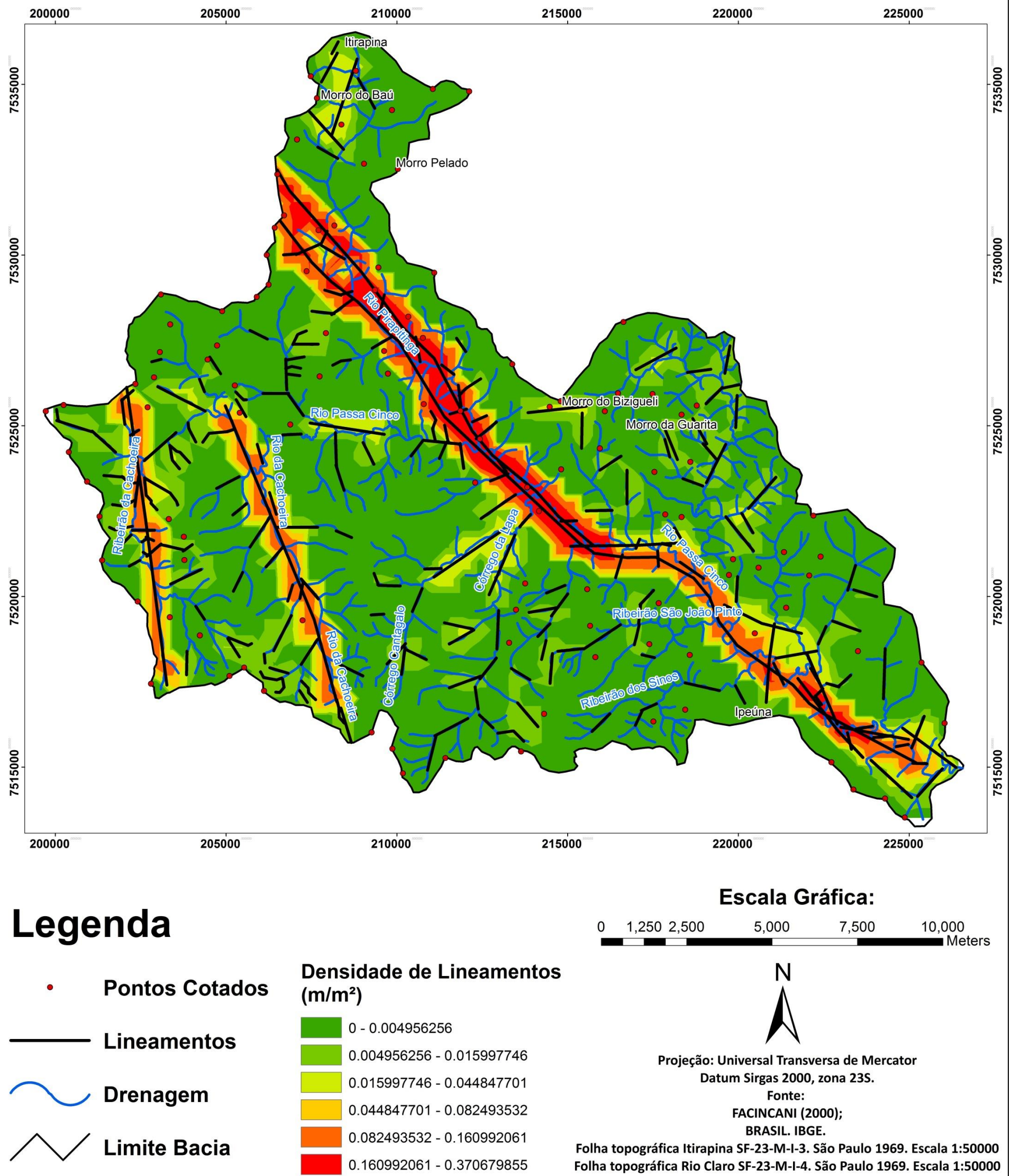


Figura 9: Mapa de Densidade de Lineamentos

Facincani (2000) faz o levantamento das direções dos lineamentos encontrados em um recorte espacial mais amplo, e identifica os sentidos SW-NE e NE-SE como os predominantes na área que compreende as regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba, e também marca faixas específicas onde há o predomínio de lineamentos no sentido W-E. Stefanuto e Lupinacci (2016), em mapeamentos dos lineamentos na região de Analândia, identificaram W-E e SW-NE como as direções preferenciais das feições lineares nessa região. Dessa forma, os dados gerados nessa pesquisa fazem-se coerentes com os encontrados na bibliografia.

Facincani (2000) e Stefanuto e Lupinacci (2016) também relacionam a ocorrência de lineamentos à litologia, destacando algumas formações rochosas com maior ocorrência dessas feições. Entretanto, diferentemente desses autores, no presente trabalho não foi possível relacionar a litologia à maior ou menor ocorrência de lineamentos (Figura 3, 8 e 9).

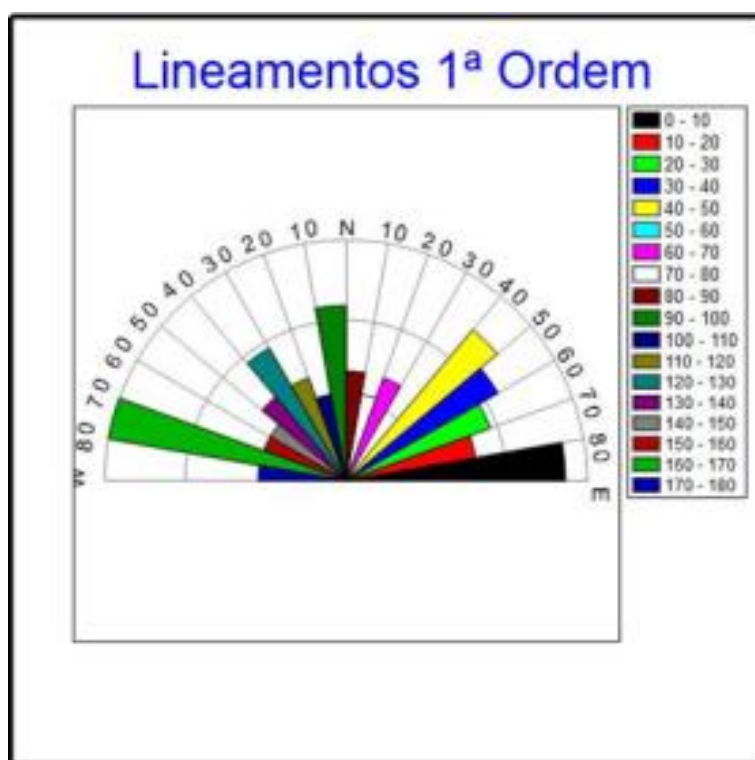


Figura 10: Roseta dos lineamentos sobre os canais de 1ª Ordem identificados na alta bacia do rio Passa Cinco (SP).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).



Figura 11: Roseta dos lineamentos sobre os canais de 2ª ou maior Ordem registrados na alta bacia do rio Passa Cinco (SP).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

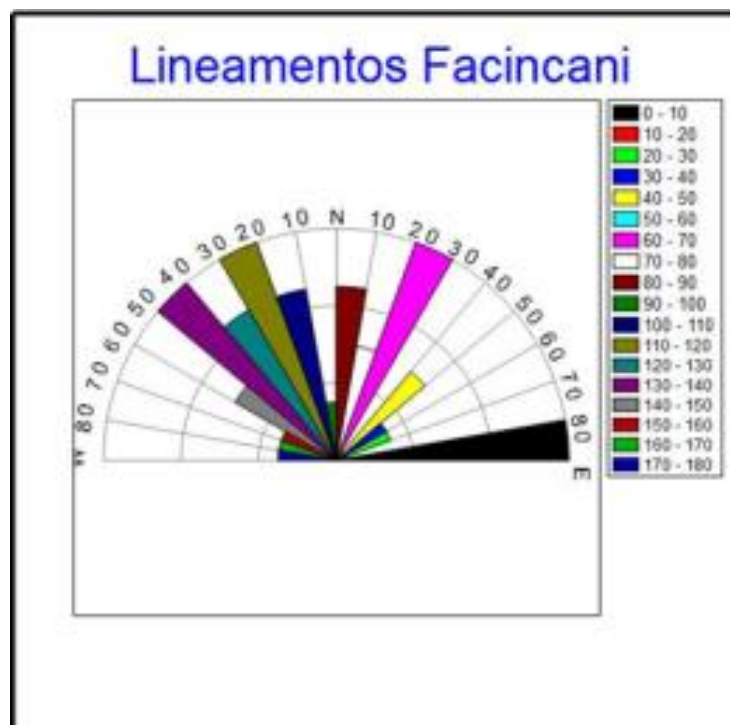


Figura 12: Roseta dos lineamentos identificados por Facincani (2000) na alta bacia do rio Passa Cinco (SP).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

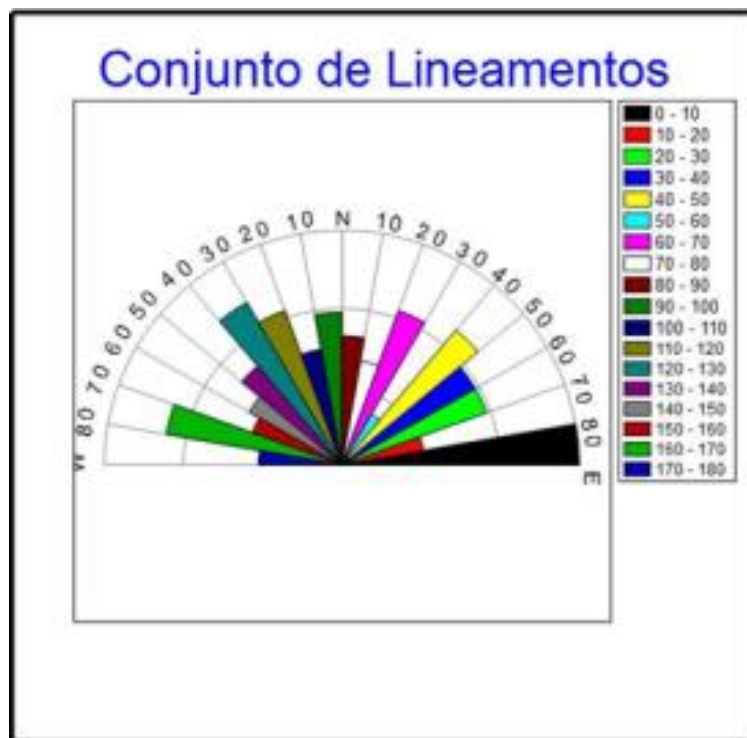


Figura 13: Roseta do conjunto de lineamentos identificados sobre a alta bacia do rio Passa Cinco (SP).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

Como feição de maior destaque nos mapeamentos de profundidade de drenagem e declividade (Figuras 5 e 6), têm-se o *front* cuestiforme o qual se caracteriza pela faixa contínua que cruza a bacia saindo do Sul e com seu limite a Oeste. No mapa de declividade essa corresponde à faixa de cores vermelhas, marrom e cinza escuro (Figura 14) que parte do Sul da bacia e segue, de maneira bastante irregular, rumo ao centro da área e posteriormente para Oeste.

As cores citadas (vermelho, marrom e cinza escuro) ajudam a identificar as diferentes feições do *front* cuestiforme: o tálus e a cornija. Segundo Penteado (1983), a cornija corresponde à parte superior do *front*, de maior declive, sustentado pelas camadas mais resistentes, no caso do estado de São Paulo a Formação Serra Geral, enquanto o tálus é a estrutura abaixo da cornija, de menor declive (Figura 15). Esse é geralmente composto pelo material erodido e solapado do *front* da *cuesta*.

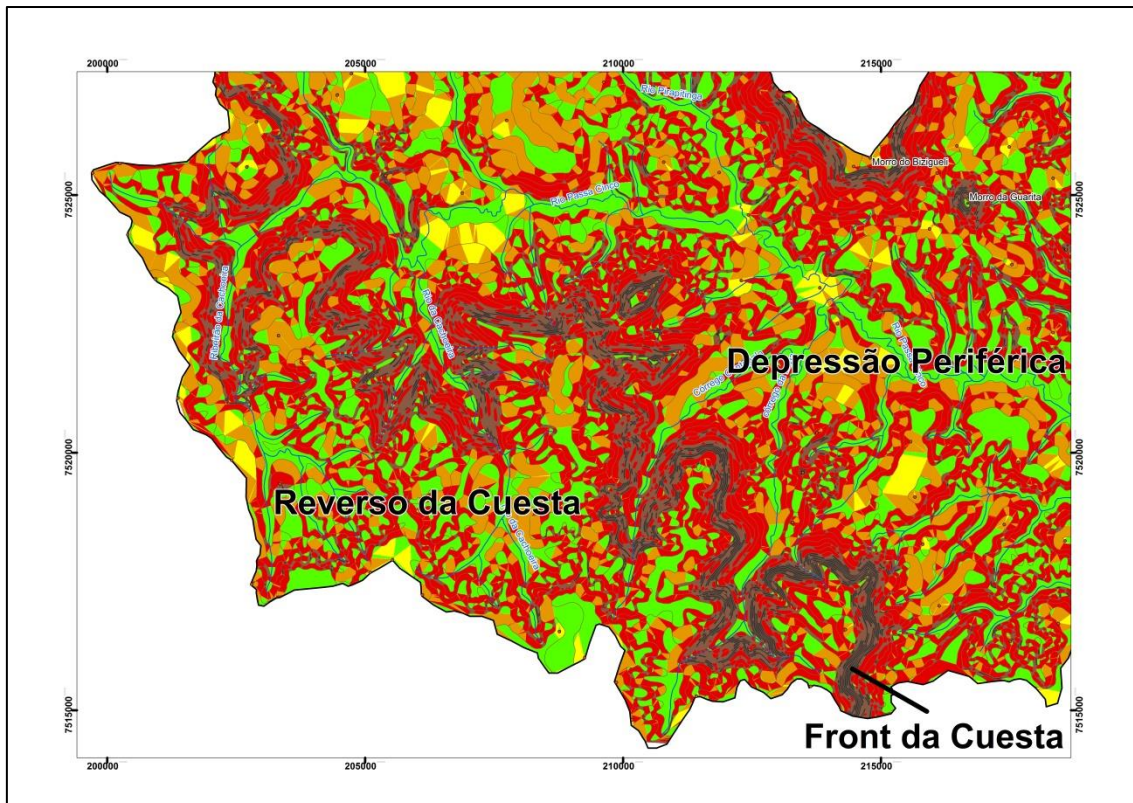


Figura 14: *Front da Cuesta* - recorte do mapa de declividade (figura 2).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

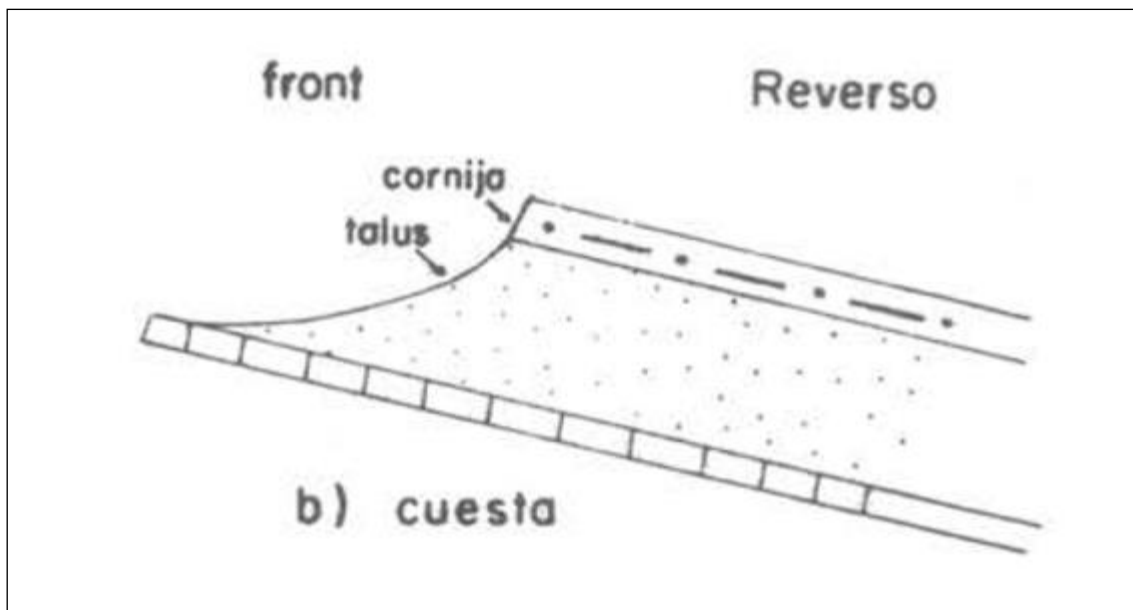


Figura 15: Características do relevo de *Cuesta*.

Fonte: PENTEADO, 1983: Figura 19b, p. 38.

O mapa de profundidade de drenagem também marca esse setor (Figura 5), correspondente à mancha vermelha e alongada que segue a mesma forma do mapa de declividade. Essa faixa em vermelho separa as duas

e como resultado dessa ação, têm-se a produção de diferentes níveis de profundidade de drenagem no *front*.

Esse fenômeno vai de encontro à bibliografia, uma vez que Santos e Ladeira (2006) em estudo sobre o tectonismo na Formação Itaqueri, já indicavam para a ocorrência de falhas normais nessa região no sentido NW: “A análise das falhas levantadas mostra o domínio de falhas normais, predominantemente NW e NE, embora também sejam frequentes falhas normais NNW, NNE, WNW e ENE” (SANTOS; LADEIRA, 2006, p. 142).

O mapa geológico (Figura 3) também apresenta variações que podem estar associadas com esse fenômeno. Como discutido anteriormente, o *front* cuestiforme na bacia do Passa Cinco coincide com as litologias das formações Botucatu e Serra Geral. O mapa geológico mostra a Formação Serra Geral como uma faixa contínua de espessura que pouco varia dentro da área. Já a Formação Botucatu, se apresenta como uma faixa estreita na porção SE do *front* e se torna mais larga na porção NW, sendo que essa transição coincide com o lineamento sobre o rio da Cachoeira.

A hipótese aqui levantada para explicar essa relação é a de que, com um degrau mais suave, produzido pela ação tectônica na porção NW, reduz-se a energia do relevo e consequentemente a força da ação erosiva. Assumindo-se que a Formação Botucatu é mais frágil e consequentemente, mais suscetível a erosão, a menor energia dos agentes erosivos nessa área gera um recuo mais lento dessa litologia, mantendo essa faixa mais extensa.

O problema com essa hipótese, entretanto, é o fato de os arenitos da Formação Botucatu estarem submetidos aos processos de silicificação devido ao contato com os derrames basálticos, o que os torna mais resistentes. Dessa forma, não é possível comprovar a relação existente entre as diferenças de profundidade de drenagem e a disposição da Formação Botucatu sem um estudo preciso que avalie a resistência dessa litologia na bacia do Passa Cinco, e possa garantir a fragilidade dessa estrutura na área.

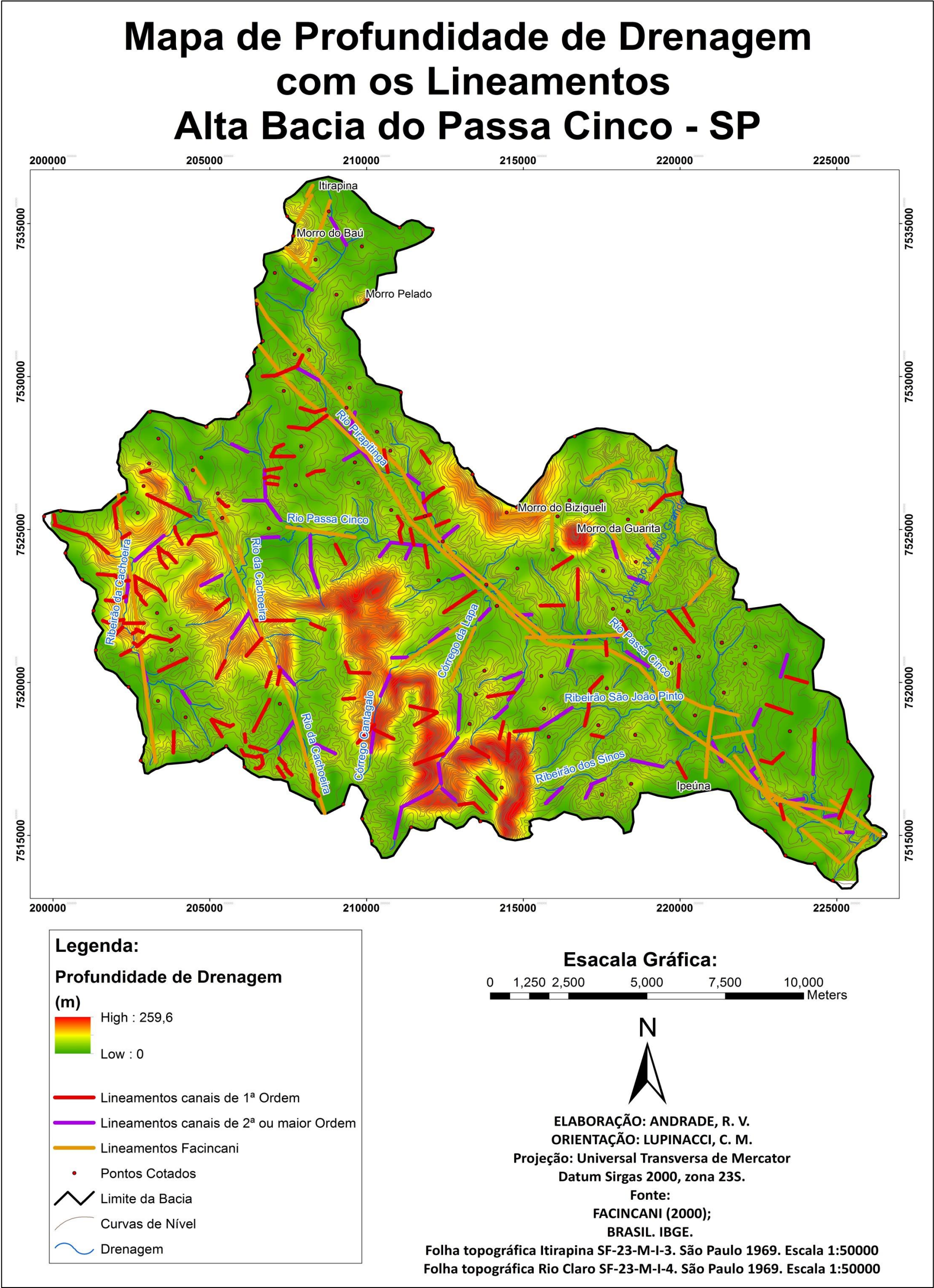


Figura 17: Mapa de Profundidade de Drenagem com os lineamentos da alta bacia do rio Passa Cinco (SP).

Org: ANDRADE, R. V. (2017)

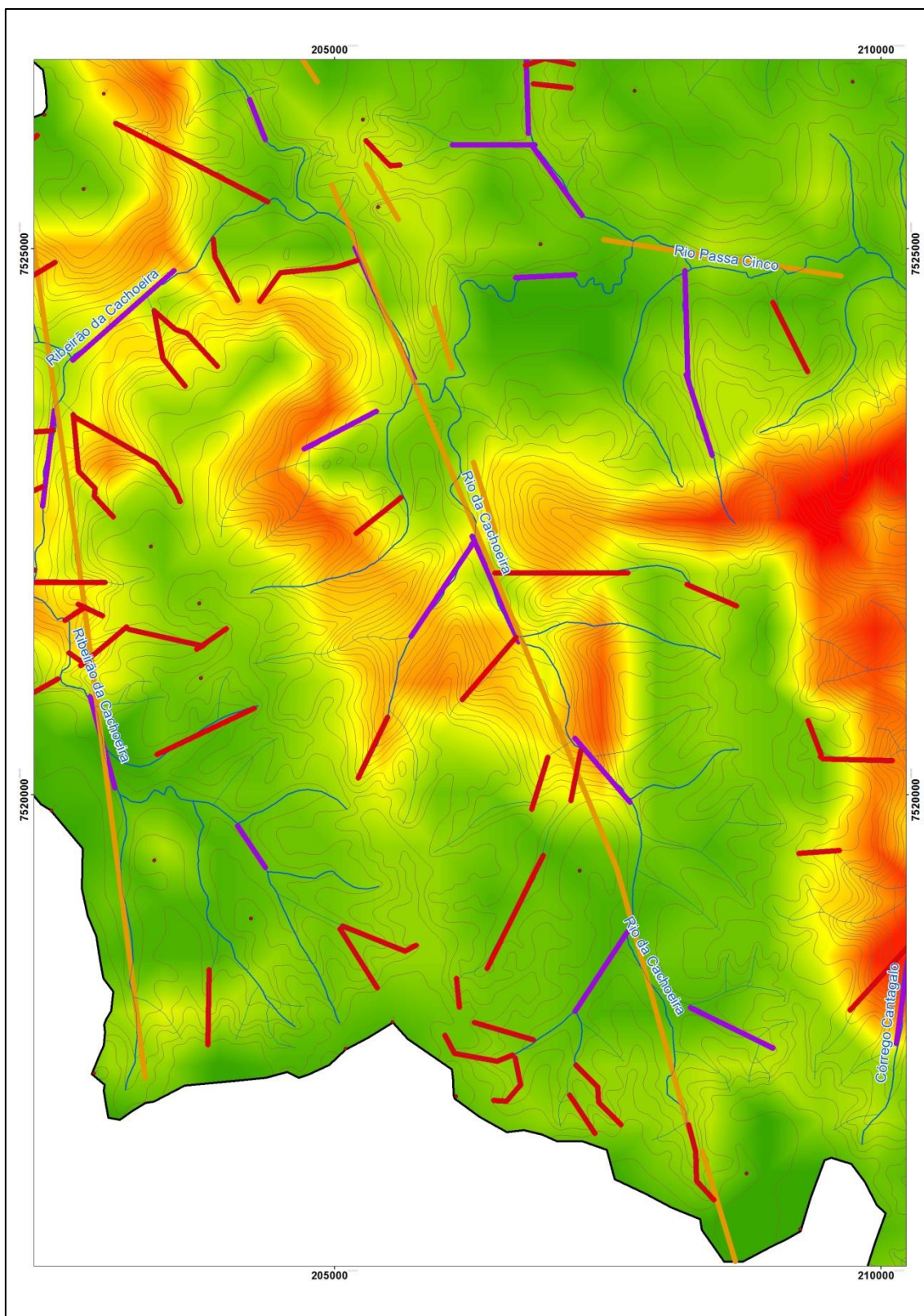


Figura 18: Reentrância do rio da Cachoeira – recorte do mapa de profundidade de drenagem com lineamentos (figura 19).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

Chama a atenção os altos valores de densidade de drenagem sobre essas reentrâncias, indicando uma intensa atividade erosiva nesses locais (Figura 20). Além disso, o mapa de profundidade de drenagem também mostra altos valores sobre esses locais, indicando alta energia dos agentes erosivos. A sobreposição desses fatores gera um recuo mais acentuado do *front* nesses pontos e leva ao desenvolvimento de vales muito encaixados sobre esses locais. Convém destacar que os canais nessas áreas são frequentemente associados a lineamentos (Figura 8), mostrando como esse ambiente e as formas de relevo descritas sobre as reentrâncias são condicionadas aos elementos estruturais.

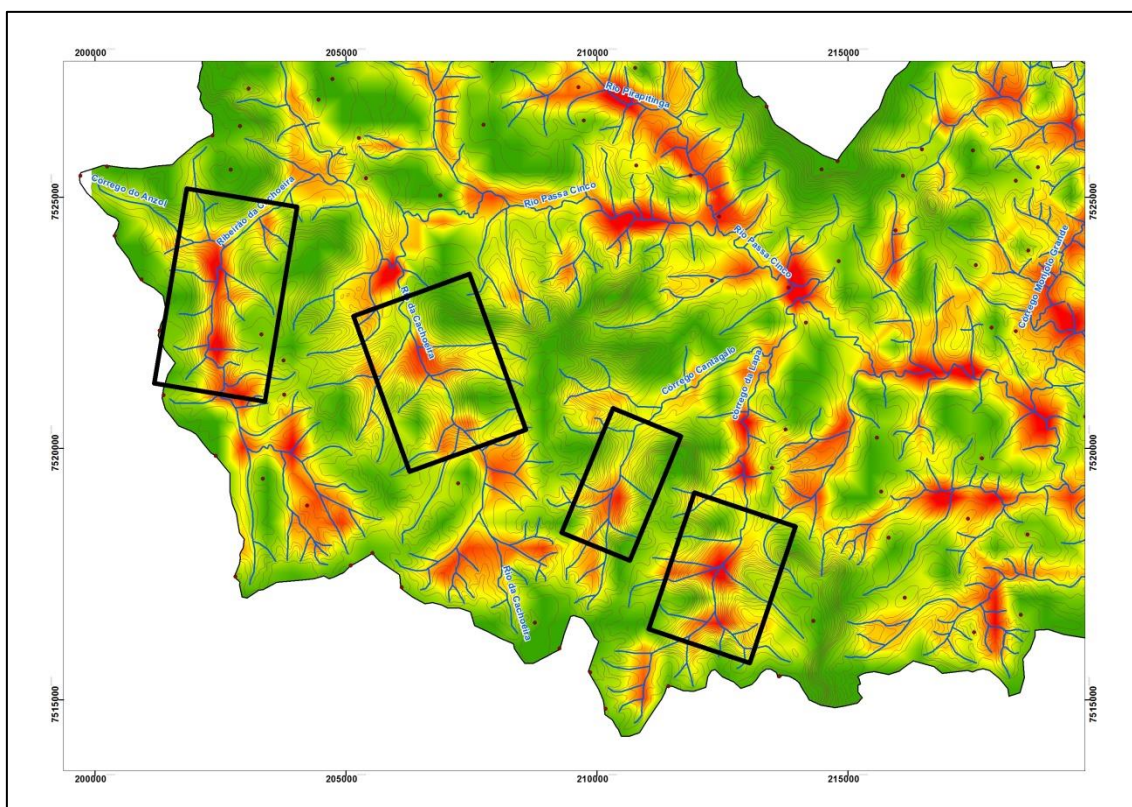


Figura 20: Valores de densidade de drenagem sobre as reentrâncias do front da *cuesta*, alta bacia do Passa Cinco – recorte do mapa de densidade de drenagem (Figura 7).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

Nas reentrâncias do córrego Cantagalo e do córrego da Lapa, são identificados lineamentos sobre a drenagem (Figura 8) o que cria vales profundos e estreitos, entre as partes do *front* por onde passa o córrego Cantagalo (Figura 21). Entretanto, sobre as reentrâncias do ribeirão da Cachoeira e do rio da Cachoeira, que são mais avantajadas, identificam-se

manchas de alta densidade de lineamentos (Figura 9) revelando a influência dos elementos estruturais sobre o recuo da *cuesta* nessa área.

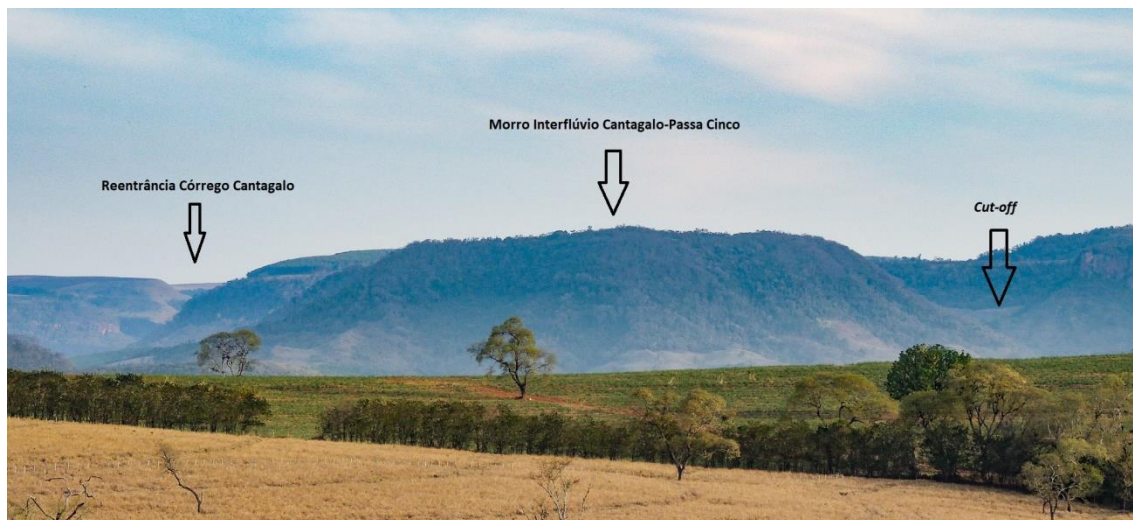


Figura 21: Morro presente no interflúvio Cantagalo-Passa Cinco.

Fonte: SOUZA, T. A. (2017).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

A montante das reentrâncias, sobre o reverso cuestiforme, ainda podem ser identificados locais com altos valores de densidade de drenagem, principalmente sobre o ribeirão da Cachoeira e o rio da Cachoeira, sobrepostos a grandes lineamentos descritos por Facincani (Figuras 7, 8 e 20). Entretanto, os mapas de declividade e de profundidade de drenagem indicam um relevo suavizado, de pouca movimentação. Tal associação gera um cenário em que, por um lado se tem um grande potencial erosivo fruto da densidade de drenagem, mas com pouca energia, devido aos baixos níveis de declividade.

Essas drenagens sobrepõem-se sobre as litologias da Formação Itaqueri (Figura 3). Em estudo sobre a Formação Itaqueri, Santos e Ladeira (2006) descrevem a influência do neotectonismo sobre a disposição do relevo nessa litologia. Segundo os autores, a Formação Itaqueri corresponde a depósitos de leques aluviais, sobrepostos ora aos derrames basálticos da Formação Serra Geral, ora aos arenitos da Formação Botucatu. Segundo os autores, o relevo na região estaria subordinado ao tectonismo intraplaca do Neogeno-Quaternário que resultaram em lineamentos com orientação preferencial N-S, NW-SE, NW-SE e E-W (SANTOS e LADEIRA, 2006). Tais informações vão de encontro com os dados observados na bacia em questão indicados pelas

rosetas, pois, mesmo que essas mostrem menos expressão nos sentido NE-SW e N-S, a roseta dos lineamentos de Facincani (Figura 12) indica grande presença de lineamentos NW-SE e E-W e a roseta de todos os lineamentos (Figura 13) dão maior destaque ao sentido E-W. Apesar de nesse trabalho as rosetas abordarem toda a área da bacia e não apenas as áreas da Formação Itaqueri individualmente, a proximidade entre os locais possibilita fazer essa comparação dos dados.

O forte controle estrutural sobre essa área colabora com uma característica interessante na bacia do Passa Cinco discutida por Facincani (2000), que está ligada à proximidade das nascentes com o limite da bacia. Esses fatores tornam o reverso da *cuesta* da bacia uma zona propícia a possíveis capturas de drenagem.

Quanto aos morros testemunhos, assim como as reentrâncias, estes também são resultado da ação erosiva da drenagem, influenciada pelos fatores estruturais. Porém, enquanto as reentrâncias são os pontos de erosão no front, os morros testemunhos são o oposto, representando os locais que ainda não foram erodidos adiante do front. Essas são formas de relevo residuais, que no passado integravam a *cuesta*, porém se separaram devido ao recuo dessa. A erosão fluvial, mais intensa em determinados lugares, gera recortes que conservam essas formas residuais, e por isso, sua sustentação serve como testemunho do recuo da *cuesta*. Nas palavras de Penteado (1983):

“Um morro testemunho é uma colina de topo plano situado adiante de uma escarpa de *cuesta*, mantido pela camada resistente. Representa um fragmento do reverso e é testemunho da antiga posição da *cuesta* antes do recuo do *front*.”. (PENTEADO, 1983, p. 39)

Os morros testemunhos apresentam, portanto, além dos aspectos geológicos, as mesmas características morfológicas do *front* da *cuesta*: o tálus e a cornija, constatados pela observação do mapa de declividade e reconhecidos em campo.

Os morros testemunhos são identificados nos mapas pelos mesmos elementos que caracterizam o *front* da *cuesta*: altos valores de profundidade de drenagem e declividade, apesar de encontrarem-se fora da faixa que marca o

front. Suas características litológicas são semelhantes àsquelas identificadas sobre o *front* cuestiforme (Figura 3). No caso, com exceção do morro interflúvio Cantagalo-Passa Cinco, a Formação Serra Geral é identificada sob os outros quatro morros testemunhos.

Na área de estudo foram reconhecidos cinco morros testemunhos (Figura 22), a saber: o morro da Guarita, o do Biziguelli, o morro Pelado, o morro do Baú, e por fim, um morro ainda não nomeado (segundo os moradores locais entrevistados em trabalho de campo realizado no local dia 24/01/2018, o morro não possui um nome). Esse último foi distinguido a partir da análise dos mapas de declividade e de profundidade de drenagem e aqui será nomeado por “morro interflúvio Cantagalo-Passa Cinco”, devido a sua posição com relação a estas drenagens.

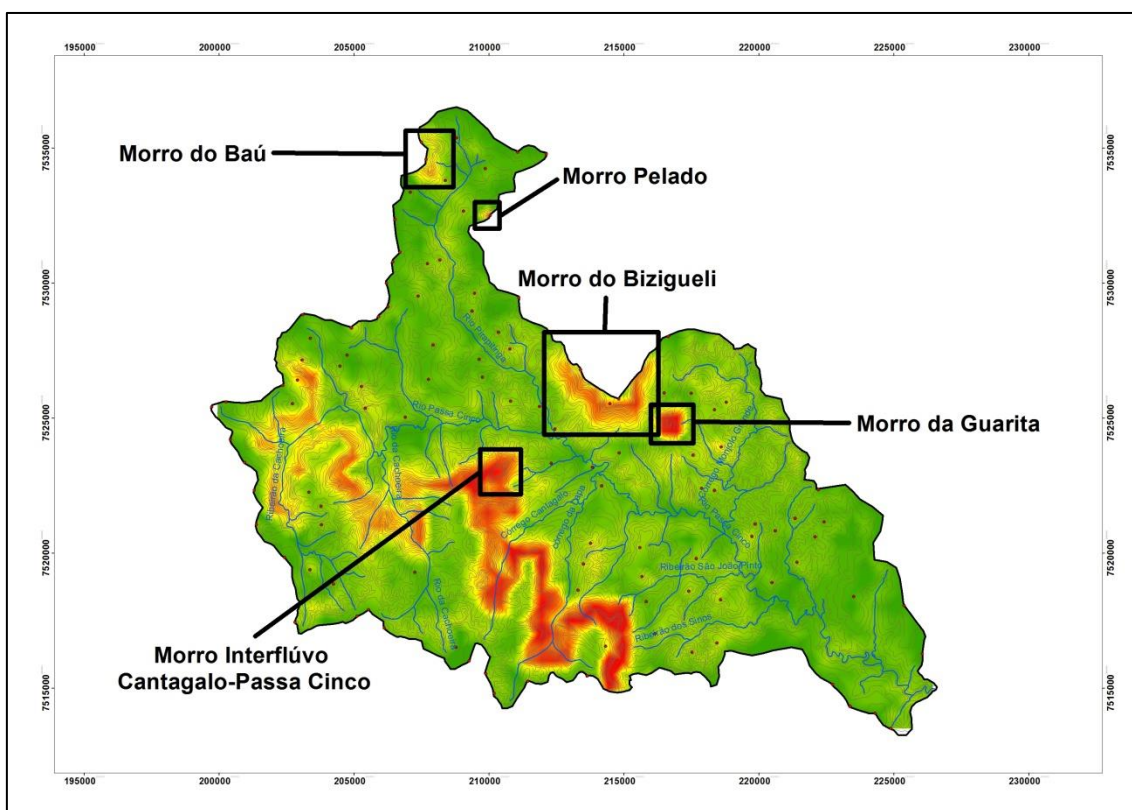


Figura 22: Morros testemunhos – recorte do mapa de Profundidade de drenagem (figura 5).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

Quanto à relação entre o morro do Biziguelli e da Guarita, a proximidade entre esses sugere que já estiveram juntos, porém agora estão em processo de separação devido aos agentes erosivos, com dois canais fluviais se desenvolvendo entre esses (Figura 24). Ademais, é interessante notar dois

lineamentos identificados por Facincani (2000) que conferem características interessantes a essa área (Figura 8). Um primeiro lineamento encontra-se sobre o local onde se dá a separação entre os dois morros testemunhos, caracterizando a influência dessas feições sobre os processos erosivos. O outro lineamento é identificado sobre o morro do Biziguelli, e pode estar relacionado a outro fenômeno identificado por Facincani (2000) sobre esse morro, conhecido como *shutter ridge*.

Esse fenômeno se caracteriza pela inclinação de uma forma de relevo, geralmente associado a processos estruturais, que nesse caso, corresponde aos lineamentos. Segundo a autora “Feições como *shutter ridge* são observadas nas adjacências do morro da Guarita, serra de Itaqueri, e Biziguelli devido ao deslocamento imposto por feixe de falha direcional dextral de direção E – W” (FACINCANI 2000, p. 181). No morro do Biziguelli, tal fenômeno pode ser ilustrado pela imagem da Figura 23, que mostra a inclinação no topo do morro do Biziguelli, com uma porção mais elevada se comparada à outra.

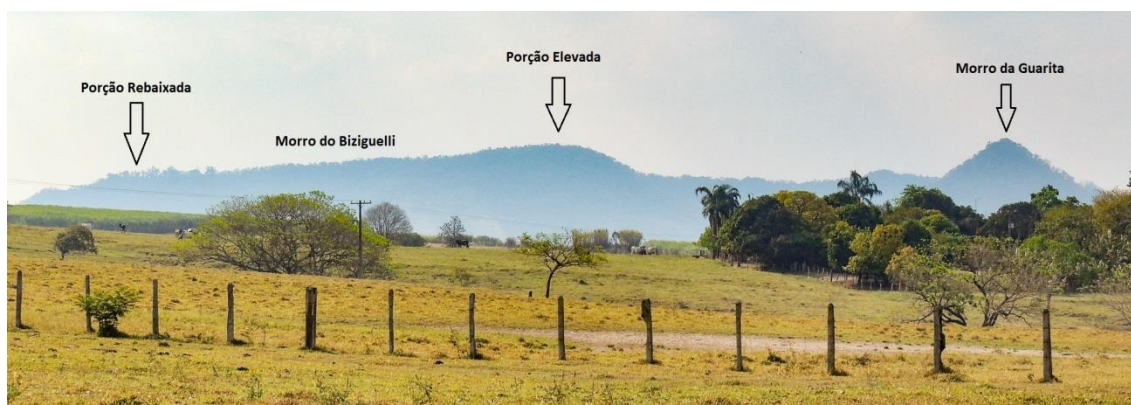


Figura 23: Morro do Biziguelli e da Guarita.

Fonte: SOUZA, T. A. (2017).

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

A partir da análise dos morros da Guarita e do Biziguelli, observa-se também a densa rede de drenagem ao redor desses. Em especial, a SW do morro do Biziguelli, notam-se altos valores de densidade drenagem, sentido onde o morro tem maior proximidade com o *front* cuestiforme (Figura 7). Dessa forma, a intensa densidade de drenagem neste ponto sugere um alto grau de atuação dos processos erosivos, relacionados à separação desse morro do *front* da *cuesta*. Não por acaso, coincidem com esse sistema de drenagem a

faixa com os mais altos valores de densidade de lineamentos (Figura 9). Essa associação demonstra que a instalação da densa rede de drenagem sob esse local se deve a forte influência estrutural.

Essas evidências revelam que os agentes endógenos criaram linhas de maior fragilidade erosiva, identificadas pelos lineamentos, sobre as quais se instalaram os sistemas de drenagem (que correspondem atualmente ao rio Passa Cinco). A erosão realizada pela drenagem principal criou um vale que se desenvolveu até o nível da Formação Piramboia (Figura 3) separando a *cuesta*, e mantendo porções do terreno elevadas a NE do *front* (atualmente correspondente aos morros da Guarita e Biziguelli). As características geológicas da região fizeram com que o alargamento do vale ocorresse de forma que conservasse as vertentes íngremes e escarpadas, devido a erosão por solapamento.

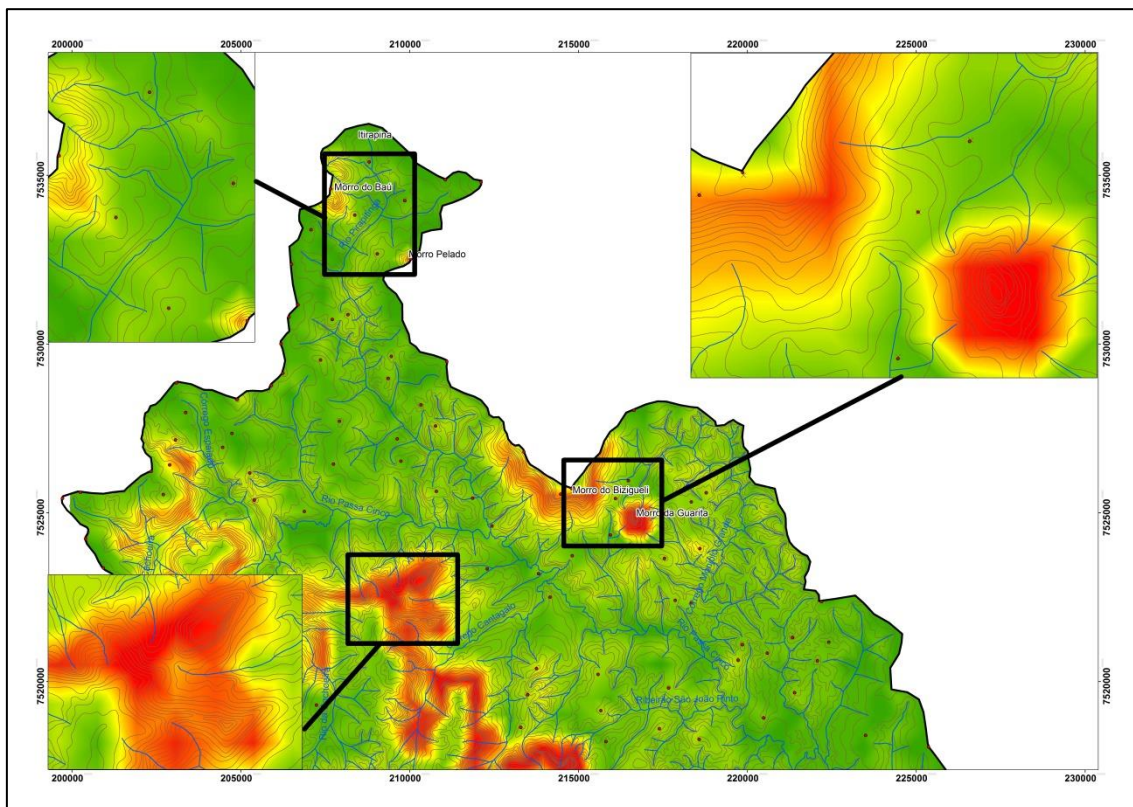


Figura 24: Separação entre os morros testemunhos. Recorte do mapa de profundidade de drenagem (figura 5) com a inclusão da drenagem completa.

Org: ANDRADE, R. V. (2017).

Quanto aos morros Pelado e do Baú, esses se encontram separados pelo rio Pirapitinga, que apresenta, nesse ponto, valores de densidade de drenagem não muito altos, porém significativos (Figura 7). Isso contribui como outro exemplo da atividade da drenagem como fator de grande influência no recorte das formas de relevo.

Por fim, quanto ao morro testemunho do interflúvio Cantagalo-Passa Cinco, tem-se um caso onde sua proximidade com o *front* cuestiforme sugere uma separação recente e ainda em processo. Pela imagem exposta na Figura 21 é possível identificar o *cut-off*, que corresponde a feição que marca a separação entre o *front* e o morro (CASSETI, 2005). Nas proximidades desse rompimento têm-se diversas nascentes (Figura 24) as quais podem evoluir para cursos de água contínuos, acelerando a atividade erosiva e, conseqüentemente, gerando maior velocidade na separação entre morro e *front*.

Quanto às porções mais rebaixadas do relevo, correspondentes a Depressão Periférica, identifica-se um relevo aplainado e de baixa movimentação (Figura 25). Segundo o mapa geológico (Figura 3), essa área constitui-se principalmente dos arenitos da Formação Pirambóia, sobre o médio curso do Passa Cinco, e sobre as sub-bacias do Pirapitinga e do Monjolo Grande. Já no baixo curso do Passa Cinco identificam-se os argilitos, siltitos, folhelhos e calcários das formações Corumbataí, Iratí e Tatuí. É interessante notar que mesmo na área de ocorrência de várias formações litológicas, os mapas de declividade e profundidade de drenagem (Figuras 5 e 6) indicam um relevo suavizado e aplainado. Tal fato pode indicar que nessa região, o relevo da Depressão Periférica estabelece relação mais forte com a drenagem, em detrimento de sua litologia.



Figura 25: Em primeiro plano, a Depressão Periférica na Alta Bacia do Passa Cinco. Em segundo plano, os morros testemunhos.

Fonte: LITHOLDO, K. (2018)

Org: ANDRADE, R. V. (2018).

Sobre a área correspondente à Depressão Periférica, podem-se observar locais com altos valores de densidade de drenagem, com maior destaque aos pontos que se encontram no baixo curso do rio Passa Cinco, a montante de sua confluência com o rio Cabeça, próximo à sua confluência com o córrego Monjolo Grande e à montante de sua confluência com o Pirapitinga. Esses níveis são observados também nas sub-bacias do Monjolo Grande e do Pirapitinga (Figura 7).

É interessante observar o grau de influência dos lineamentos sobre essa porção do terreno que apresenta altos valores de densidade de drenagem. Nesse ponto podemos destacar o trabalho de Facincani (2000) que identifica uma grande quantidade de lineamentos sob essa região, principalmente na área entre o morro do Biziguelli e o *front* cuestiorme (Figura 8).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A partir dos levantamentos e discussões desenvolvidos nessa pesquisa, obteve-se uma série de informações a respeito da área de estudo, assim como uma avaliação das técnicas utilizadas para o desenvolvimento dessa investigação.

A análise dos mapeamentos possibilitou identificar como se deu a evolução erosiva do relevo na bacia em questão, pelo recuo das frentes de *cuesta* de modo irregular, atingindo alguns locais com mais intensidade e conservando formas residuais. Nesse processo nota-se a influência dos fatores estruturais sobre o relevo, condicionando os pontos de dinâmica erosiva mais acentuada.

Para atingir esse resultado, as técnicas morfométricas mostraram-se muito úteis, uma vez que possibilitaram quantificar as características geométricas do relevo e, com isso, apontar indícios dos processos atuantes sobre a região. Aliados aos conhecimentos bibliográficos sobre a área de estudo e o comportamento dos agentes que atuam sobre essa, as informações geradas possibilitaram afirmar ideias já existentes e contribuir ainda mais para a evolução dessas.

Com relação a esses processos, identificou-se sobre a bacia como a drenagem atua sobre o relevo da região, variando espacialmente quanto a quantidade de canais e sua pontencialidade erosiva. Foi possível também constatar a importância da ação tectônicas sobre a área, indo de encontro às ideias propostas por Penteado (1968) e Facincani (2000). Essa dinâmica é exemplificada na alta bacia do rio Passa Cinco pela sobreposição da drenagem aos elementos estruturais do substrato, correspondentes aos lineamentos, que geram os recortes do *front* *cuestiforme* e os *cutt off* dos morros testemunhos.

O papel dos lineamentos pôde ser identificado também na análise da diferença entre os degraus presentes no *front* da *cuesta*. A presença de um grande lineamento sobre o local onde se encontra a transição entre esses degraus sugere a presença de um regime de falhas sobre a região. Entretanto, quando se relaciona esse dado com a disposição geológica, as possíveis implicações desse falhamento sobre a conservação da litologia Botucatu são

desconhecidas: apenas os mapas gerados por essa pesquisa são insuficientes para afirmar essa condição, e são necessários outros trabalhos a fim de comprovar essa hipótese.

Dessa forma, considera-se que a pesquisa desenvolvida cumpriu com seus objetivos de trazer um maior entendimento sobre a dinâmica do relevo na alta bacia do rio Passa Cinco e a maneira como se dá a atuação dos agentes exógenos, representados principalmente pela erosão fluvial, e endógenos, no caso das feições lineares, o que foi possível devido às técnicas de mapeamento utilizadas para análise da área.

6. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 23, p. 538, jun/1956.
- ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974. (Série Teses e Monografias, no 14).
- AGUILAR, R. L., CUNHA, C. M. L. Análise Morfoestrutural do setor da Serra do Atalaia (Morro Grande) – Analândia (SP). **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 08 N. 05 (2015) p. 1410.
- CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.I.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 25/09/2017
- CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001, 128f. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2001.
- DE BIASI, M. A Carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 45-60, 1992.
- DE BIASI, M. Cartas de declividade: Confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 21, p 8-12, 1970.
- FACINCANI, E.M. **Influência da estrutura e tectônica no desenvolvimento das boçorocas da região de São Pedro/SP**: proposta de reabilitação e aspectos jurídico-institucionais correlatos. 1995. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.
- FACINCANI, E. M. **Morfotectônica da Depressão Periférica Paulista e Cuesta Basáltica**: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba – SP. 2000. 222 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- HUBP, J. I. L. **Elementos de Geomorfologia Aplicada** (Metodos Cartograficos). Mexico, D. F.: Instituto de Geografia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 1988. 128 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 1981a. 1v.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Mapa geológico do estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 1981b. 1v.

JAKOB, A. A. E.; YOUNG, A. F. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. In: Encontro Nacional de estudos Populacionais, 15, ABEP, 2006, Caxambu. **Anais do...** Belo Horizonte: ABEP, 2006. Disponível em:
<http://www.nepo.unicamp.br/vulnerabilidade/admin/uploads/producoes/MétodosInterpolação.PDF> >. Acesso em: 5 out 2017.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia.** 3. Ed. – Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia Do Setor Centro-Ocidental Da Depressão Periférica Paulista.** Tese (Doutorado). São Paulo, USP. 1976

PENTEADO, M. M. Implicações tectônicas na gênese das cuevas da bacia de Rio Claro. **Notícia Geomorfológica.** Campinas, v.8, n.15, p. 19-41, junho/1968.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo.** São Paulo: IPT, FAPESP, 1997. 2 v.

SANTOS, M.; LADEIRA F. S. B. **Tectonismo Em Perfís De Alteração Da Serra De Itaqueri (Sp):** Análise Através De Indicadores Cinemáticos De Falhas São Paulo, UNESP, Geociências, v. 25, n. 1, p. 135-149, 2006

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. 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.