



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Graduação

Curso de Graduação em Geografia

DIAGNÓSTICO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO CÓRREGO MÃE PRETA, EM
RIO CLARO (SP)

Elias Henrique Cavalleiro

Prof(a).Dr(a). Cenira Maria Lupinacci Cunha

Rio Claro (SP)

2016

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

ELIAS HENRIQUE CAVALHEIRO

DIAGNÓSTICO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO
CÓRREGO MÃE PRETA, EM RIO CLARO (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

2016

551.42 Cavalheiro, Elias Henrique
C376d Diagnóstico geomorfológico da Bacia do Córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP) / Elias Henrique Cavalheiro. - Rio Claro, 2016
49 f. : il., figs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (Geografia) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas

Orientadora: Cenira Maria Lupinacci Cunha

1. Geomorfologia. 2. Análise evolutiva. 3. Documentos cartográficos. 4. Voçoroca. I. Título.

ELIAS HENRIQUE CAVALHEIRO

DIAGNÓSTICO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO
CÓRREGO MÃE PRETA, EM RIO CLARO (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

_____ (orientador)

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os geógrafos que encontra na geomorfologia uma área a ser explorada. Ou que precisam estudar para não reprovar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, que me apoiou desde o primeiro dia na universidade.

Agradeço também aos docentes Cenira Maria Lupinacci Cunha, que orientou este trabalho, Andréia Medinilha Pancher e Fabiano Tomazini da Conceição, que avaliaram esta pesquisa, e Solange Terezinha de Lima Guimarães, por quem tenho grande respeito e admiração.

Quero agradecer também aos amigos que fiz durante meu tempo de graduação, principalmente aos doutorandos Ana Cecília Pereira Mendes e Leonardo Thomazini por terem me auxiliado na elaboração dos mapas e aos membros da Geoplan Júnior – Soluções Locacionais. Sem vocês minha visão sobre o profissional geógrafo seria muito mais limitada.

Aos meus amigos do site Iron Maiden Brasil, Tiago Marques, Simone Garrafiel, Michelle Sanches, Sabrina Rinaldini, Gustavo Queiroz, Danilo Pacheco, Rubens Sampaio e Alexandre Timóteo. Sempre levando as notícias da maior banda de *Heavy Metal* de todos os tempos para os fãs.

Para os meus amigos e companheiros da *Torden*, nossa banda de *Heavy Metal* Melódico, Bruno Bellan, Rafael Fernando Goes, Victor Tonello Borges e sua noiva Pier, e Ian Kokubun e sua esposa Sandra. Espero que um dia tenhamos a chance de sermos reconhecidos.

Por fim agradecer as grandes pessoas que me fizeram companhia online nas longas chamadas pelo *Skype* e *Team Speak*. Dentre eles André Ollivier Leão, David Costa, Ricardo Cerqueira, Felipe Velloso e Gustavo Gomes nas nossas jogatinas de *DOTA*, e aos amigos da *Let's Fly*, dentre eles Fabio Macedo, Kelly Guerra e Fabricio Vasconcellos.

RESUMO

A análise geomorfológica é fundamental para a compreensão dos fenômenos que ocorrem no relevo. Este relevo, resultado dos processos naturais, atualmente sofre a influência da ação antrópica, alterando desta forma os sistemas de processo – resposta. Essa ação resulta em agravantes como os sulcos, ravinas e as voçorocas, os quais se desenvolvem, normalmente, na medida em que a vegetação nativa é degradada. Acelera-se, desta forma, significativamente o processo erosivo com a construção de casas, rodovias ou atividades agropecuárias. Diante dessas questões, este trabalho teve como objetivo analisar as características geomorfológicas da área drenada pelo Córrego Mãe Preta, localizada no bairro Parque Mãe Preta, no município de Rio Claro – SP, estudando os aspectos do relevo da área para compreender o processo erosivo que originou a voçoroca. Para atingir tal objetivo foram elaboradas as cartas de declividade, de dissecação horizontal, de dissecação vertical e de uso da terra, com o intuito de analisar as características da voçoroca e seu estado atual, bem como compreender o desenvolvimento do processo erosivo. Por meio destes documentos cartográficos e da análise empírica, foi possível averiguar que a velocidade do processo erosivo não se dá de maneira homogênea, sendo determinantes a atividade antrópica e a susceptibilidade natural da área de estudo à erosão.

Palavras-chave: Bacia do Córrego Mãe Preta, aspectos geomorfológicos, documentos cartográficos, voçoroca.

ABSTRACT

The geomorphological analysis is critical for understanding the phenomena that occur in relief. This relief, the result of natural processes, currently suffering the influence of anthropological activities, thereby altering the process systems - response. This action results on aggravating as grooves, ravines, and gullies, which develop normally to the extent that native vegetation is degraded. On this way, it accelerates the erosion process significantly with the construction of houses, roads or agricultural activities. Faced with these issues, this project aimed to analyze the geomorphological characteristics of the area drained by the Stream Mãe Preta, located in Parque Mãe Preta neighborhood, in the city of Rio Claro - SP, studying aspects of the relief in the area to understand the erosive process that originated the gully. In order to achieve this goal there have been prepared slope , horizontal dissection, vertical dissection and land use letters, in order to analyze the gully characteristics and its current state, as well as understand the development of erosive process. Through these cartographic documents and empirical analysis, it was possible to verify that the speed of erosion does not occur homogenously, and to determinate the human activity and natural susceptibility to erosion study area.

Keywords: Watershed Mãe Preta, geomorphological aspects, cartographic documents, gully.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Limite da bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).
(Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 14
- Figura 2 - Demonstração do procedimento de recorte de imagem. (CAVALHEIRO, E. H. 2016). 29
- Figura 3 – Área ocupada pelas classes de declividade na bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP). (Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 30
- Figura 4 - Carta de declividade da bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP). (Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 31
- Figura 5 - Área ocupada pelas classes de dissecação horizontal na bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP). (Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 32
- Figura 6 - Carta de dissecação horizontal do relevo da bacia do córrego Mãe Preta, Em Rio Claro (SP). (Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 33
- Figura 7 – Área ocupada pelas classes de dissecação vertical na bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP). (Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 34
- Figura 8 - Carta de dissecação vertical do relevo da bacia do córrego Mãe Preta, Em Rio Claro (SP). (Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 35
- Figura 9 – Distribuição das classes de uso da terra na bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP). (Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 36
- Figura 10 - Carta de uso da terra da bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).
(Elaboração: CAVALHEIRO, E. H. 2016). 37

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- Foto 1 - Localização de drenagem cujo leito foi encontrado seco. (CAVALHEIRO, E. H. 2016).
39
- Foto 2 – Surgimento de ravinas na bacia do Córrego Mãe Preta. (CAVALHEIRO, E. H. 2016).
40
- Foto 3 – Trecho do córrego por onde a drenagem atinge maior velocidade. (CAVALHEIRO, E.H. 2016).
41
- Foto 4 - Principais feições da região de maior declividade. (CAVALHEIRO, E. H. 2016).
43
- Foto 5 - Diferença no processo erosivo tendo em vista o contraste dos tipos de vegetação. (CAVALHEIRO, E. H. 2016).
44
- Foto 6 – Obra criada para contenção do escoamento superficial. (CAVALHEIRO, E. H. 2016).
44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	11
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	13
3. TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS	21
3.1 A Carta de Declividade	21
3.2 A Carta de Dissecção Horizontal	24
3.3 A Carta de Dissecção Vertical	25
3.4 A Carta de Uso da Terra	27
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
6. REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

O planejamento ambiental faz-se extremamente necessário aos dias atuais como medida de prevenção aos danos ambientais, ao passo que também atua como agente de minimização de impactos decorrentes da ação antrópica.

Constatam-se, na atualidade, os reflexos da ausência deste planejamento através dos transtornos causados tanto ao meio ambiente quanto à população (alagamentos, enchentes, desmoronamentos, voçorocamentos, as diversas formas de poluição, etc.). A apropriação desordenada dos recursos naturais, consequência da ausência de conhecimentos prévios relativos às características do meio ambiente, é uma das principais causas de desequilíbrios ambientais.

Não há dúvidas de que o profissional geógrafo é um dos indicados para estudos que tangem as feições do relevo, pois consegue conciliar os aspectos de gênese natural com os de origem antrópica na construção da paisagem e na própria configuração do espaço. Portanto, negar que a existência do relevo e suas peculiaridades é algo a ser considerado no planejamento urbano é negar a própria geografia (ROSS, 1991 p. 18). Ross (1991, p. 18) comenta sobre a importância da geomorfologia nos estudos ambientais, se referindo as feições do relevo no contexto das ditas ciências da terra:

É fato incontestável, entretanto, que a geomorfologia como disciplina que estuda as formas do relevo quanto a sua geometria, gênese e idade, inclui-se no contexto das ciências da terra. Como é impossível entender-se o funcionamento ou a dinâmica ambiental sem que se considere o todo que compõe o Estrato Geográfico, o relevo não pode ser deixado de lado nos estudos ambientais, tanto quanto os demais componentes. Isso é notório pois é no relevo que as forças de interação mais se manifestam (ROSS, 1991 p. 18).

Considerando essas premissas, esta pesquisa teve o intuito de realizar um diagnóstico geomorfológico da bacia do córrego Mãe Preta, buscando compreender os processos morfogenéticos que ocorrem na área de estudo, os quais incluem o processo erosivo que deu origem a extensa voçoroca, a qual domina a paisagem local. Objetivou também contribuir para estudos acadêmicos futuros, visto que o número de estudos nessa região do município, na escala de detalhe aqui proposta, é escasso. Assim, considera-se que os resultados

poderão ser utilizados com fins de planejamento urbano e ambiental, tal como para a mitigação de danos.

A partir destas considerações espera-se que esta pesquisa contribua para minimizar os impactos ambientais na área de estudo e para um planejamento adequado na gestão do uso da terra em áreas já urbanizadas. Na elaboração deste trabalho, foram estudados os aspectos morfográficos, morfométricos e de uso da terra com o intuito de subsidiar o planejamento urbano nessa área.

Para fundamentar esta pesquisa, foram consultados livros e teses que ressaltam a temática da geomorfologia, tal como a evolução de vertentes, uso da terra, sobre a Depressão Periférica Paulista que é onde se localiza o município, e os fundamentos do relevo na compreensão de como evoluem as voçorocas. Elaboraram-se também documentos cartográficos que representam as características do terreno.

1.1 Objetivos

O principal objetivo desta pesquisa foi realizar uma análise do relevo da área drenada pelo córrego, localizado no bairro Parque Mãe Preta, por meio da interpretação de documentos topográficos. Assim, este trabalho pode contribuir com a gestão urbana, fornecendo um diagnóstico do sistema relevo da área de estudo. A escala utilizada foi a de 1:1.000, apresentando, desta forma, um alto nível de detalhamento para fins de planejamento. Os objetivos específicos definidos foram:

- Refletir sobre as alterações no sistema relevo, analisando os setores da voçoroca com base nos dados do cenário 2010 (atualizados em campo);
- Estudar os aspectos do relevo que ocorrem na bacia hidrográfica onde se localiza a voçoroca, bem como compreender os fenômenos e etapas do processo erosivo, por meio da elaboração de documentos cartográficos;
- Apontar a suscetibilidade natural do terreno aos processos morfogenéticos a partir da elaboração de cartas morfométricas;
- Compreender as influências antrópicas sobre o terreno através da elaboração da carta de uso da terra.

Diante desses objetivos, este trabalho apresenta os seguintes tópicos: Caracterização da área de estudo; Metodologia da construção da carta de declividade;

Metodologia da construção da carta de dissecação horizontal; Metodologia da construção da carta de dissecação vertical; Metodologia da construção da carta de uso da terra; Análise dos resultados; Conclusão e Referências bibliográficas.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A bacia do córrego Mãe Preta se localiza no Município de Rio Claro (Figura 1), delimitada pelas coordenadas geográficas 22° 21' 30" S e 22° 22' 3" S e 47° 33' 00" W e 47° 32' 00" W. O município, por sua vez encontra-se na Região Administrativa de Campinas e na Mesorregião de Piracicaba, na porção centro-leste do Estado de São Paulo. Está inserido na Depressão Periférica Paulista, que por sua vez situa-se na Bacia Sedimentar do Paraná.

A área da voçoroca (Figura 1) compreende quase toda a parte norte do Parque Mãe Preta, além dos bairros Residencial Vila Verde e do Distrito Industrial, mais precisamente nas proximidades da empresa Whirlpool S.A. Neste caso, o avanço do processo erosivo neste caso pode vir a comprometer a infraestrutura das casas e da referida empresa.

O Município está inserido na bacia hidrográfica do rio Corumbataí, ocupando uma área de 171.050ha. Essa bacia abrange, ainda, parte dos municípios de Analândia, Itirapina, Corumbataí, Santa Gertrudes, Ipeúna, Charqueada e Piracicaba, município em que o rio Corumbataí deságua.

No que diz respeito às características geomorfológicas, a área estudada é abrangida, predominantemente, pela província geomorfológica da Depressão Periférica Paulista – zona do Médio Tietê, tendo como cenário de fundo as Cuestas Basálticas (ALMEIDA, 1964 apud ZAINE, 2000, p. 45). O sistema de relevo dominante é definido por Penteado-Orellana (1981) como Colinas Tabuliformes, que são características das áreas do sítio urbano, do Distrito Industrial e do Campo do Cocho, ou seja, interflúvios extensos e aplainados, sem divisor de águas ou linha de cumeada bem definido (ZAINE e PENTEADO-ORELLANA, 1994a apud ZAINE, 2000, p. 45).

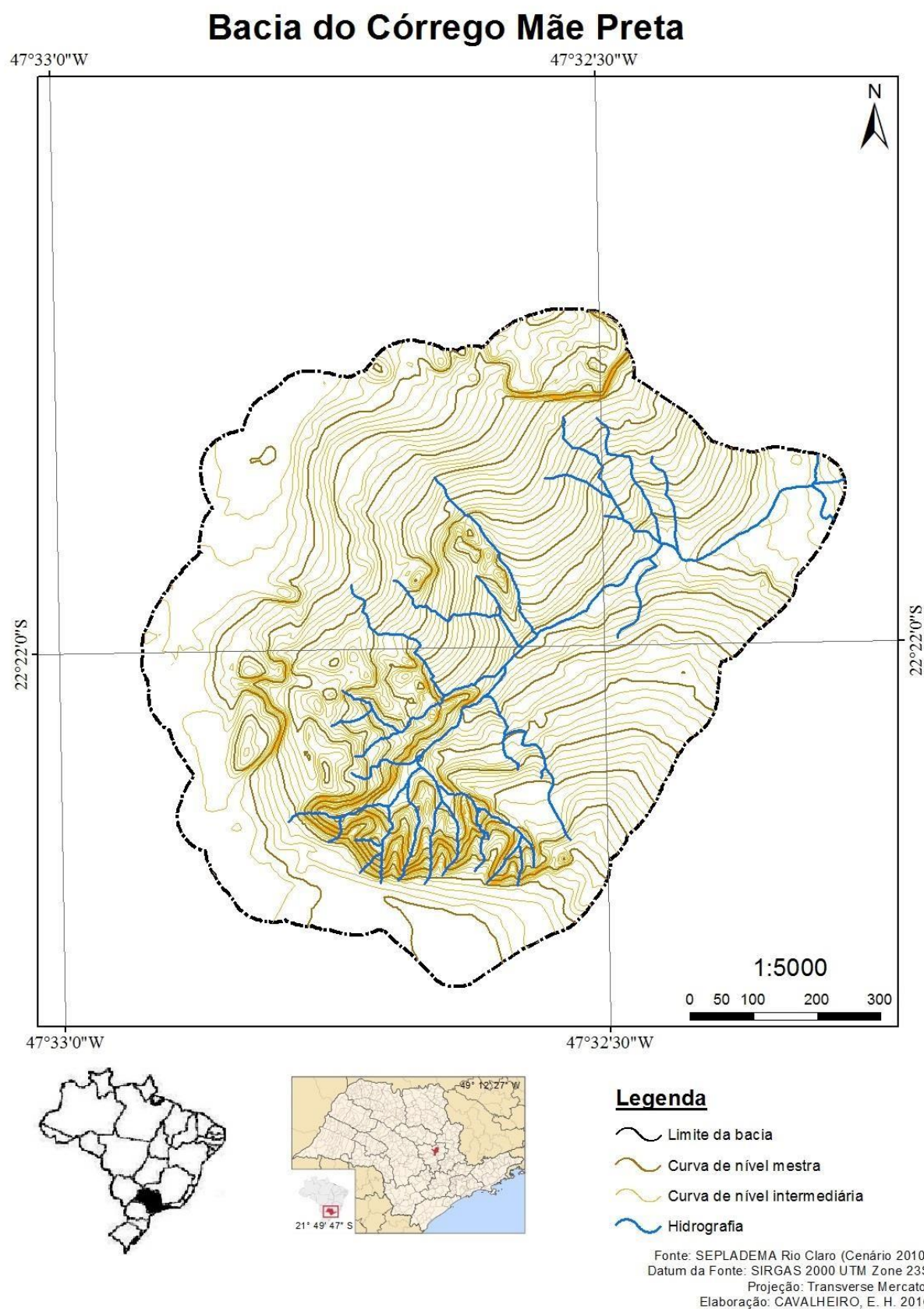


Figura 1 - Limite da bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

ZAINE (2000 p. 45-46) discorre sobre o sistema de relevo dominante, segundo IPT (1981), abordando com mais detalhes as feições do relevo da região:

Esse sistema dominante é denominado pelo IPT (1981), colinas amplas (212). O Mapa Geomorfológico também registra no contexto da região de Rio Claro, a ocorrência de relevos do tipo colinas médias (213) e morrotes alongados paralelos (234). Ocorrem, ainda, relevos sustentados por maciços básicos, representados por morros testemunhos isolados, topos aplainados a arredondados, vertentes com perfis retilíneos, muitas vezes com trechos escarpados e exposições de rocha, vales fechados, e drenagem de média densidade com padrão pinulado a subparalelo. [...] (IPT, 1981 apud ZAINE, 2000, p.45-46).

A estrutura que sustenta o relevo de bacia sedimentar se formou ao longo do Fanerozoico, por volta dos 600 milhões de anos. Quando as grandes bacias começaram a se formar os terrenos do continente Sul Americano se encontravam em altitudes bem mais baixas (ROSS, 1996, p. 50). Os sedimentos marinhos e continentais oriundos de mudanças tectônicas e climáticas constituíram as rochas sedimentares. Nessas, podem ser encontrados arenitos de diferentes idades e granulações, às vezes intercalados por siltitos, conglomerados e calcários (ROSS, 1996, p. 50). É importante salientar que este tipo de sedimentação não se deu em apenas uma era geológica. Como descrito acima, os sedimentos encontrados variam entre os mais antigos, pertencentes ao Paleozoico, os sedimentos intermediários vindos do Mesozoico, e os sedimentos mais recentes do Cenozoico (ROSS, 1996, p. 50). Especificamente na Bacia Sedimentar do Paraná, houve um extensivo derrame de lavas vulcânicas, que fizeram seus depósitos sobre as camadas sedimentares em planos horizontais e estratificados. Evento ocorrido na era Mesozóica, mais precisamente nos períodos entre o Jurássico e Cretáceo (ROSS, 1996, p. 50).

Vale ressaltar que as estruturas litológicas são antigas, porém as feições do relevo são recentes. As formas do relevo sempre são reafeiçoadas, ou seja, esculpidas pelos processos erosivos. Ross (1996, p. 51) descreve como o processo erosivo e os ciclos climáticos são agentes fundamentais na esculturação das diferentes feições do relevo no território brasileiro ao longo dos períodos Terciário e Quaternário:

Os processos erosivos, que ocorreram tanto na fase de epirogênese, no Terciário, quanto no Quaternário, foram de diferentes características. Ao

longo de mais de 70 milhões de anos, o desgaste erosivo processou-se em ambientes climáticos quentes e úmidos, alternados com climas áridos ou semi-áridos. Esses diversos ciclos climáticos, denominados paleoclimas, associados às influências estruturais, litológicas e tectônicas, explicam a macrocompartimentação do relevo brasileiro. (ROSS, 1996, p. 51).

Durante o período Terciário, na era Cenozoica, todo o continente Sul Americano sofreu soerguimentos orogenéticos na borda de sua placa continental (na cordilheira dos Andes) e também epirogenético no restante, de maneira desigual. Devido a isto algumas áreas foram mais levantadas do que outras (ROSS, 1996, p. 51). Este foi um processo que soergueu também áreas dos crátons, os cinturões orogenéticos e as bacias sedimentares em todo o país, elevando as bacias de tal modo que possibilitou o soerguimento das escarpas da serra do mar e da Mantiqueira por falhamentos (ROSS, 1996, p. 51).

Ross (1996, p. 51) destaca a forma como se deu a formação das depressões periféricas nas bordas das bacias sedimentares através desgaste erosivo:

[...] A partir deste processo tectônico desencadeou-se um prolongado e generalizado desgaste erosivo que atuou sobre as bordas das bacias sedimentares, originando as depressões periféricas. Deste modo, parte dos terrenos sedimentares ficaram em posições mais elevadas do que os terrenos cristalinos e das áreas cratônicas ou de escudos. Ao mesmo tempo, esse processo evidenciou as áreas serranas dos cinturões orogênicos (ROSS, 1996, p. 51).

As depressões periféricas, com exceção da Depressão da Amazônica Ocidental, foram geradas a partir de processos erosivos de grande atuação nas bordas das bacias sedimentares. As alterações dos ciclos secos e úmidos durante o Terciário e o Quaternário foram os responsáveis por esculpir esta feição do relevo, além das que aparecem circundando as bordas e se interpondo entre essas e os maciços do cristalino (ROSS, 1996, p. 60).

Ross (1996, p. 63) descreve a formação da Depressão da Borda Leste da Bacia do Paraná:

A Depressão da Borda Leste da Bacia do Paraná está esculpida quase que totalmente nos sedimentos paleomesozóicos. Apresenta modelados diversos em função da influência tectônica, variação litológica e dos graus de atuação dos processos erosivos dos mais variados ambientes paleoclimáticos. No Estado de São Paulo observa-se a transição dos terrenos altos do cristalino

para a depressão esculpida em sedimentos, onde predominam altitudes entre 600 e 700m (ROSS, 1996, p. 63).

Troppmair (2000, p. 57) descreve a Depressão Periférica Paulista como sendo uma superfície de 210000 km², onde seu relevo é marcado por colinas amplas e médias, dos quais incluem também morrotes alongados e espigões cujas altitudes podem variar entre 600 a 800 metros.

No mesmo capítulo, Troppmair (2000, p. 59-60) discorre sobre os índices de precipitação e do tipo de erosão que ocorre na região:

A precipitação soma 1100 a 1200 mm/ano em 80 dias de chuva caindo aproximadamente 1000 mm em 60 dias verão e 200 mm em 14 dias no inverno. O teor de umidade que acusa a média de 70 a 75% pode baixar para 30% ou menos nos meses de seca, testemunhando que a continentalidade já se faz sentir de forma bem acentuada. A insolação é elevada registrando-se 2400 horas por ano.

Apesar de chuvas abundantes, o solo extremamente arenoso é responsável por uma rede de drenagem de densidade baixa a média tipo subdendrítica e subretangular. Os vales erodidos em arenitos são bem abertos e em muitos trechos encontramos planícies aluviais. Em área de morrotes alongados os vales, devido ao material mais resistente, apresentam-se mais fechados [...]. (TROPPMAIR, H. 2000, p. 59-60).

Ross e Moroz (p. 52) comentam sobre a importância da Depressão Periférica Paulista.

Devido às características próprias de cada grande bacia de drenagem que corta a Depressão, foram mantidas as três zonas em que Deffontaine (1935) a dividiu e Almeida (1964) e IPT (1981) conservaram. Assim, a morfoestrutura Depressão Periférica Paulista está subdividida nas seguintes unidades morfológicas: Depressão de Moji-Guaçu, Depressão do Médio Tietê e Depressão do Paranapanema (ROSS e MOROZ, p. 52).

A área de estudo, integrante da Depressão do Médio Tietê, abrange as litologias da Formação Corumbataí e Formação Rio Claro. Segundo Zaine (2000, p. 49), a maior parte do Município de Rio Claro está sobre os sedimentos da Formação Corumbataí (formação que se originou na era Mesozóica) e da Formação Rio Claro (originada na era Cenozóica).

Zaine (2000, p. 49-50) descreve a Formação Corumbataí, apontando para as suas características litológicas:

A Formação Corumbataí, sobrejacente à Formação Irati, ocorre de forma extensa pelo vale do rio Corumbataí. As litologias dominantes compreendem argilitos, siltitos e folhelhos arroxeados e marrom-avermelhados, às vezes esverdeados, com intercalações de arenitos e leitos carbonáticos. Os sedimentos lamíticos são explorados como matéria-prima na indústria cerâmica. Na área urbana, ocorre nos bairros periféricos da zona norte e nordeste, nas médias e baixas vertentes, em direção ao vale do rio Corumbataí, tendo como características o solo pouco profundo (< 2 m) e o nível freático bastante próximo à superfície, na época das chuvas. (Zaine, 2000, p. 49-50).

Já a Formação Rio Claro é constituída do material mais recente, que se insere na Depressão Periférica Paulista (Zaine, 1994 apud Zaine, 2000, p. 51), onde ocorrem manchas de depósitos Cenozóicos, as quais ocupam grandes superfícies do relevo tabuliforme (Zaine, 2000, p.51). Suas principais características são a fraca litificação e profunda alteração pedológica, predominância de espesso solo arenoso e domínio de litotipos arenosos pouco consolidados, de coloração branca, amarela e vermelha, variando de areia fina à grossa, com intercalação de camadas de conglomerados e de sedimentos argilosos. A espessura máxima chega a 40 m, predominando valores entre 25 e 30 m (Zaine, 1994 apud Zaine, 2000, p. 51).

Essas características geológicas originam diversos tipos de materiais inconsolidados. De acordo com os estudos de Zaine (2000) e Mendes (2015), os materiais inconsolidados que se fazem presentes na área de estudo são:

- Material predominantemente arenoso: Constituído de depósitos de assoreamento que ocorrem em formas de leques, em áreas de ocorrência de drenagens e em corpos alongados paralelos aos cursos d'água;
- Material coluvionar arenoso: É um material de coloração marrom avermelhada laterítico, associado às vertentes de meia encosta;
- Material hidromórfico: Em quantidade menor que os demais, é caracterizado por ser argiloso, associado sempre a material orgânico, com ocorrência ao longo dos corpos d'água;
- Material coluvionar/hidromórfico: Associados às planícies aluvionares de inundação (fundos de vales do Ribeirão Claro e afluentes);
- Material argiloso marrom arroxeadado: Característico da Formação Corumbataí, é de pouca espessura (atingindo valores menores que 1,5 metros), podzólico a litólico.

O município de Rio Claro abrange três manchas de tipos de solos, sendo:

- Argissolos vermelho – amarelo de textura média argilosa (ZAINE, 2000, p. 46), sendo esta mancha correspondente ao solo encontrado na área de estudo;
- Latossolos vermelho – amarelado (ZAINE, 2000, p. 46);
- Latossolos roxos (ZAINE, 2000, p. 46).

A maioria da composição pedológica da área estudada é de argissolos vermelho – amarelos, sendo este encontrado em abundância nos vales do Ribeirão Claro e do Rio Corumbataí (ZAINE, 2000, p. 46).

De acordo com Zaine (2000, p. 46) tanto os argissolos quanto os latossolos vermelho-amarelo apresentam características semelhantes:

[...] O predomínio de textura arenosa, solos bem drenados, com grandes facilidades de lixiviação e infiltração, pobres em matéria orgânica, ácidos e pouco adequados para a agricultura. São solos originados das formações Piramboia, Botucatu e Rio Claro. (ZAINE, 2000, p. 46).

Além destes solos, também são encontrados, em menor quantidade, solos hidromórficos e litólicos, ou seja, solos rasos e pouco desenvolvidos. (Zaine, 2000, p.46). Os solos litólicos geralmente estão associados aos argissolos e, mais comumente, aos siltitos e argilitos da formação Corumbataí (ZAINE, 2000, p. 46). São caracterizados pela pequena espessura do *solum* (sendo inferior a 40 cm) e ausência ou espessura muito pequena de horizonte diagnóstico de sub superfície, desta forma, é um solo bastante limitado para qualquer atividade agrícola, fato agravado por ocorrer, principalmente em faixas de relevo acidentado (ZAINE, 2000, p. 46-47).

Nas várzeas dos rios é comum encontrar solos hidromórficos. Estes solos são característicos por apresentar um horizonte glei a menos de 80 cm de profundidade (ZAINE, 2000, p. 47).

A cidade de Rio Claro apresenta clima tropical com duas estações definidas: A estação chuvosa (no verão, com temperaturas médias de 25°C e máximas de até 38°C) e a seca (caracterizada como no inverno, com temperaturas que variam de 3°C a 18°C). As temperaturas médias anuais situam-se entre 18,1 e 20,9°C (TROPPMAIR, 1978 e 1992apudZAINE, 2000 p. 41).

Em relação à distribuição das chuvas, no período seco (entre os meses de abril e setembro) há de 15 a 20 dias de chuva, com precipitações entre 180 e 220 mm. Enquanto que no período chuvoso, que se estende de outubro a março, o índice é de 55 a 60 dias de chuva, totalizando-se cerca de 1200 mm, o que corresponde a mais de 80% das precipitações anuais (TROPPMAIR, 1978 e 1992 apud ZAINÉ, 2000, p. 41).

Apesar de no inverno a duração do dia ser menor, no centro e no leste do estado de São Paulo, principalmente, há maior ocorrência de insolação devido à falta de nuvens, propiciada pela baixa umidade na estação seca, que compreende os meses de abril até setembro. Enquanto no mês de janeiro a média é de 7h diárias de insolação, no mês de julho essa média alcança 8h diárias. A umidade relativa anual média do ar na região centro-leste do estado é de 70%. (MONTEIRO, 1976, p. 17).

A compartimentação geológica, a altitude, a distribuição dos diferentes biomas que vão desde a mata atlântica até as formações de cerrado, e a variação da circulação dos ventos são os componentes característicos que dão os diversos contrastes dos climas no estado de São Paulo.

3. TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS

3.1 A carta de declividade

Para a elaboração da carta de declividade, foram utilizadas as técnicas apontadas por De Biasi (1992) para a definição das classes temáticas. O autor discorre sobre a importância da carta clinográfica como um instrumento técnico para compreensão dos problemas que ocorrem no espaço:

A carta clinográfica tem sido utilizada de maneira quase que obrigatória, nessas duas últimas décadas, em trabalhos ligados às Ciências da Terra, Planejamento Regional, Urbano e Agrário, juntamente com outras representações gráficas de variáveis tais como: orientação de vertentes, insolação direta, direção e velocidade de ventos, entre outras, permitindo assim, com suas correlações uma melhor compreensão e um equacionamento dos problemas que ocorrem no espaço analisado. (DE BIASI, 1992 p.45)

As cartas topográficas, já georreferenciadas, contendo os valores das curvas de nível e a drenagem, foram cedidas pela Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente (SEPLADEMA) em escala de 1:1.000. Todos os documentos cartográficos da presente pesquisa foram elaborados com o uso do programa *ArcGis 9.2*.

Primeiramente, criou-se uma pasta destinada aos *shapes* (arquivos com extensão em SHP) que foram extraídos do arquivo CAD por meio do software *ArcCatalog*. Não apenas a pasta para a carta de declividade foi criada, mas também outras dos mapas que foram realizados posteriores a este.

Após a criação da pasta, foram exportados os *layers* das bases cartográficas digitais em formato (.dwg) para o ambiente do *ArcGis*. Antes de iniciar a exportação de qualquer arquivo CAD, é preciso selecionar as informações espaciais e os atributos necessários para desenvolver a pesquisa. Para o mapa de declividade, utilizam-se as seguintes informações:

- Curvas de nível mestras. Tipo de *shape* em *polyline*;
- Curvas de nível intermediárias. Tipo de *shape* em *polyline*;
- Pontos cotados. Tipo de *shape* em *point*;
- Hidrografia. Tipo de *shape* em *polyline*.

Para os arquivos vetoriais de curvas de nível mestras, curvas de nível intermediárias e pontos cotados é de suma importância que os mesmos contenham o atributo altitude,

necessário para a criação do Modelo Digital de Elevação (MDE); sem este, torna-se impossível a construção tanto da carta de declividade quanto dos outros documentos cartográficos que foram explanados nesta pesquisa.

É importante também salientar o *datum* utilizado para a elaboração de todos os mapas desta pesquisa. A importância do *datum* atrela-se à necessidade de projetar uma superfície curva de três dimensões (a Terra), num plano em duas dimensões mantendo, no entanto, os cruzamentos em ângulos retos dos meridianos e paralelos (o mapa). A projeção de Mercator, em que a Terra é transformada num cilindro que toca a Terra na linha do equador (latitude 0° 0' 0"). O *datum* escolhido para a elaboração de todos os mapas deste trabalho foi o UTM SIRGAS 2000, fuso 23S.

Ainda no *ArcCatalog*, criou-se um *shape* do tipo *polygon*; neste, foram inseridas as informações referentes à área de estudo. Esta área foi delimitada com base na convexidade do divisor de águas; no aplicativo *ArcMap* criou-se um novo projeto, através do comando *New / Blank Map*. Em seguida foram carregados os *shapes* pelo comando *add data*. No passo seguinte utilizou-se o *shape* em polígono para delimitar a área de estudo, através do comando *Edit / Start Editing*.

Após a delimitação da área de estudo deste trabalho, gerou-se um *buffer* no entorno do limite com a finalidade de reduzir a margem de erro. O *buffer* foi criado pelo comando *Geoprocessing / Buffer*. Em seguida todos os outros *shapes* foram recortados com a ferramenta *Clip*, para que, deste modo, apenas a área de estudo e do *buffer* ficasse em evidência.

Na sequência foi criado o Modelo Numérico de Terreno (MNT). Este modelo foi criado por meio de um *TIN* o qual é necessário para calcular a declividade do terreno. A criação do *TIN* foi feita através do comando *3D Analyst / Create TIN From Features*. Após a criação do *TIN*, o mesmo foi classificado por meio do comando *Properties / Symbology / Elevation*.

Para o estabelecimento das classes deste documento cartográfico, utilizou-se do cálculo de declividade proposto por De Biasi (1992). Em que:

$$\text{Declividade (\%)} = \frac{\text{Valor da equidistância}}{\text{Valor do desnível da curva}} \times 100 \quad (1)$$

Os limites em graus inseridos no programa foram baseados nas seguintes classes (1,27°=2%; 3,18°=5%; 9,47°=15% e 18,55°=30%) sendo:

Declividade (em °)	Declividade (em %)	Cor
1,27	0 - 2	Verde
3,18	2,1 - 5	Amarelo
9,47	5,1 - 15	Laranja
18,55	15,1 - 30	Vermelho
Acima de 18,55	Acima de 30	Marrom

Após esse procedimento, utilizou-se o *TIN* para visualizar a declividade do terreno através do comando *Face Slope With Graduated Color Ramp*, localizado em *Layer Properties / Symbolology / Add*. Por meio do comando *3D Analyst / TIN to Raster* foi possível a criação da declividade através de um arquivo em *Raster*.

Para que o cálculo da declividade fosse efetuado, houve a necessidade de transformar o arquivo *TIN* em um arquivo do tipo *shapefile*, por meio do comando *ArcToolBox / Conversion / From TIN / TIN Triangle*. Após este procedimento iniciou-se a edição manual do *shape* referido através do *Editor / Starting Editing*.

Para corrigir os erros identificados no mapeamento da declividade, criaram-se dois ábacos, o principal e o suplementar, que representa a metade dos valores para o cálculo dos topos e dos limites entre a curva de nível e o talvegue. Ambos os ábacos foram gerados pela ferramenta *Draw*, dentro do *ArcMap*.

Dentre as ferramentas e formas geométricas, foi escolhido o círculo para medir o espaçamento entre uma curva de nível e outra. Na aba *Size and Position*, nos dados de *Size*, inseriu-se as medidas do limite de cada classe de declividade, obtidas por meio da fórmula 1. Na aba *symbol* foram inseridas as cores representativas das áreas que apresentam este declive. No caso do ábaco suplementar, inseriu-se a metade dos valores, e as cores utilizadas foram as mesmas.

Após o término da edição dos círculos, os mesmos foram alinhados de maneira que fosse possível a quantificação, do menor para o maior no ábaco original e do menor para o maior no ábaco suplementar. Depois de inseridos, os círculos foram alinhados pelo comando *Drawing / Group*.

Os ábacos foram utilizados para a correção do mapeamento automático em porções do mapa nas quais se constatarem erros no sentido de medida do declive. Esses erros ocorrem em função da triangulação a qual nem sempre obedece ao caimento topográfico principal do relevo.

Feitas as correções, o mapa foi finalizado com o estabelecimento da legenda e das convenções cartográficas.

3.2 A Carta de Dissecação Horizontal

A carta de dissecação horizontal possibilita quantificar a distância que separa os talwegues das linhas de cumeada, proporcionando avaliar o trabalho de dissecação elaborado pelos rios sobre a superfície terrestre, auxiliando “[...] na avaliação da fragilidade do terreno à atuação dos processos morfogenéticos, indicando setores onde interflúvios mais estreitos denotam maior suscetibilidade à atuação destes [...]” (CUNHA, 2001 p.47). As técnicas utilizadas nesse trabalho baseiam-se na proposta de Spiridonov (1981, citado por CUNHA, 2001).

Para a construção da carta de dissecação horizontal em meio digital, utilizou-se o programa *ArcGis 9.2*

Na elaboração do documento cartográfico, os seguintes arquivos vetoriais (*shapes*) foram utilizados:

- Limites das sub-bacias da área de estudo;
- Canal fluvial;
- Curvas de nível com seus respectivos valores altimétricos;
- Limite da área de estudo.

Primeiramente, foi criado, por meio do *ArcCatalog*, um banco de dados contendo todos os *shapes* por meio do comando *New / File Geodatabase*. Após este procedimento a carta de dissecação horizontal começou a ser desenvolvida no aplicativo *ArcMap* e todos os *shapes* dentro do *File Geodatabase* foram carregados.

Para a criação do MDE (Modelo Digital de Elevação) foi necessária a elaboração de um *buffer* nas extremidades da área estudada (aumento do entorno da bacia, a fim de eliminar os erros da borda). Na criação deste documento optou-se pelo tamanho do *buffer* de 50 metros. É importante salientar que os vetores do canal fluvial e das curvas de nível foram ajustados e enquadrados por meio da ferramenta *Clip*, para evidenciar apenas a área com o *buffer*.

Na ferramenta *ArcToolbox* foi gerado o arquivo de extensão *TIN* através do comando *3D Analyst Tools*. Este arquivo *TIN* corresponde ao Modelo Digital de Elevação (MDE), que contém as informações sobre a escala do mapa e a equidistância das curvas de nível. Depois de gerado, o arquivo *TIN* foi ajustado tendo um número de classes necessárias para contemplar todos os valores altimétricos da base cartográfica, que nesse caso em específico, foram 30 classes.

Como os valores gerados pelo arquivo *TIN* são em vetores, faz-se necessário a criação de um arquivo de imagem do tipo *Raster* para que o cálculo da dissecação se efetuasse. Para este procedimento, foi utilizado o comando *3D Analyst Tools / Conversion / TIN to Raster*, assim como no *TIN*, sendo necessário também adequar os valores gerados automaticamente aos

valores altimétricos da base cartográfica, classificando-os em 30 classes através do comando *Properties / Symbology / Classified*.

Na criação da dissecação horizontal do relevo foi utilizada uma ferramenta que funciona através do *ArcCatalog*. Nessa foram inseridos os dados referentes:

- Ao vetor de sub-bacias dentro do banco de dados gdb;
- Ao vetor dos canais de drenagem dentro do arquivo gdb;
- Ao parâmetro de segmentação. Este parâmetro é uma constante no valor de 60 metros
- Ao Parâmetro de Agrupamento de Drenagem: 1 (devido à escala do trabalho adotada, 1:1000);
- Ao MDE em arquivo *Raster*;
- Às classes de dissecação. Para este trabalho foram adotados seis valores, sendo 10, 20, 40, 80, 160 e acima de 160 metros nas respectivas cores:

Classe (em metros)	Cor
10	Verde escuro
20	Verde claro
40	Amarelo
80	Laranja
160	Vermelho
Acima de 160	Marrom

O cálculo da dissecação horizontal por meio desta ferramenta foi desenvolvido por Ferreira, et al (2014). Por se tratar de um processo de cálculo automático, demanda tempo dependendo das configurações da máquina. O procedimento demorou cerca de 3 horas de trabalho no computador no qual se elaborou o documento cartográfico.

Feito esse procedimento, o arquivo de dissecação foi carregado no *ArcMap* e em seguida foram feitas as devidas correções manualmente por meio de um ábaco, construído pela ferramenta *Draw*.

Após o término da edição do mapa com o ábaco, os mesmos foram alinhados de maneira que fosse possível a quantificação da distância entre os rios e os divisores de água, corrigindo o mapa feito automaticamente.

3.3 A Carta de Dissecação Vertical

A carta de dissecação vertical possibilita quantificar, nos setores de cada sub-bacia hidrográfica, a altitude relativa entre a linha de cumeeada e o talvegue, classificando as áreas segundo o desnível em relação ao canal fluvial. Esta carta torna possível analisar o grau de entalhamento no interior da área estudada. (CUNHA, 2001 p.50).

As técnicas que foram adotadas na elaboração da dissecação vertical foram propostas por Spiridonov (1981, citado por CUNHA, 2001).

Para a elaboração da carta de dissecação vertical em meio digital, dentro do *ArcGis* 9.2, foram utilizados os seguintes arquivos vetoriais:

- Limites das sub-bacias da área de estudo;
- Canal fluvial;
- Curvas de nível com seus respectivos valores altimétricos;
- Limite da área de estudo.

De forma similar a elaboração da carta de dissecação horizontal, foi criado também, através do *ArcCatalog*, o banco de dados contendo todos os vetores acima citados por meio do comando *New / File Geodatabase*.

Para a elaboração da carta de dissecação vertical o processo é o mesmo já apresentado no item 3.1 para a criação do MDE. Um *buffer* nas extremidades da área estudada (aumento do entorno da bacia, com o intuito de minimizar os erros) por meio do comando *Analysis Tools / Proximity / Buffer*. O tamanho do *buffer* foi de 50 metros. Os *shapes* do canal fluvial e das curvas de nível foram ajustados e enquadrados por meio da ferramenta *Clip*, de modo a tornar a área do *buffer* em destaque.

Na ferramenta *ArcToolbox* foi gerado o arquivo de extensão *TIN* através do comando *3D Analyst Tools*. Este arquivo *TIN* corresponde ao Modelo Digital de Elevação (MDE), que contém as informações sobre a escala do mapa e a equidistância das curvas de nível. Depois de gerado, o arquivo *TIN* foi ajustado tendo um número de classes necessárias para contemplar todos os valores altimétricos da base cartográfica. Ou seja, 30 classes.

De mesma maneira que o mapa de dissecação horizontal, foi necessário a criação de um arquivo de imagem do tipo *Raster*, para que o cálculo se concretizasse.

O cálculo da dissecação vertical por meio desta ferramenta foi desenvolvido por Ferreira, et. al (2015), executada através do *ArcCatalog*. Nessa foram inseridos os dados referentes:

- Ao vetor de sub-bacias dentro do banco de dados gdb;
- Ao vetor dos canais de drenagem dentro do arquivo gdb;
- Ao vetor correspondente as curvas de nível, contendo os valores das curvas de nível mestra e intermediária;
- A equidistância das curvas de nível (no caso deste trabalho, 1).

- Ao campo “elevação” do vetor das curvas de nível, que contém os valores altimétricos;
- Ao MDE em arquivo *Raster*;
- A escala em que está sendo desenvolvida a carta de dissecação vertical, neste caso 1:1.000;

Após a inserção dos dados, o cálculo foi efetuado e teve duração de cerca de uma hora no computador no qual se elaborou o documento cartográfico. Em seguida o arquivo da dissecação vertical foi carregado no *ArcMap* por meio do comando *Add Data*.

Nas propriedades do *shape* da dissecação vertical, em *Symbolology / Quantities/ Graduated Colors*, adequou-se este arquivo de dissecação vertical em seis classes com suas respectivas cores, sendo estas:

Classe (em metros)	Cor
0 até 2	Verde escuro
3 até 4	Verde claro
5 até 8	Amarelo
9 até 16	Laranja
17 até 32	Vermelho
33 até 36	Marrom

Criou-se também layers vetoriais no *ArcCatalog* referentes as classes acima citadas, para as devidas correções visto que a ferramenta não conseguiu calcular com precisão alguns setores da área.

3.4 A carta de Uso da Terra

A carta de uso da terra tem como propósito identificar a forma como a ação antrópica se processa sobre a área de estudo. O uso da terra, dentre as várias definições existentes, geralmente se associa com as atividades antrópicas como uma extensão da terra ou de um ecossistema, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996 apud IBGE, 2006). O uso da terra está relacionado com as atividades socioeconômicas do homem (agricultura, habitação, proteção ambiental) na superfície básica (HEYMANN, 1994 apud IBGE, 2006).

Na construção da carta de uso da terra utilizaram-se fotografias aéreas, cedidas pela EMPLASA, na escala original de 1:25000 do cenário de 2010.

Primeiramente, no *ArcCatalog* foram criados 6 layers vetoriais de polígonos referentes aos elementos de:

- Vegetação arbórea;
- Vegetação campestre;
- Corpos d'água;
- Pastagem;
- Arruamento;
- Área construída.

Em seguida, os *shapes* mencionados acima foram carregados no *ArcMap* em um novo projeto. Carregou-se também a fotografia aérea cedida pela EMPLASA em formato *Raster*, de escala 1:25.000, e com os recursos de zoom ajustou-se a escala para 1:5.000.

A fotografia aérea, por abranger uma área maior que a bacia do Córrego Mãe Preta, precisou ser recortada a fim de se enquadrar nos limites da área de estudo. O comando para efetuar esse procedimento está em *ArcToolbox/ Spatial Analyst Tools / Extraction / Extract by Mask*.

A imagem (Figura 2) mostra que, no procedimento do recorte da imagem, são inseridos na ordem:

- A fotografia aérea em formato *Raster*;
- O arquivo, sendo em *Raster* ou em vetor, no qual a fotografia será recortada;
- O arquivo de saída em formato *Raster* e o local no qual esse será salvo.

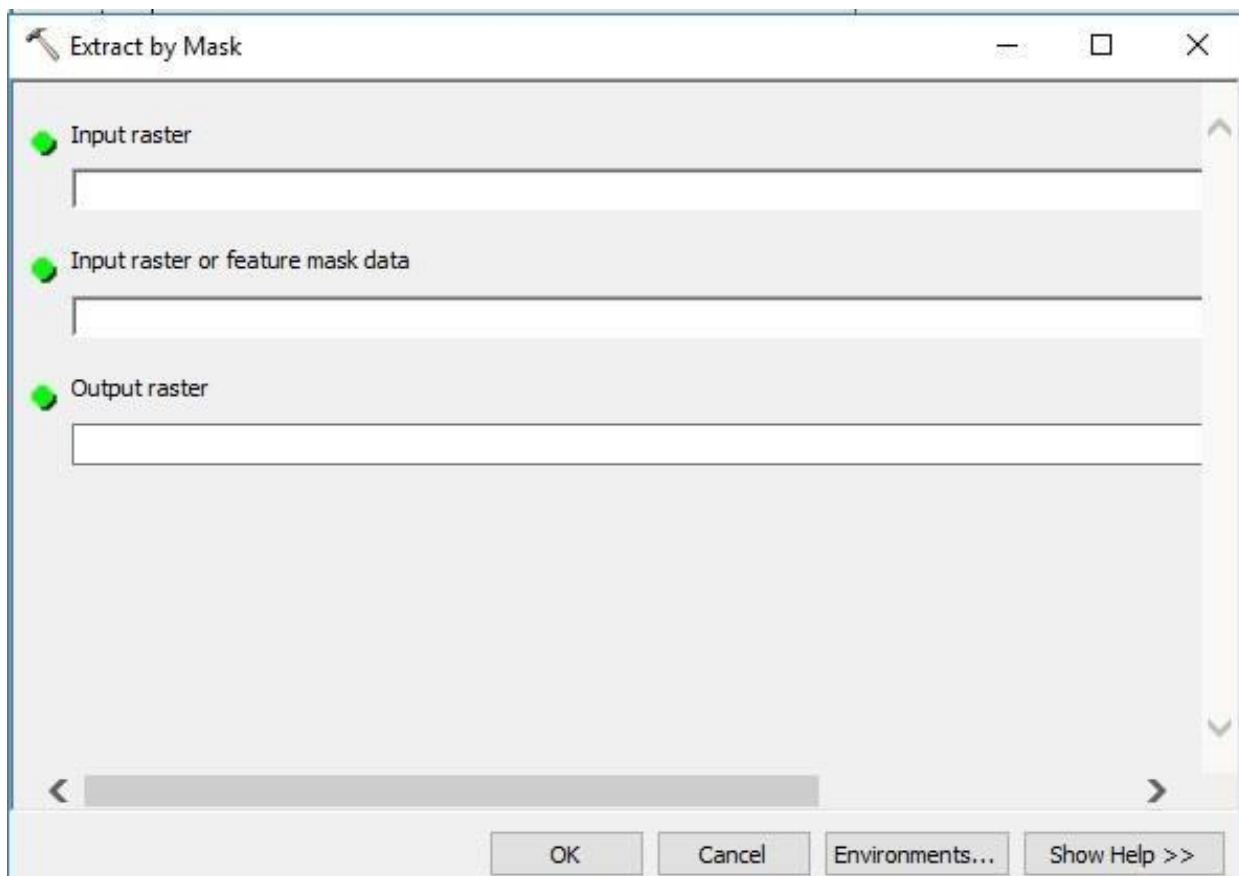


Figura 2 - Demonstração do procedimento de recorte de imagem.

Após este procedimento, deu-se continuidade a elaboração do documento cartográfico a partir da delimitação dos diversos tipos de uso, de acordo com os princípios de fotointerpretação colocados por Ceron; Diniz (1966), utilizando-se dos vetores que outrora foram carregados.

Estabeleceram-se as cores dos vetores conforme o padrão RGB estabelecido pelo IBGE (2006):

- Vegetação arbórea: R = 115 G = 168 B = 0;
- Vegetação herbácea ou campestre: R = 214 G = 255 B = 168;
- Pastagem: R = 205 G = 137 B = 0;
- Área Construída: R = 173 G = 137 B = 205.

Já para representar a hidrografia e o solo exposto utilizaram-se as seguintes nomenclaturas:

- Hidrografia: R = 0 G = 112 B = 255, sendo este *shape* o único a ser em *polyline*;
- Solo exposto: R = 255 G = 220 B = 0;
- Arruamento: R = 156 G = 156 B = 156.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A bacia do córrego Mãe Preta possui declividades (Figura 4) predominantes entre 5% e 15%, que corresponde a 62,2% da área total. Em seguida, têm-se as declividades de 15% a 30% as quais compreendem a 15,5%; já as declividades acima de 30% distribuem-se por 9,1% do total da área. A menor representatividade se dá com as declividades de 0% a 2% e 2% a 5%, que juntas abrangem 6,6% da área cada uma (Figura 3).

As declividades de 5% a 15% encontram-se, principalmente, nas médias vertentes, com predominância nos setores norte e centro – leste da área. Enquanto que as declividades de 15% a 30% e acima de 30% estão espalhadas em vários setores da área, com enfoque no setor central, sul e sudoeste, em que se concentram os taludes erosivos. As declividades de menores representatividades, ou seja, de 0% a 2% e de 2% a 5% se encontram principalmente nas extremidades da bacia e em algumas manchas no setor sul, sudeste e sudoeste.

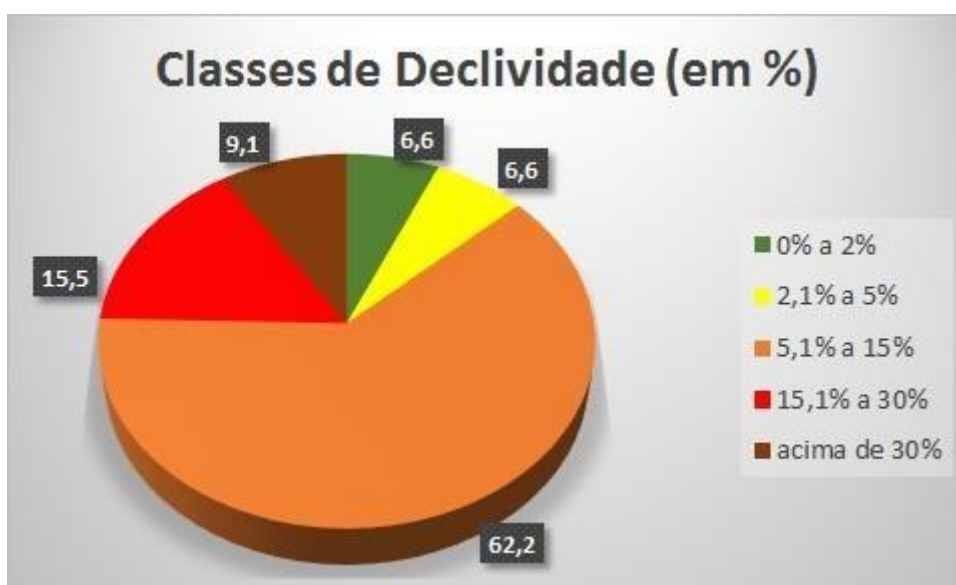


Figura 3 – Área ocupada pelas classes de declividade na bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

Carta de Declividade da Bacia do Córrego Mãe Preta

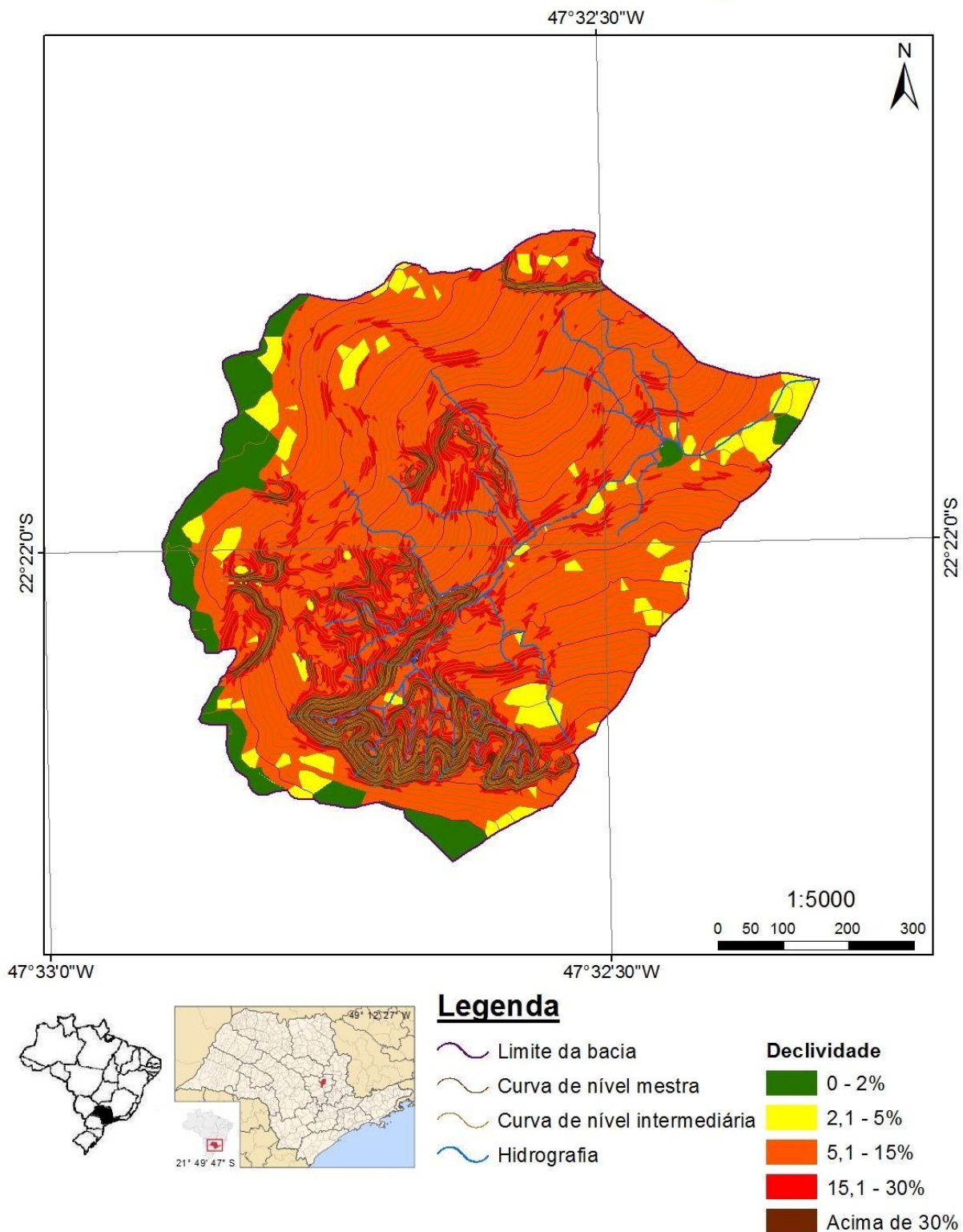


Figura 4 – Carta de declividade da bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

No que condizem as classes de dissecação horizontal (Figura 6), tem-se em destaque as classes acima de 160 metros, representando 30,6% do total da área da bacia, e de 81 a 160 metros, com o percentual de 27,3%. Nessas áreas predominam as declividades 5% a 15% e de 0 a 2%, ou seja, nos limites da bacia. As classes intermediárias, de 41 a 80 metros, ocupa 15,3%, de 21 a 40 metros, que engloba 14,4% do total, e de 11 a 20 metros, que representa 10,2% da área da bacia. Estas classes se localizam espalhadas no setor nordeste, leste, sul e sudoeste, além de uma importante parcela no centro. A classe de menor representatividade é de 0 a 10 metros, com 2,2% da área. Sua distribuição se dá em pequenas parcelas em conjunto com as classes intermediárias. (Figura 5).

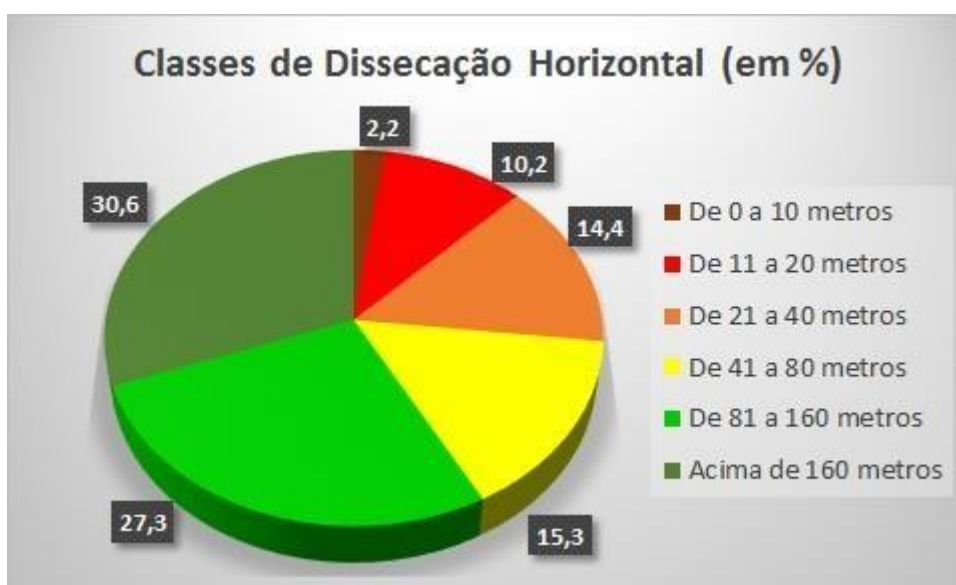


Figura 5 - Área ocupada pelas classes de dissecação horizontal na bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

Carta de Dissecação Horizontal da Bacia do Córrego Mãe Preta

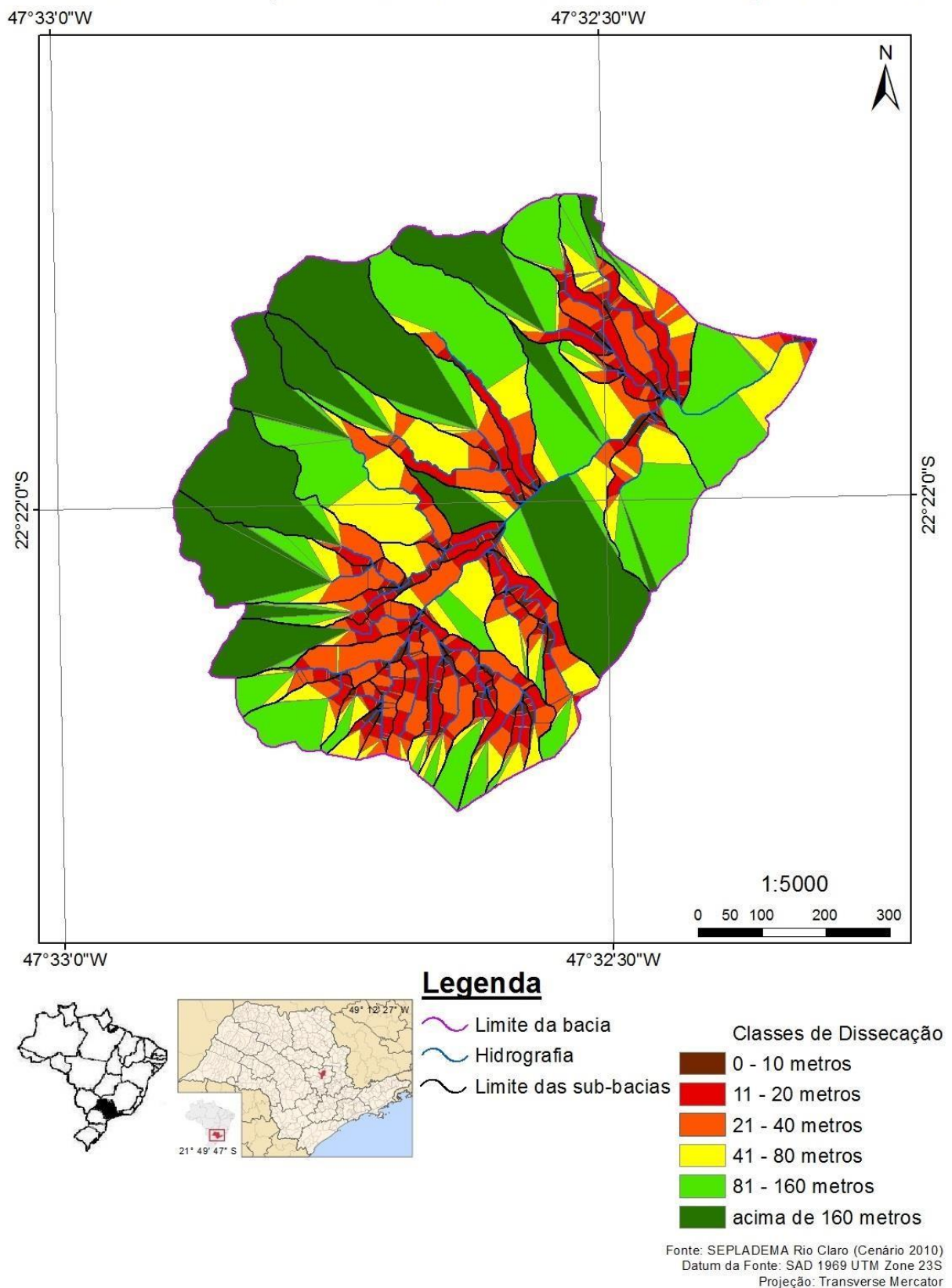


Figura 6 – Carta de dissecação horizontal do relevo da bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

Na carta de dissecação vertical (Figura 8) se destaca a classe de 0 a 2 metros, que abarca 33,8% da área da bacia e se localiza em toda a região próxima do leito do córrego. Seguida pela classe de 9 a 16 metros, com 24,6%, que ocupa boa parte da extremidade oeste e uma parte considerável do setor sudeste da bacia. As classes intermediárias são de 5 a 8 metros, com 17,2%, e de 3 a 4 metros, a qual ocupa 13,1% da área da bacia. Ambas as classes possuem predominância no setor central, no setor leste e em algumas porções no setor sul. A classe de 17 a 32 metros abarca um total de 10,5% da área com predominância nos setores sudeste, oeste e norte. A classe com menor ocorrência é acima de 33 metros, com 0,8%, com destaque para uma pequena parcela no setor norte (Figura 7). As áreas de maiores índices de dissecação vertical estão nas extremidades da área da bacia. Isso se deve a altitude relativa desses setores em relação ao talvegue, os quais se localizam no divisor de águas e nas áreas de cumeada.

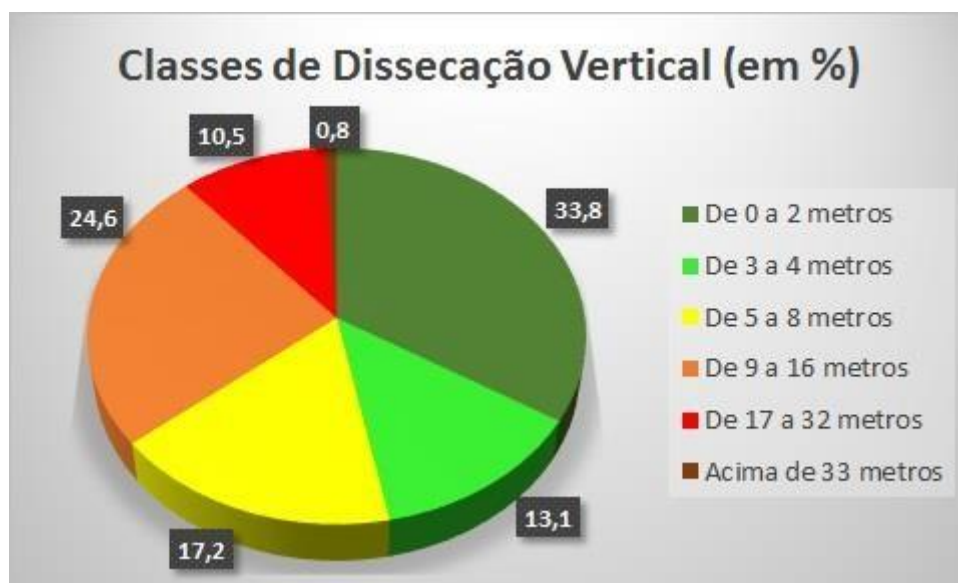


Figura 7 – Área ocupada pelas classes de dissecação vertical na bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

Carta de Dissecação Vertical da Bacia do Córrego Mãe Preta

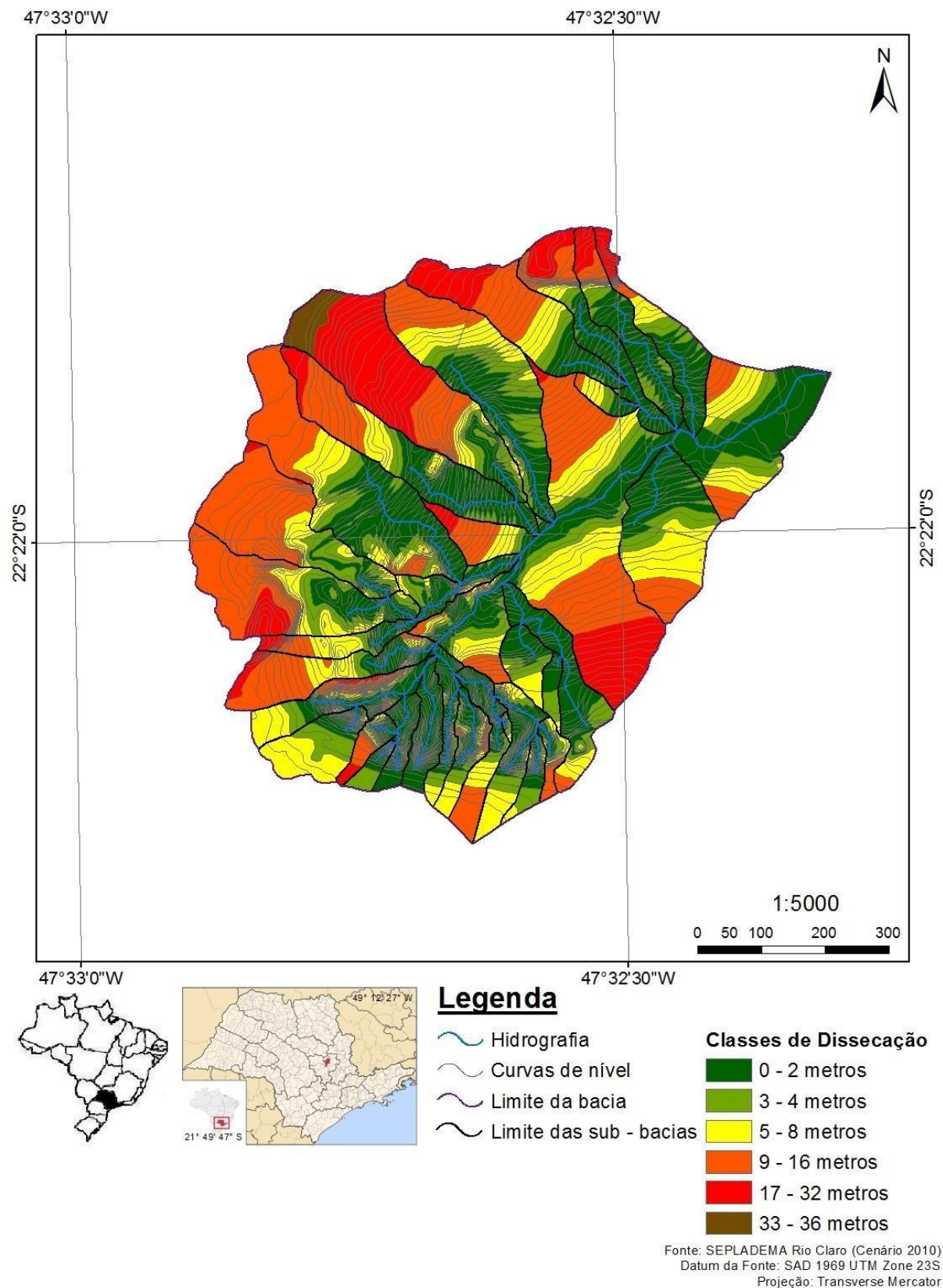


Figura 8 – Carta de dissecação vertical do relevo da bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

A carta de uso da terra (Figura 10) permitiu constatar que a classe de vegetação arbórea ocupa 42,1% da área, sendo esta a classe de maior representatividade, seguida de vegetação herbácea, com 30,7% do total; em seguida a classe de pastagem, que ocupa 15%; logo após esta vem a classe da área construída, com 10% e a classe de arruamento, com 1,8%. A classe com menores índices de representatividade corresponde ao solo exposto, que abarca 0,4% da área da bacia (Figura 9).

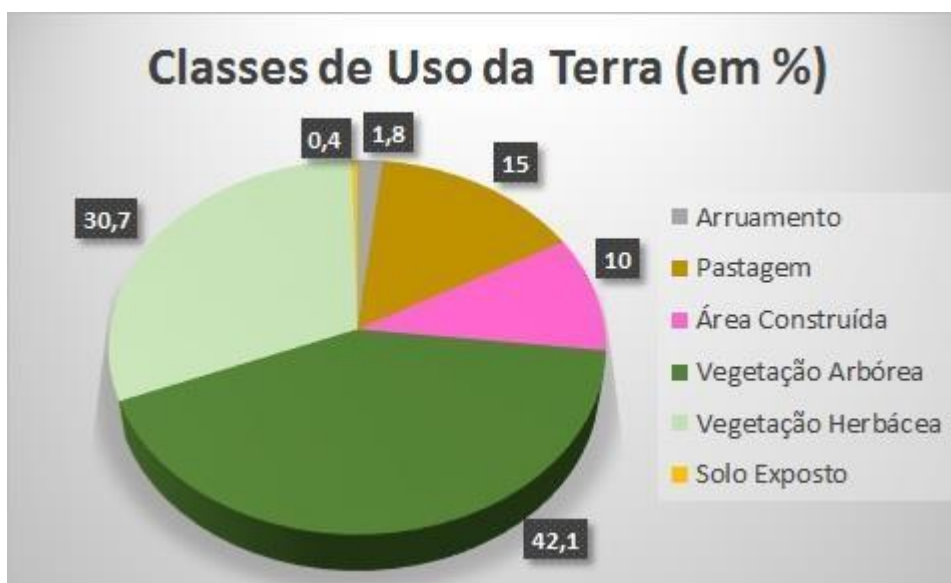


Figura 9 – Distribuição das classes de uso da terra na bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

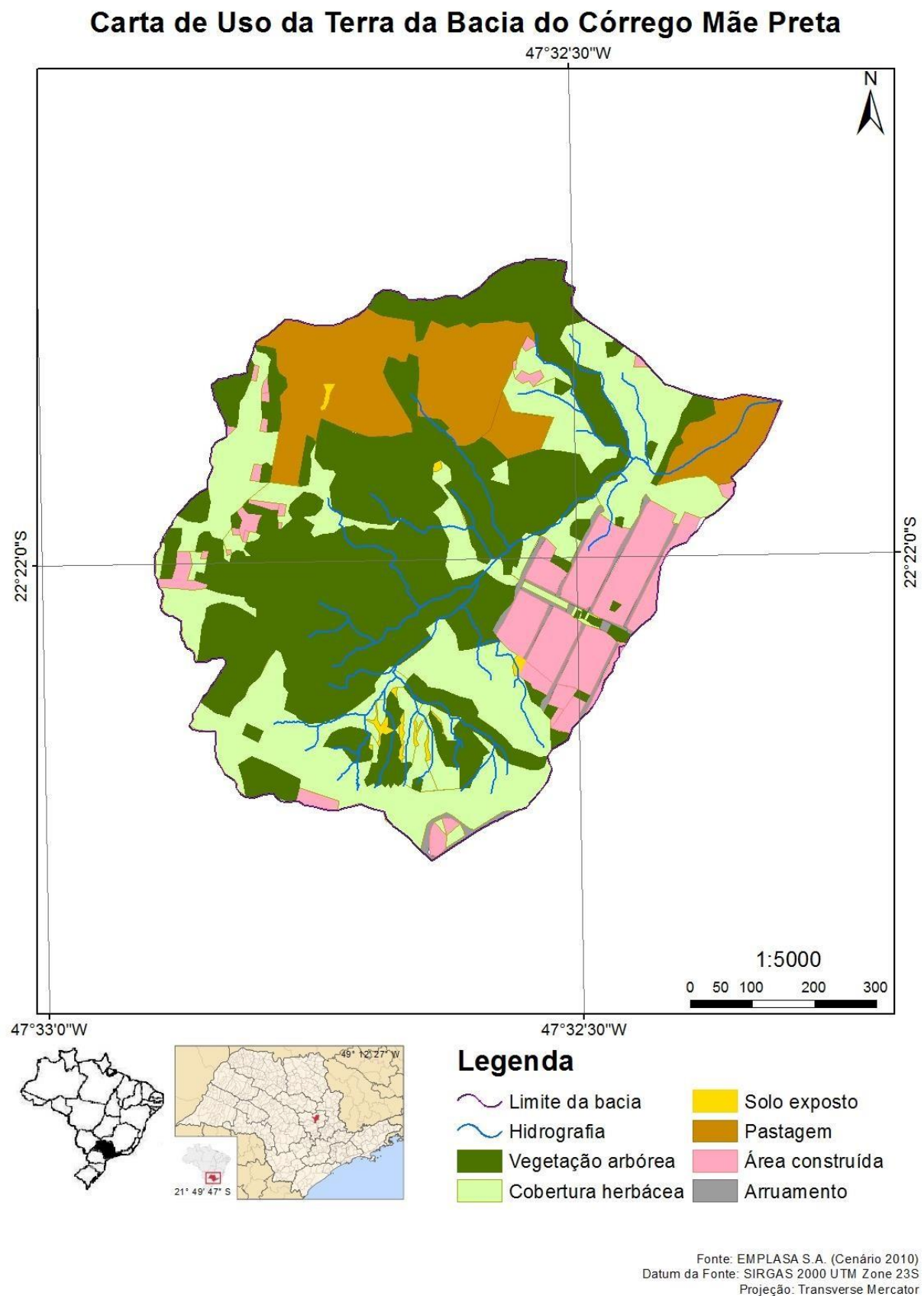


Figura 10 – Carta de uso da terra da bacia do córrego Mãe Preta, em Rio Claro (SP).

A vegetação arbórea engloba quase todo o setor central e centro – oeste da área, como também uma parcela considerável no setor norte. Já a vegetação herbácea predomina no setor sul e nordeste, e com relevância no setor oeste e sudoeste. A pastagem é registrada no setor norte e nordeste, em contraste com as classes de vegetação arbórea e herbácea. A área construída se destaca no setor leste da área da bacia, com algumas manchas espalhadas pelos setores sul, leste e nordeste. O arruamento se localiza no setor leste e em uma pequena parcela no setor sul, em conjunto com a classe de área construída. Por fim o solo exposto se localiza em pequenas porções nos setores norte, centro – leste e centro – sul.

Durante a ida ao campo constatou-se que a nascente localizada no setor sudeste, mapeada na base cartográfica, que desaguaria no canal principal do córrego, encontra-se seca (Foto 1). Dois fatores podem ter contribuído para a ausência de água no afluente: o assoreamento causado pela atividade antrópica, e o período de seca no qual foi feita a análise *in loco* (mês de junho). As setas vermelhas ilustram o trajeto por onde o canal da drenagem passaria.

Perto do mesmo lugar da primeira imagem, notou-se o surgimento de ravinas juntamente com vegetação rasteira (Foto 2).

Mais adentro da voçoroca, na região central da bacia, notou-se a visível velocidade do canal principal mesmo na estação seca (Foto 3). É importante ressaltar que quanto maior é a velocidade, mais sedimentos o mesmo pode transportar.

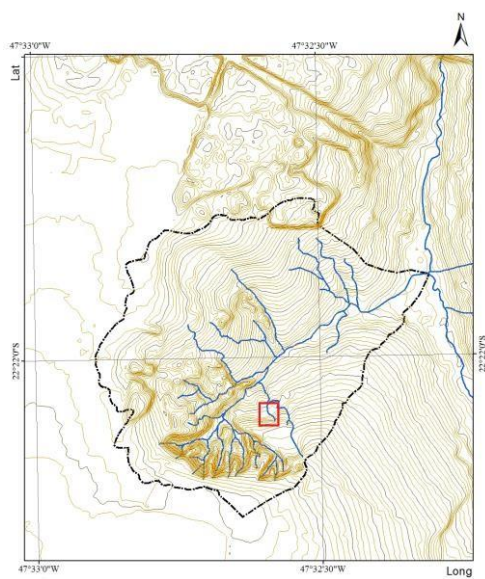


Foto 1 - Localização de drenagem cujo leito foi encontrado seco. Fonte: Arquivo do Autor



Foto 2 – Surgimento de ravinas na bacia do Córrego Mãe Preta. Fonte: Arquivo do autor.

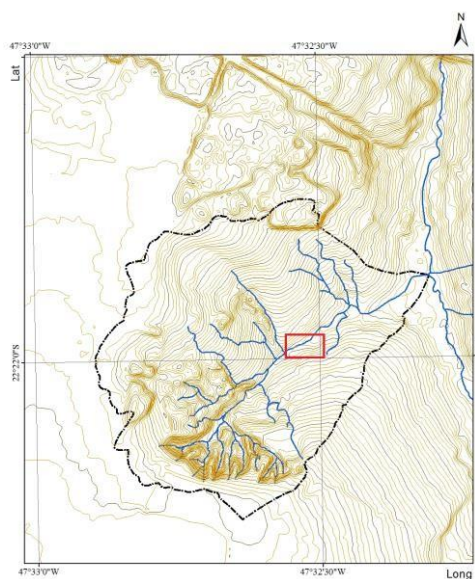


Foto 3 – Trecho do córrego por onde a drenagem atinge maior velocidade. Fonte: Arquivo do autor.

Os materiais encontrados em campo coincidem com os mencionados por Zaine (2000) e Mendes (2015), o que confirma que além da vegetação, a heterogeneidade da Formação Rio Claro também é responsável pelo processo erosivo ocorrer de maneira irregular, em diferentes setores da área de estudo.

De forma nítida, o processo erosivo é mais dinâmico no setor sul onde há inúmeros afluentes do córrego e uma frequência considerável de solo exposto (Foto 4). Na foto 4, as setas indicam o trajeto dos canais de drenagem.

Em campo, foi possível constatar, com enfoque no setor sudoeste da área, as diferenças na dinâmica do processo erosivo de acordo com os diversos tipos de vegetação. Assim, nas áreas de vegetação arbórea os processos erosivos ocorrem de maneira menos agressiva que na herbácea (Foto 5).

Na foto 5, é possível visualizar o contraste na cobertura vegetal, em conjunto com uma porção de solo exposto na área onde há predominância de vegetação arbórea.

O processo erosivo mais agressivo nas áreas de alta declividade se deve principalmente pela ausência de vegetação, que faz com que as águas ganhem mais velocidade. Ainda, a diferença de materiais que compõem o solo pode afetar essa dinâmica erosiva nas diferentes áreas da bacia.

Foi encontrado também uma obra construída no setor sudoeste a base de concreto (Foto 6) para conter o avanço do processo erosivo. Porém, essa se encontra em condições desfavoráveis na mitigação de danos, a sua estrutura é íngreme demais e os degraus são muito curtos para amenizar a energia da água.

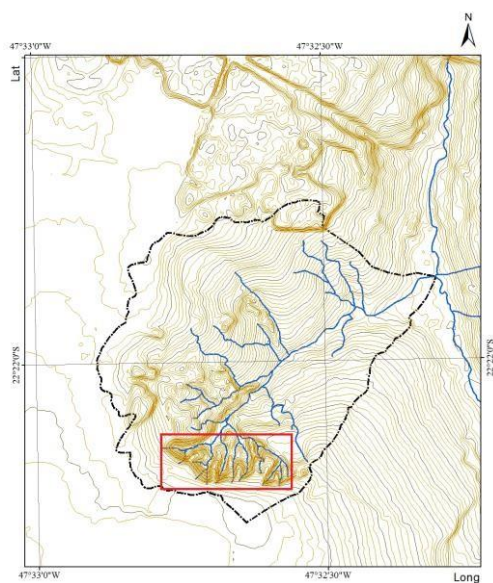


Foto 4 - Principais feições da região de maior declividade. Fonte: Arquivo do autor.

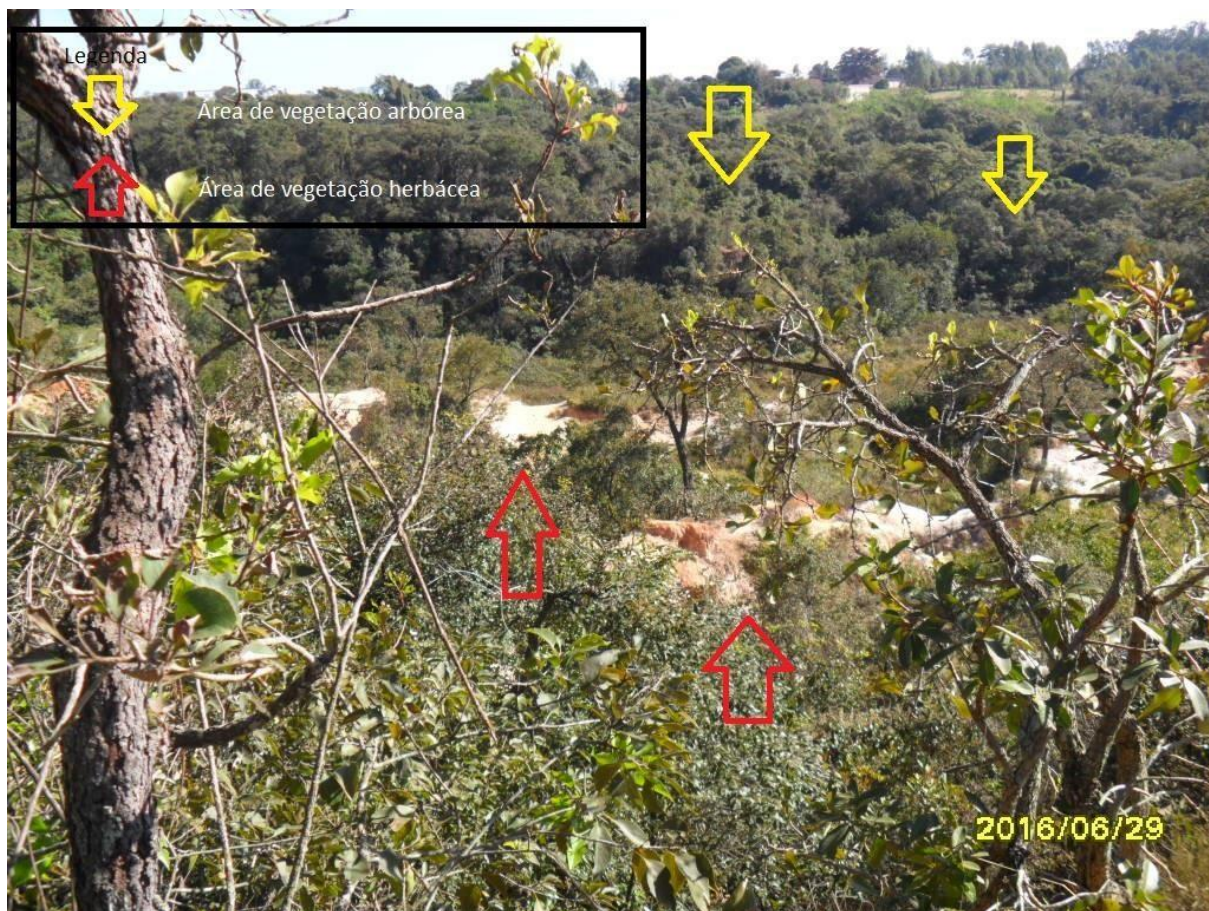


Foto 5 - Diferença no processo erosivo tendo em vista o contraste dos tipos de vegetação. Fonte: Arquivo do Autor.



Foto 6 – Obra criada para contenção do escoamento superficial. Fonte: Arquivo do autor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada permitiu constatar que a velocidade do processo erosivo não é homogênea. Isso se deve a complexidade dos materiais agregados da formação Rio Claro, que possuem composição e granulação diferenciada, e a vegetação, que em sua maioria não se encontra no estado original. Portanto, o avanço da voçoroca ocorre de maneira mais acentuada nos setores onde houve atividade antrópica, em contrapartida aos setores em que se manteve a vegetação nativa, nos quais a erosão se dá em proporção mais amena. As diferentes feições do relevo observadas em campo comprovam esta análise, sendo mais acidentado nos setores de vegetação herbácea e nos setores de solo exposto devido ao escoamento superficial da água da chuva, e mais suavizados nos setores onde se localiza a vegetação arbórea. No setor centro-oeste da bacia, por exemplo, há predominância de vegetação arbórea sobre um terreno com altos índices de declividade (entre 15,1 a 30%), porém as feições observadas no campo apontam que a erosão é mais lenta nesse setor do que no setor sul, onde a vegetação arbórea é escassa. A carta de uso da terra ilustra que também há um aumento das áreas de pastagem, que pode acarretar no avanço da denudação nas regiões de medias vertentes (entre 5,1 a 15% de declividade).

Os documentos cartográficos elaborados para a realização desta pesquisa condizem com as observações feitas em campo. As cartas morfométricas, isto é, a carta de declividade, a carta de dissecação horizontal e a carta de dissecação vertical expressam a susceptibilidade natural do terreno aos processos morfogenéticos. Trata-se de uma área susceptível a erosão, com solo e litologia de composição heterogênea e de textura, em sua maioria, arenosa. As ravinas avistadas no setor sudeste da bacia evidenciam o avanço do processo erosivo, podendo agregar-se à voçoroca e expandir-se até as residências das ruas 24 MP e 25 MP do bairro Parque Mãe Preta, ou seja, estas mudanças significativas no sistema relevo agravam a situação daqueles que moram nas imediações da voçoroca. A ação antrópica altera a dinâmica dos canais de drenagem, que por sua vez passam a carregar mais sedimentos em função da ausência de vegetação nativa. Deste modo, há o risco de, com o passar do tempo, haver assoreamento de mais afluentes além daquele que foi encontrado seco.

Por fim, nesta pesquisa foi possível utilizar-se das cartas com resolução 1:1000 para formular um perfil detalhado da bacia do córrego Mãe Preta. Descreveram-se as formações Corumbataí e Rio Claro com base na bibliografia e apontaram-se as áreas de maior e menor declividade. As cartas de dissecação horizontal e dissecação vertical objetivaram compreender

o comportamento de todos os afluentes que compõem a bacia do córrego e, utilizando-se a carta de uso da terra, buscou-se apontar os contrastes dos tipos de vegetação com os processos morfogenéticos e a intervenção antrópica no que tange as áreas urbanas e de pastoreio, as quais impactam direta e indiretamente os fenômenos e etapas do processo erosivo.

6. REFERÊNCIAS

CERON, A.; DINIZ, J. A. **O Uso de Fotografias Aéreas na Identificação das Formas de Utilização Agrícola da Terra**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 28, n.02, p.161-172, Jun.1966.

DE BIASI, M. **A Carta Clinográfica: Os Métodos de Representação e sua Confeção**. Revista do Departamento de Geografia. N. 6, p. 45 – 60. São Paulo, 1992.

FERREIRA, M. V.; TINOS, T. M.; PINTON, L. de G.; CUNHA, C. M. L.. **A Dissecção Horizontal Como Parâmetro Morfométrico Para Avaliação do Relevo: Proposta de técnica digital automática**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 15, p. 585-600, 2014.

FERREIRA, M. V.; TINOS, T. M.; PINTON, L. de G.; CUNHA, C. M. L.. **A Cartografia da Dissecção Vertical Para Avaliação do Relevo: Proposta de Técnica Automática**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 67, p. 1231-1245, 2015.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Diretoria de Geociências; Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. Ed. 2006, 91 p.

MENDES, A. C. P. M. **Alterações Morfológicas Decorrentes da Expansão Urbana no Setor Leste da Cidade de Rio Claro (SP): Subsídios ao Planejamento Urbano**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2015.178 f.

MONTEIRO, C. A. F. **O Clima e a Organização do Espaço no Estado de São Paulo: Problemas e Perspectivas**. Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia. IGEOG-USP Série Teses e Monografias nº28. 1976

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. – 2ª edição. São Paulo: Contexto, 1991 (Coleção Repensando a Geografia).

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. – 6ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009. – (Didática; 3).

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Departamento de Geografia. FFLCH/USP, 1996.

TROPPEMAIR, H. **Geossistemas e Geossistemas Paulistas**. Rio Claro, [s.n], 2000.

ZAINE, J. E. **Mapeamento Geológico-Geotécnico Por Meio do Método do Detalhamento Progressivo:** Ensaio de Aplicação na Área Urbana do Município de Rio Claro (SP). Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2000. 149 f.