
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E DO USO DA TERRA DA
BACIA DO RIBEIRÃO TIJUCO PRETO (SP): SUBSÍDIO AO
PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

ALAN SILVEIRA



**Trabalho de Conclusão de Curso –
TCC - apresentado ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista -
Campus de Rio Claro, como parte dos
requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia.**

NOV/2007

ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E DO USO DA TERRA DA BACIA DO RIBEIRÃO TIJUCO PRETO (SP): SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

ALAN SILVEIRA

Orientadora: Profª Dr. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

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

Rio Claro

Estado de São Paulo – Brasil

nov/2007

*Dedico aos meus queridos Pais, José e Mirtes,
que lutaram e ainda lutam, sem qualquer modéstia,
pela formação educacional de seus filhos.*

AGRADECIMENTOS.

Existem pessoas que colaboraram direta e/ou indiretamente, sem qualquer pretensão, para a realização desta pesquisa. A elas meu sincero agradecimento e respeito:

- À Professora Doutora Cenira Maria Lupinacci da Cunha, pela oportunidade, confiança, e acima de tudo, pela transmissão indistinta do conhecimento geográfico e geomorfológico passo a passo.
- Aos amigos do Laboratório de Geomorfologia (LAGEO), pelas trocas de conhecimentos e alegrias aos que se foram, aos que estão presentes e aos que ainda virão.
- Aos funcionários do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN/IGCE/UNESP), em especial a Bete.
- Aos funcionários das Bibliotecas (Santana e Bela Vista), em especial a Nilza, a Suzy e a Celinha.
- Aos funcionários do IGCE/UNESP (Campus Santana), em especial ao João.
- À Patrícia, por trilharmos juntos os caminhos da ciência geográfica (obra do acaso), e, sobretudo, por me eleger a acompanhá-la nos caminhos da vida (obra do amor).

Desde a compreensão das formas elementares do relevo, que pode se iniciar pelo simples entendimento do que seja uma colina e uma planície, até os conhecimentos mais complexos sobre a origem de alguns pequenos ou grandes conjuntos, estamos recuperando conhecimentos científicos que levaram séculos para se acumular. Ao estudá-los, ainda que em nível de iniciação, estamos refazendo o caminho da ciência (Ab'Sáber 1975, p.8).

RESUMO.

Este trabalho teve como objetivo principal analisar a dinâmica geomorfológica, bem como a apropriação humana do relevo, mediante a interpretação de forma integrada dos documentos cartográficos elaborados a partir de técnicas da cartografia morfométrica, geomorfológica e de uso da terra, de forma a subsidiar ações vinculadas ao planejamento ambiental da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto (SP).

Sob os auspícios da abordagem sistêmica, a partir de uma visão integrada e complexa dos sistemas geomorfológicos, propôs-se a quantificar os atributos das formas de relevo, representando-os cartograficamente com a elaboração das Cartas Morfométricas de Declividade ou Clinográfica (De Biase, 1970 e 1992), de Dissecação Horizontal (Spiridonov, 1981 e adaptações de Mauro et. al., 1991), de Dissecação Vertical (Spiridonov, 1981) e de Energia do Relevo (Mendes, 1993). Também, contemplou-se a cartografia geomorfológica de detalhe, com a elaboração da Carta Geomorfológica (Tricart, 1965), bem como o mapeamento do uso da terra, expresso na Carta de Uso da Terra (Ceron e Diniz, 1966).

De forma geral, a análise dos Produtos Cartográficos elaborados, permitiu constatar que a Bacia do Ribeirão Tijuco Preto vem sofrendo o desencadeamento de processos erosivos variados. Tais processos estão associados a uma conjunção de condicionantes, que podem ser apontados pelas variadas condições morfométricas do terreno, o clima quente e úmido reinante, as diferentes litologias aflorantes, a tipologia dos solos, bem como, e, de maneira veemente, a intervenção humana. O condicionante antrópico está majoritariamente representado pela monocultura canavieira e pela urbanização, sendo agentes cruciais no desencadeamento dos processos erosivos existentes e na interferência direta na dinâmica do escoamento fluvial da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.

Palavras chave: Geomorfologia, Bacia Hidrográfica e Planejamento Ambiental.

SUMÁRIO.

1. Introdução.....	1
2. Localização e Caracterização da Área de Estudo.....	4
3. Método, Etapas da Pesquisa e Técnicas.....	17
3.1 O Método.....	17
3.2 Etapas da Pesquisa.....	20
3.3 Técnicas Cartográficas.....	21
3.3.1 Cartas Morfométricas.....	21
3.3.1.1 Carta de Declividade ou Clinográfica.....	21
3.3.1.2 Carta de Dissecção Horizontal.....	22
3.3.1.3 Carta de Dissecção Vertical.....	23
3.3.1.4 Carta de Energia do Relevo.....	24
3.3.2 Carta Geomorfológica de detalhe.....	26
3.3.3 Carta de Uso da Terra.....	27
4. Análise dos Resultados.....	28
5. Considerações Finais.....	46
6. Referências Bibliográficas.....	49

Índice de Figuras.

Figura 1 - Localização da Área de Estudo.....	4
Figura 2 - Esboço Geológico da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.....	7
Figura 3 - Esboço Pedológico da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.....	10
Figura 4 - Balanço Hídrico da Região de Piracicaba.....	12
Figura 5 - Uso da Terra da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.....	16
Figura 6 - Compartimentos da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.....	28
Figura 7 - Carta de Declividade ou Clinográfica.....	29
Figura 8 - Carta de Dissecação Horizontal.....	30
Figura 9 - Carta de Dissecação Vertical.....	31
Figura 10 - Carta de Energia do Relevo.....	32
Figura 11 – Carta Geomorfológica de detalhe.....	33
Figura 12 – Carta de Uso da Terra.....	34

Índice de Tabelas.

Tabela 1 - Classes de Declividade mapeadas na Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.....	22
Tabela 2 - Classes de Energia do Relevo da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.....	25
Tabela 3 - Principais informações interpretadas e discutidas dos Produtos Cartográficos elaborados.....	45

Índice de Fotos.

Foto 1 - Alta Bacia, a cidade de Rio das Pedras.....	14
Foto 2 - Média Bacia, uso preponderante da monocultura canavieira.....	14
Foto 3 - Distrito Vila Tupi na baixa vertente do Ribeirão Tijuco Preto, na transição da Média para a Baixa Bacia.....	15
Foto 4 - Baixa Bacia, represamento, pinus e eucalyptus do Horto Florestal de Tupi.....	15
Foto 5 - Canalização e ocupação em área de APP do Ribeirão Tijuco Preto na cidade de Rio das Pedras.....	36
Foto 6 - Retomada erosiva paralela e longitudinal, a montante da canalização do Ribeirão Tijuco Preto.....	36
Foto 7 - Processos erosivos lineares associados à monocultura canavieira.....	39

Foto 8 - Represamento na Média Bacia Leste do Ribeirão Tijuco Preto.....	39
Foto 9 - Represamento em pequena propriedade de um afluente da margem direita do Ribeirão Batistada.....	41
Foto 10 - À direita do desmatamento, logo após a rodovia, instala-se o bairro Jardim Bartira em área de APP.....	42
Foto 11 - Retomada erosiva a qual pode estar associada à rodovia pavimentada a montante.....	44
Foto 12 - Processo erosivo linear associado à monocultura canavieira.....	44

1. INTRODUÇÃO.

A compreensão da complexidade dos sistemas naturais, que apresentam dinâmicas próprias de fluxos de energia e matéria, tem sido o maior desafio da ciência, sobretudo a partir de sua consolidação como ciência moderna. Com o advento das sociedades urbano-industriais, o elevado poderio tecnológico, proporcionou a configuração de um sistema próprio da sociedade, caracterizado como um sistema antropizado, que interfere diretamente na dinâmica do sistema natural.

A relação entre o sistema natural e o sistema antropizado, que se reflete nos diversos padrões de organizações espaciais, tomou proporções relevantes no âmbito da ciência geográfica, atribuindo como campo de seu conhecimento o entendimento das derivações resultantes da interação entre sociedade e natureza, ou entre o sistema natural e o sistema antrópico.

Inerente ao conhecimento geográfico, a Geomorfologia, que tem especial atenção às formas e processos do relevo, vem contribuindo significativamente para a compreensão da relação entre o social e o natural, haja vista, que na superfície terrestre se consolidam e materializam as atividades e produção dos espaços humanizados.

Assim, o relevo é um componente da natureza, sendo produto de fluxos internos e externos de energia, resultando em formas as quais oferecem sustentáculo para arranjos espaciais de produção humana (Ross, 2006). Logo, a Geomorfologia também tem fundamental importância na compreensão da relação sociedade - natureza, visto que, é no relevo, parte integrante do sistema natural, que as sociedades organizam e produzem seus espaços. Ross (2006, p.9), argumenta que:

A Geomorfologia é a disciplina das ciências da Terra mais diretamente utilizada e proporciona suporte absoluto as atividades humanas. Nesse sentido, destaca-se que o relevo da superfície terrestre é o “pisso”, o “chão”, onde a humanidade constrói e desenvolve suas atividades, produz, organiza e reorganiza seus espaços territoriais. A Geomorfologia ajuda a explicar como os espaços territoriais terrestres se organizam por meio das ações humanas.

Visto isso, o projeto inicial deste trabalho contemplou, diante dos pressupostos geográficos e geomorfológicos, a relação estabelecida entre o sistema natural e o sistema antrópico. Assim, este trabalho teve como objetivo principal analisar a dinâmica geomorfológica, bem como a apropriação humana do relevo, mediante a interpretação de forma integrada dos documentos cartográficos elaborados a partir de técnicas da cartografia

morfométrica, geomorfológica e de uso da terra, de forma a subsidiar ações vinculadas ao planejamento ambiental da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.

Utilizou-se como fundamentação teórica a *Teoria Geral dos Sistemas* aplicada à ciência geográfica, sobretudo no que concerne aos sistemas geomorfológicos, tendo a obra de Antonio Christofolletti (1979), *Análise de Sistemas em Geografia*, como referencial teórico para compreensão desta *Teoria*.

Dessa forma, adotou-se como unidade de análise a bacia hidrográfica, mais especificamente a Bacia do Ribeirão Tijuco Preto (SP), compreendendo-a como um sistema controlado, já que as atividades antrópicas se realizam via expansão urbana de Piracicaba (SP) e Rio das Pedras (SP), mas, sobretudo pelo cultivo extensivo da monocultura canavieira. Propôs-se, portanto, a elaboração de documentos cartográficos que contemplassem a análise geomorfológica e do uso da terra do sistema eleito, como forma de subsidiar ações do planejamento ambiental.

Sob os auspícios da abordagem sistêmica, a partir de uma visão integrada e complexa dos sistemas geomorfológicos, propôs-se a quantificar os atributos das formas de relevo, representando-os cartograficamente com a elaboração das Cartas Morfométricas de Declividade ou Clinográfica, de Dissecção Horizontal, de Dissecção Vertical e de Energia do Relevo. Também, contemplou-se a cartografia geomorfológica de detalhe, com a elaboração da Carta Geomorfológica, bem como o mapeamento do uso da terra, expresso na Carta de Uso da Terra.

A Carta de Declividade ou Clinográfica, realizada através de procedimentos técnicos proposto por De Biase (1970 e 1992), representa quantitativamente, em porcentagem, a inclinação das vertentes. A Carta de Dissecção Horizontal, apoiada em Spiridonov (1981) e adaptações de Mauro (1991 et. al.), quantifica a distância que separa os talwegues das linhas de cumeada. Enquanto a Carta de Dissecção Vertical, proposta por Spiridonov (1981), objetiva quantificar a altitude relativa entre a linha de cumeada e o talvegue.

Como produto de integração das informações obtidas através das Cartas mencionadas, configura-se a Carta de Energia do Relevo, com procedimentos técnicos apoiados em Mendes (1993), espacializando o potencial morfométrico no desencadeamento de processos morfológicos. A Carta Geomorfológica, embasada em técnicas de Tricart

(1965), representa as formas de relevo, possibilitando, através de sua análise, inferir os processos geomórficos e assim espacializar a dinâmica geomorfológica atuante na unidade mapeada. A Carta de Uso da Terra, seguindo as recomendações técnicas de Ceron e Diniz (1966), espacializa os padrões de uso e ocupação resultantes da produção humana.

Dessa maneira, considerou-se que a representação cartográfica do relevo tem papel indispensável na abordagem do planejamento ambiental, visto que é sobre as feições geomorfológicas que se localizam e se desenvolvem as atividades humanas (Cunha, Mendes e Sanchez, 2003). O modelado terrestre surge como elemento do sistema ambiental físico e é fator condicionante para a realização das atividades humanas e organizações espaciais (Christofolletti, 1995).

Nessa perspectiva, a representação cartográfica do relevo pode fornecer dados sobre as condições locais para ocupação ou, ainda, em caso de ocupação já efetiva, pode auxiliar na identificação de áreas problemáticas do ponto de vista ambiental. (Cunha, Mendes e Sanchez, 2003). A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tijuco Preto, localizada e caracterizada a seguir, vem sofrendo desses agravantes oriundos da intervenção humana sem qualquer planejamento.

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tijuco Preto, unidade de análise desta pesquisa, está localizada no interior do estado de São Paulo e apresenta área de 85,15 Km², sendo que 43,94% de sua extensão pertence ao município de Piracicaba, enquanto 56,06% insere-se no município de Rio das Pedras. O Ribeirão Tijuco Preto é afluente direto da margem esquerda da média bacia do Rio Piracicaba (Fig. 1), encontrando-se posicionado, do ponto de vista geomorfológico, na Província da Depressão Periférica Paulista, estabelecendo-se aproximadamente entre as latitudes 22°42'17'' e 22°51'36'' S, e as longitudes 47°30'30'' e 47°37'03'' W.

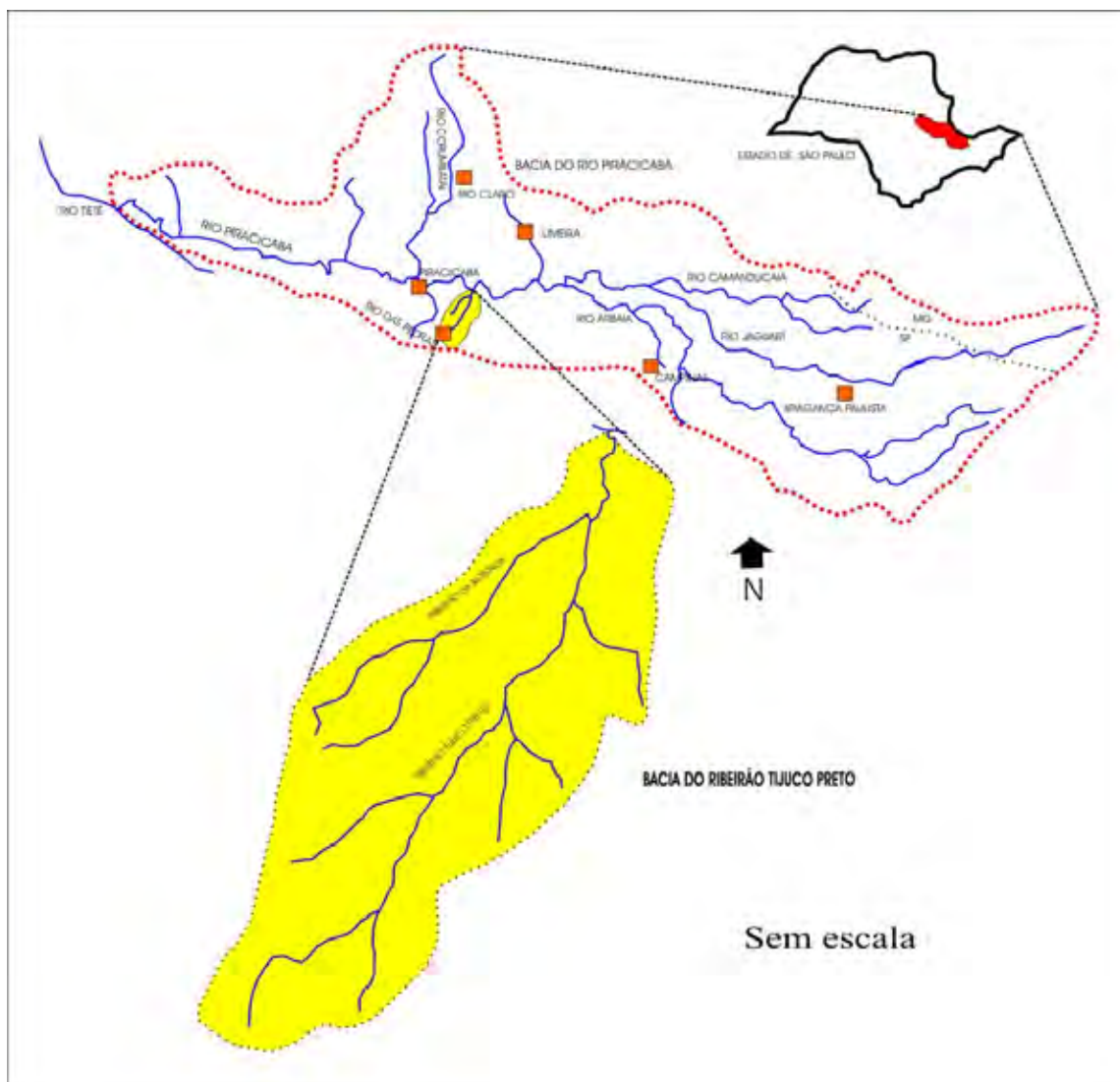


Fig. 1: Localização da Área de Estudo.
Elaboração: Silveira, A. (2006).
Adaptado de Instituto Florestal (1999).

Ab'Sáber (1969) compreende morfologicamente a Depressão Periférica Paulista como um corredor de topografia colinosa de aproximadamente 50Km de largura, que está embutida entre a cuesta da Borda da Mata e Monte Santo e as elevações cristalinas do acidentado planalto atlântico. Penteado (1976) argumenta que a Depressão Periférica Paulista está esculpida predominantemente em sedimentos do Paleozóico, correspondendo a uma área deprimida embutida entre as escarpas avançadas da zona das Cuestas e o Planalto Cristalino Atlântico, com topografia pouco acidentada numa faixa de cerca de 450 quilômetros de comprimento, de norte a sul, e de aproximadamente 100 quilômetros de largura média.

Nesta Província destaca-se a ocorrência de seqüências sedimentares infra-basálticas Paleozóicas e Mesozóicas, incluindo áreas descontínuas de corpos intrusivos, sob forma de diques e *sills* de diabásio, predominando relevos de colinas amplas, colinas médias e, em menor quantidade, morrotes alongados e espigões (IPT, 1981). Almeida (1964), apoiando-se em Deffontaines (1935), compartimentando o relevo paulista, subdividiu a Província da Depressão Periférica em três zonas: do Médio-Tietê, do Mogi-Guaçu e do Paranapanema, delimitadas segundo os divisores de água desses rios, estando a área deste trabalho calcada na primeira zona citada.

Para Almeida (1964) a zona do Médio Tietê é coberta por uma rede de drenagem bastante organizada, em que se destacam o Tietê e seus dois principais afluentes, o Piracicaba e o Sorocaba. O padrão geral da drenagem é dendrítico, notando-se porém algum controle estrutural a partir de diáclases e da presença de corpos litológicos mais resistentes, especialmente diabásio (Almeida, 1964). Para Ross e Moroz (1997), a Depressão Periférica Paulista, tratada como uma unidade morfoescultural embutida na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, apresenta no setor do Médio-Tietê formas de relevo denudacionais com modelado constituído principalmente por colinas de topos amplos tabuliformes e convexos.

Conforme o mapa geomorfológico do estado de São Paulo elaborado pelo IPT (1981a), a Bacia do Ribeirão Tijuco Preto fica caracterizada majoritariamente pela presença de *colinas amplas*. Encontram-se ainda na Baixa e Média Bacia do Ribeirão Tijuco Preto (extremo oeste), bem como na baixa Bacia de seu principal afluente, o Ribeirão Batistada,

morrotes alongados e espigões. Tais formas de relevo e algumas de suas características foram definidas pelo IPT (1981,a) como:

Colinas amplas: predominam interflúvios com área superior a 4 Km², com topos extensos e aplainados tendo as vertentes perfis retilíneos e convexos. A drenagem apresenta baixa densidade e padrão dendrítico, com vales abertos e planícies aluviais interiores restritas, ocorrendo à presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes;

Morrotes alongados e espigões: predominam interflúvios sem orientação preferencial, com topos angulosos a achatados e vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de alta e média densidade, com padrão dendrítico e vales fechados.

Já o mapa geomorfológico do estado de São Paulo elaborado por Ross e Moroz (1997), classificou o relevo em níveis de fragilidade potencial, sendo que grande extensão da Bacia do Ribeirão Tijucu Preto ficou caracterizada com nível de *alta fragilidade*, enquanto apenas a Alta Bacia do curso principal e a média e baixa Bacia do Ribeirão Batistada foram classificadas com nível de *baixa fragilidade*. Os níveis de fragilidade potencial encontrados são compreendidos, por Ross e Moroz (1997), como:

Alta fragilidade potencial: Formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.

Baixa fragilidade potencial: Formas com dissecação baixa, vales pouco entalhados e baixa densidade de drenagem. Potencial erosivo baixo.

Um dos fatores condicionantes na esculturação do relevo diz respeito ao substrato litológico. A Zona do Médio-Tietê é constituída principalmente por rochas sedimentares com áreas expressivas de intrusões de rochas básicas, que geram reflexos em sua topografia (IPT, 1981). De acordo com mapeamento realizado pelo IGG (1966) e IPT (1981b) encontram-se sob a área de estudo tanto litologias Paleozóicas, referentes ao Grupo Tubarão e Passa Dois, como Mesozóicas, referentes ao grupo São Bento (Fig. 2).

O Grupo Tubarão se faz presente através das Formações Itararé, do Carbonífero Superior e Tatuí, do Permiano Médio. A primeira caracteriza-se pela presença de “depósitos glaciais continentais, glacio-marinhos, fluviais deltáicos, lacustres e marinhos compreendendo principalmente arenitos; conglomerados, diamictitos, tilitos, silitos,

ESBOÇO GEOLÓGICO DA BACIA DO RIBEIRÃO TIJUCO PRETO (SP)

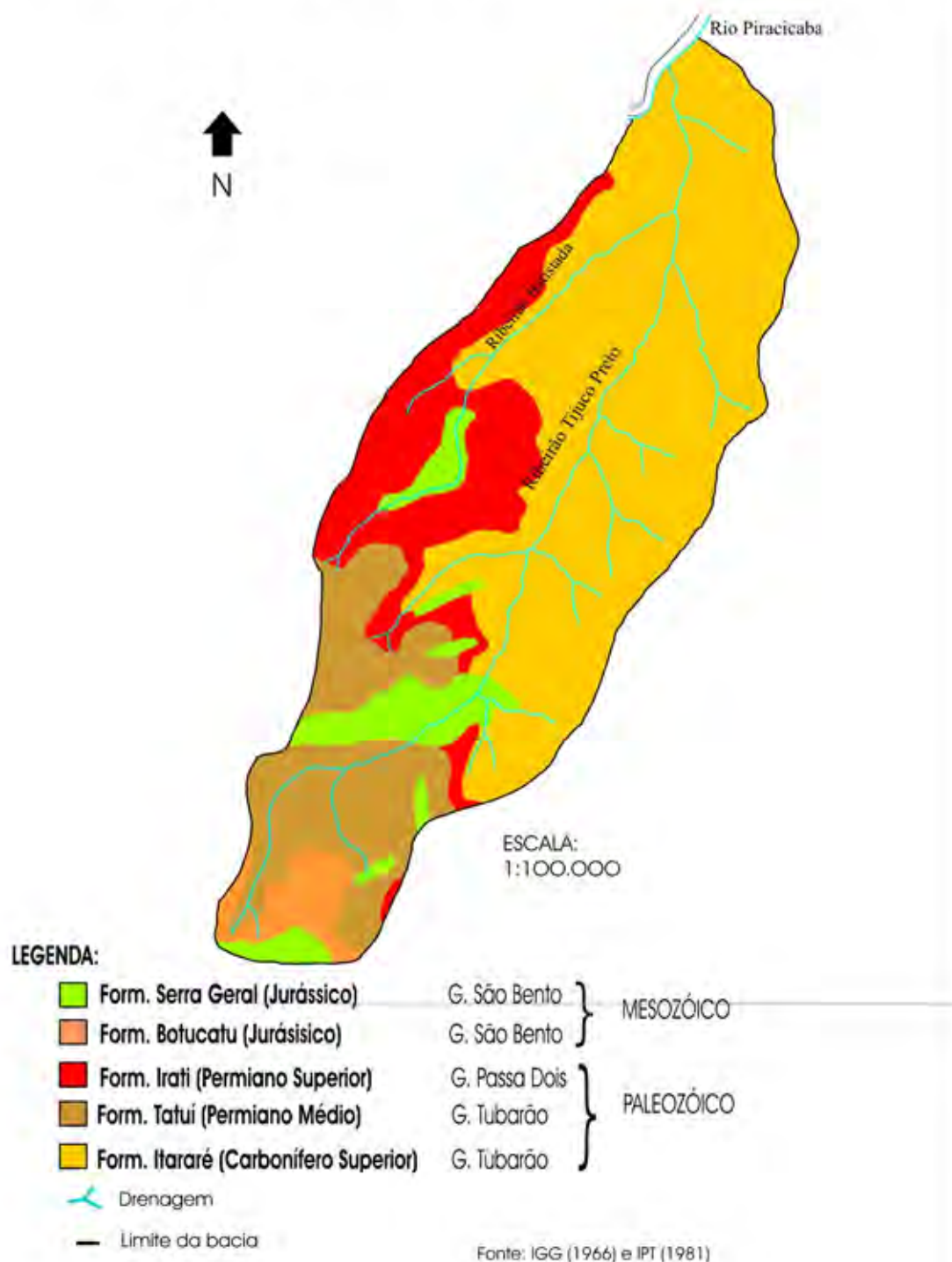


Fig. 2: Esboço Geológico da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.

folhelhos, ritimitos e raras camadas de carvão” (IPT, 1981b, p.48). Esta Formação aflora predominantemente na Bacia do Ribeirão Tijuco Preto, sendo que Vidal Torrado (1994), em estudo sobre um setor da Baixa Bacia, observou sua complexidade litológica subdividindo-a em dois domínios distintos, sendo estes expressos no:

Domínio de diamictitos e rochas de textura mais fina: com a presença de siltitos, siltitos argilosos e diamictitos maciços, de ambiente de sedimentação pró-deltaico (VIDAL TORRADO, 1994).

Domínio de litologia arenosa (predominante na área estudada): com a presença de arenitos muito finos, arenitos finos maciços com marcas onduladas ou com estratificação plana-paralela, além de diamictitos arenosos maciços. O ambiente de deposição foi compreendido como frente deltáica e praial (VIDAL TORRADO, 1994).

Já a Formação Tatuí, sobreposta a Formação Itararé, se distingue por “depósitos marinhos com estratificação plano-paralela, predominando siltitos; arenitos finos em parte concrecionados por calcário e sílex, de coloração vermelha arroxeada na parte inferior e esverdeada na base” (IPT, 1981b, p.48). O processo de sedimentação aponta para o registro de ambientes marinhos rasos, às vezes restritos, plataformais, com atuação principalmente de marés e subordinadamente ondas (Perinotto e Zaine, 1996). No estudo sobre setor da Baixa Bacia, Vidal Torrado (1994) constatou a presença de dois membros distintos da Formação Tatuí, sendo denominados por membro inferior, transacionando com a Formação Itararé e membro superior, em transição com o membro taquaral da Formação Iratí. Foram caracterizados por:

Membro superior: siltitos arenosos e siltitos argilosos maciços, níveis de areia fina a muito fina maciços ou laminados; ocorrência eventual de níveis com cimento carbonático e de troncos silicificados (VIDAL TORRADO, 1994).

Membro Superior: siltitos argilosos maciços com camadas e lentes de areia muito fina maciças, e raras de areia média ou grosseira maciças ou com estratificação cruzada (VIDAL TORRADO, 1994).

A Formação Iratí, do Permiano Superior, é representante do Grupo Passa Dois e identifica-se pela presença de “siltitos, argilitos e folhelhos silticos de cor cinza clara a escura, folhelhos pirobetuminosos, localmente em alternância rítmica com calcários areno silicificados e restritos níveis conglomeráticos” (IPT, 1981b, p.48). Caracteriza-se por estar

sobreposta discordantemente aos sedimentos da Formação Tatuí, subdividindo-se nos membros Taquaral e Assistência. O membro Taquaral é composto por folhelhos cinza dispostos na base da Formação, enquanto na parte superior encontram-se intercalações de calcário dolomítico e folhelho preto pirobetuminoso do membro Assistência (Perinotto e Zaine, 1996). Vidal Torrado (1994) observou em seu estudo o afloramento tanto do membro Taquaral quanto do membro Assistência na Baixa Bacia do Ribeirão Tijucu Preto.

O Grupo São Bento se faz presente pelas Formações Botucatu e Serra Geral, ambas do Jurássico. A primeira, recobre a Formação Pirambóia constituindo-se por “arenitos de granulação fina a média, uniforme [...] e exibe camadas de arenitos cruzada tangencial, característica de dunas caminhanter” (IPT 1981, p.50). Dessa forma, teve como processo gerador de seus arenitos a ação dos ventos, a partir de dunas eólicas desérticas (Perinotto e Zaine, 1996). Esta formação tem contato superior por interdigitação com a Formação Serra Geral, de origem magmática, gerando arenitos silicificados.

Já a Formação Serra Geral é compreendida por rochas vulcânicas dispostas em derrames basálticos, com “coloração cinza a negra, textura afanítica, com intercalações de arenitos intertrapeanos, finos a médios apresentando estratificação cruzada tangencial” (IPT, 1981b, p.48). Ocorrem também na forma de intrusões de diabásio sob forma de diques e *sills*, estando respectivamente dispostos de forma discordante e concordante em relação às camadas da rocha hospedeira (Perinotto e Zaine, 1996). Quando em formas concordantes, tais corpos localizam-se comumente no contato basal das Formações Corumbataí, Iratí e Pirambóia (COTTAS, 1983).

Outro condicionante no processo de esculturação do relevo refere-se à tipologia pedológica. As litologias citadas estão recobertas, segundo a Carta Pedológica Semi-detalhada do IAC (1989), na Bacia do Ribeirão Tijucu Preto, por solos do tipo Latossolos, Terra Roxa, Litólicos e Podzólicos. Atualizando essas informações a partir da nova classificação de solos estabelecida pela EMBRAPA (1999), a área fica caracterizada pela presença de: Latossolos, Nitossolos, Neossolos e Argissolos (Fig. 3).

Os Latossolos são compreendidos como solos “em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo” (EMBRAPA, 1999, p.91). São típicos das regiões equatoriais, tropicais, e subtropicais, distribuídos por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou

terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

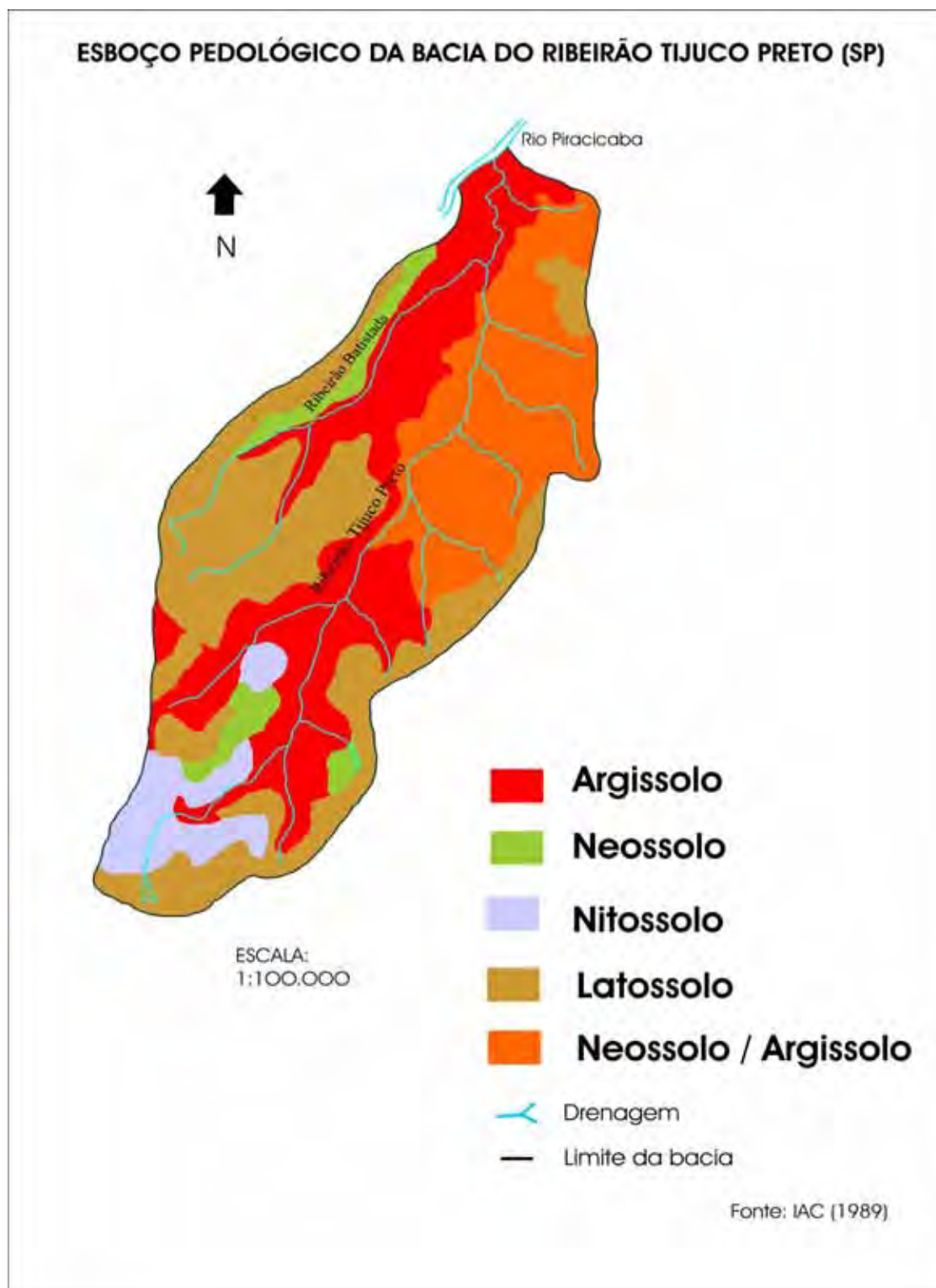


Fig 3: Esboço Pedológico da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.

Os Nitossolos enquadram solos anteriormente classificados, na maioria, como Terra Roxa, sendo constituídos por material mineral com horizonte B nítico de argila de baixa atividade (EMBRAPA, 1999). Apresentam “horizonte B bem expresso em termos de desenvolvimento de estrutura e cerosidade, mas com inexpressivo gradiente textural” (EMBRAPA, 1999, p.96).

Já os Neossolos abarcam solos anteriormente classificados como Litólicos. São constituídos por material mineral ou por material orgânico, de pouca espessura com “pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário” (EMBRAPA, 1999, p.94). Este processo pouco expressivo associa-se as características do próprio material e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Na classe dos Argissolos estão inseridos os solos anteriormente classificados, em sua grande maioria, como Podzólicos, que se constituem de material mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A ou E. “São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas” (EMBRAPA, 1999, p.83).

As condições pedológicas mencionadas estão sujeitas, conforme dados obtidos por Silva e Pfeifer (1998) para o período de 1985 a 1994, a um regime pluviométrico de duas estações bem definidas, uma chuvosa de verão, que se estende de outubro a abril e outra, seca de inverno, se estendendo de maio a setembro. O mês de agosto é o mais seco, com precipitação média de 30 mm e março é o mais chuvoso, com média de 221 mm de chuva. A precipitação média anual é de 1.374 mm. Os autores ainda indicam que o mês de janeiro é o mais quente, com temperatura média de 25,1° C e julho é o mês mais frio, com temperatura média de 17,5° C, tendo uma média anual de 22,1° C (SILVA e PFEIFER, 1998).

Thornthwaite e Mather (1955, citado por Instituto Florestal, 1999), apresentando gráfico do balanço hídrico da região de Piracicaba (Fig. 4), registraram os meses de julho a outubro como o período de deficiência hídrica, com valor de 18 mm, enquanto o excedente hídrico nos meses decorrentes atingiu o valor de 276 mm. Dessa forma, de acordo com a classificação de Koppen, a região de Piracicaba, onde se insere a Bacia de estudo, apresenta

um clima do tipo Cwa, caracterizando-se como mesotérmico úmido subtropical de inverno seco (INSTITUTO FLORESTAL, 1999).

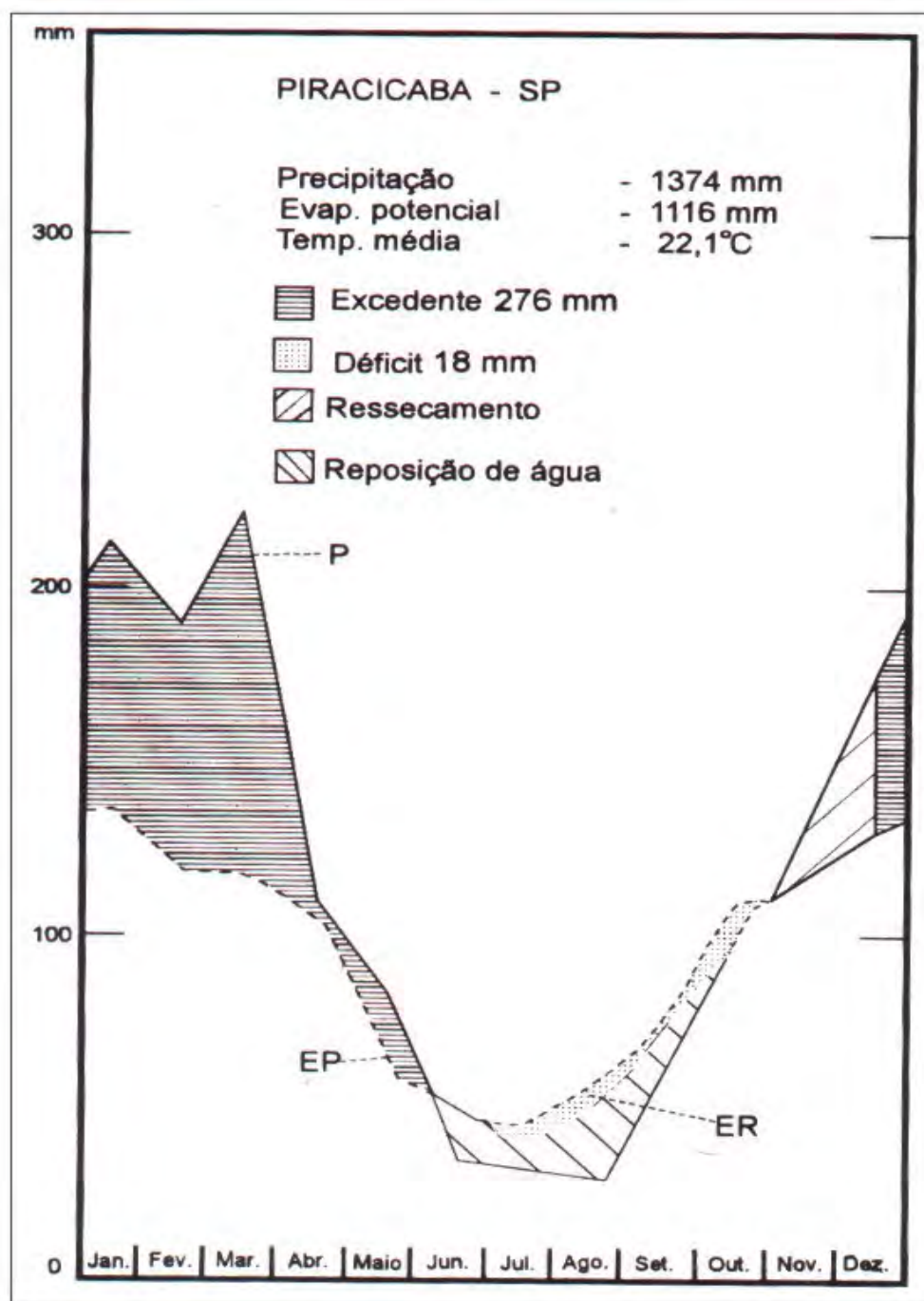


Fig. 4: Balanço Hídrico da Região de Piracicaba (Thornthwaite e Mather, 1955).

Fonte: Instituto Florestal (1999).

As condições físicas apresentadas até este momento, compreendendo o sistema natural, estão submetidas à ação permanente do sistema antrópico. A Bacia do Ribeirão Tijuco Preto é marcada majoritariamente pela presença da monocultura canavieira, além de sofrer o processo de expansão urbana de Piracicaba e Rio das Pedras.

Na Alta Bacia, encontra-se grande extensão do sítio urbano de Rio das Pedras (foto 1), bem como propriedades agrícolas produtoras de cana-de-açúcar. Na Média Bacia, predomina pelo território a monocultura canavieira, com a existência de grandes e pequenas propriedades, que fornecem matéria prima às usinas de álcool e açúcar da região de Piracicaba (foto 2).

Pertencente a este município, na Média Bacia Leste, registra-se a presença do Bairro Batistada. Já na transição da Média Bacia para a Baixa Bacia, respectivamente instalados na baixa vertente do Ribeirão Tijuco Preto e de seu afluente, o Ribeirão Batistada, encontram-se o distrito Vila Tupi (foto 3) e o bairro Jardim Bartira, ambos pertencentes à Piracicaba. Na Baixa Bacia encontra-se o Horto Florestal de Tupi (foto 4), reflorestado por pinus e eucalyptus, estando envolvido por extensas plantações de cana-de-açúcar.

Dessa forma, o agravante preponderante em termos de uso e ocupação desordenado nesta Bacia vincula-se a monocultura canavieira, bem como a expansão urbana de Rio das Pedras e Piracicaba. Em mapeamento do uso da terra da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto realizado por Prochnow (1994) (Fig. 5), para o cenário do ano de 1990, registrou-se a presença da cana-de-açúcar em 63,6% da extensão total da Bacia. Nos dias atuais, registros “in loco” permitem afirmar que os percentuais registrados em 1990 sofreram elevação, haja vista o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro regional e sua demanda por matéria-prima.



Foto 1: Alta Bacia, a cidade de Rio das Pedras.
Autor: Silveira, A. (2007).



Foto 2: Média Bacia, uso preponderante da monocultura canavieira.
Autor: Silveira, A. (2007).



Foto 3: Distrito Vila Tupi na baixa vertente do Ribeirão Tijuco Preto, na transição da Média para a Baixa Bacia.

Autor: Silveira, A. (2007).



Foto 4: Baixa Bacia, represamento, pinus e eucalyptus do Horto Florestal de Tupi.

Autor: Silveira, A. (2007).

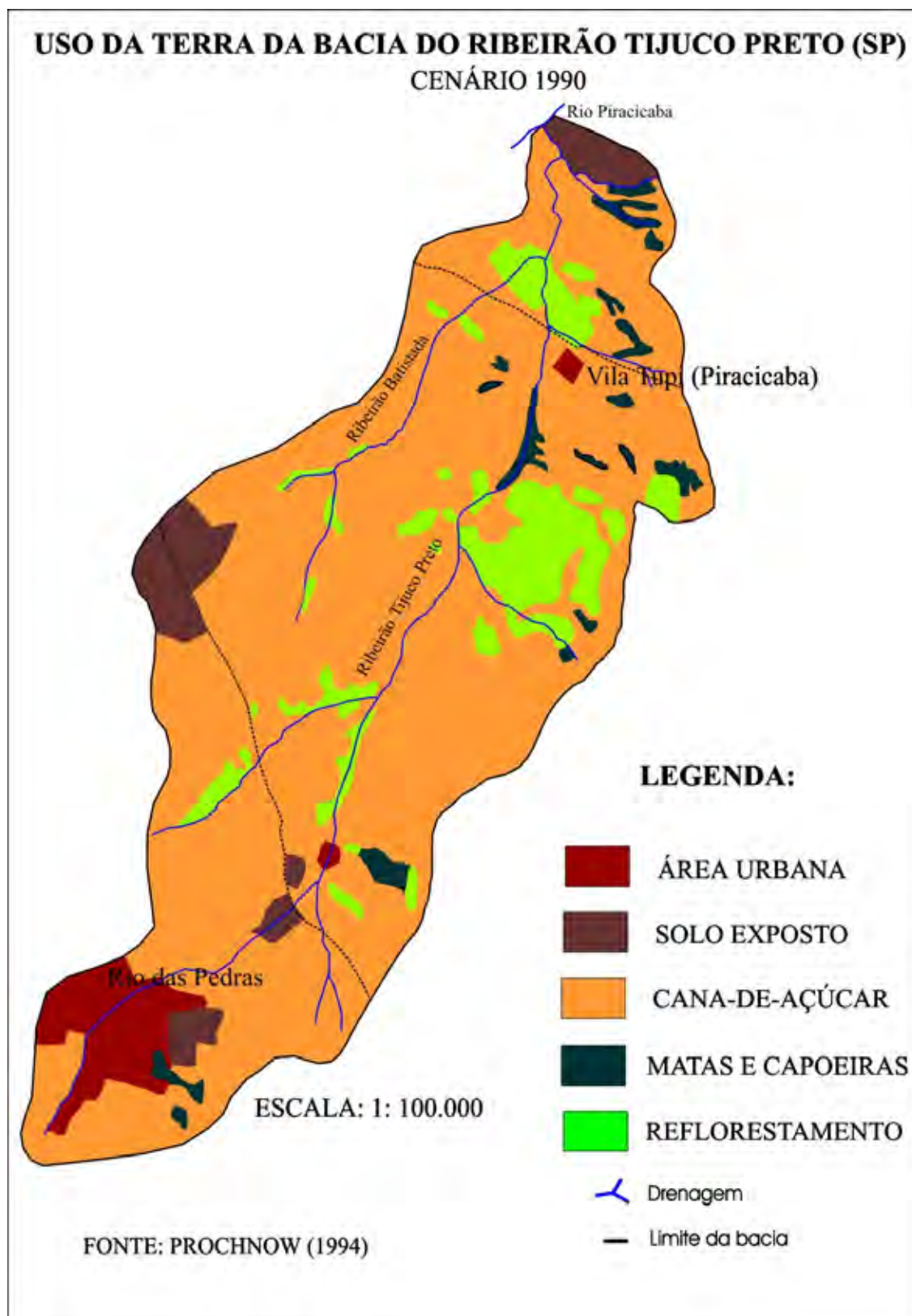


Fig. 5: Uso da Terra da Bacia do Ribeirão Tijucu Preto.

3. MÉTODO, ETAPAS DA PESQUISA E TÉCNICAS.

3.1 O Método.

Com o propósito de avaliar a Bacia do Ribeirão Tijuco Preto, foi utilizada a abordagem direta e indireta do objeto de pesquisa. A abordagem indireta se consolidou a partir das pesquisas bibliográficas e cartográficas para a elaboração de documentos cartográficos. Já a abordagem direta realizou-se com o reconhecimento detalhado da área através das operações de campo, tendo fundamental importância na compressão dos processos geomorfológicos vigentes e também na confirmação dos dados obtidos em materiais bibliográficos e cartográficos.

O arcabouço teórico que fundamentou a pesquisa esteve calcado nos princípios que norteiam a *Teoria Geral dos Sistemas* aplicada à ciência geográfica, principalmente no que diz respeito aos constituintes geomorfológicos. Christofolletti (1997, citado por Vicente e Perez, 2003, p.333) ressaltou a importância de tal método definindo sua utilidade para a análise geomorfológica:

A abordagem sistêmica surge como plenamente adequada à análise geomorfológica, pois considera que um sistema é constituído por um conjunto de elementos interconectados que funcionam compondo uma complexa entidade integrada. Nos sistemas geomorfológicos, as partes constituintes são representadas pelas formas topográficas, integradas pela ação dos processos morfológicos, enquanto os condicionamentos ambientais são representados pela dinâmica atmosférica e fatores geodinâmicos terrestres.

Ainda sobre o uso da abordagem sistêmica aplicada a geomorfologia, Cunha (2001, p.35) ressaltou que:

A *Teoria Geral dos Sistemas* tem sido amplamente utilizada por profissionais dedicados à questão ambiental e seu emprego tem sido analisado como um dos mais produtivos no que se refere aos resultados obtidos. Com relação a geomorfologia, verifica-se que é impossível compreender o relevo sem considerar os fluxos de matéria e energia responsáveis por sua gênese e esculturação. Desse modo, entendendo-se as formas de relevo como fruto da interação da estrutura geológica, do clima, atual e passado, e atualmente, da atividade antrópica, cujas relações interferem nas características pedológicas e na cobertura vegetal, verifica-se que a visão sistêmica possibilita estabelecer e analisar tais inter-relações, assim como compreender os vínculos de dependência entre esses fatores.

Quanto às definições de sistemas, Christofolletti (1979) chamou a atenção para as propostas de Hall e Fagem (1956, citado por Christofolletti, 1979) e de Thorne e Brunson (1977, citado por Christofolletti, 1979). Para os primeiros, os sistemas se caracterizam pelo

seu funcionamento e relacionamento, enquanto que para os segundos, os sistemas funcionam para executar determinada tarefa, procurando atingir um objetivo ou finalidade. Assim, Christofolletti (1979) acrescenta que os sistemas são organizados para realizar determinada finalidade no conjunto da natureza. Exemplifica as bacias hidrográficas que se organizam para escoar a quantidade de água e de detritos que são fornecidos para a sua área de drenagem. Mattos e Perez Filho (2004, p. 17), compreendendo a bacia hidrográfica como um sistema, acrescentam:

Vista como uma unidade organizada complexa (Morin, 1977), a bacia hidrográfica é formada por subsistemas, de cujas interações resulta a organização do sistema como um todo integrado. A delimitação desses subsistemas varia em função dos objetivos de cada estudo, subdivididas nas zonas de produção, transferência e deposição.

A tipologia dos sistemas, quanto ao critério funcional, pode ser diferenciada em *sistemas isolados* e *sistemas não-isolados* (Christofolletti, 1979). Este último, está subdividido em *sistemas fechados*, os quais permutam matéria, mas não energia com o ambiente circundante; e *sistemas abertos*, concepção adotada por este trabalho, que se caracterizam por constantes trocas e fluxos de matéria e energia, podendo ser exemplificado pelos *inputs* e *outputs* no sistema hidrográfico, respectivamente representados pela entrada das águas pluviais e pelas saídas de água e sedimentos através do curso principal.

Ainda quanto à tipologia, Chorley e Kennedy (1971) propuseram uma classificação estrutural e distinguiram onze tipos de sistemas. Entre estes, Christofolletti (1999), levando em consideração os mais relevantes para o campo da Geografia Física e da análise ambiental, sobretudo dos aspectos geomorfológicos, selecionou os quatros primeiros como sendo os mais relevantes, a saber:

Sistemas morfológicos: que são compostos pela associação das propriedades físicas e dos elementos dos sistemas. “Correspondem às formas, sobre as quais se podem escolher diversas variáveis a serem medidas (comprimento, altura, largura, declividade, granulometria, densidade e outras)” (Christofolletti 1999, p.6).

Sistemas em seqüência: “compostos por cadeias de sub-sistemas, relacionados por uma cascata de fluxos de matéria e energia” (Christofolletti 1999, p.6).

Sistemas processos-respostas: formados pela combinação dos sistemas morfológicos e sistemas em seqüência. “Os sistemas em seqüência indicam o *processo*, enquanto o morfológico representa a *forma*, a resposta a determinado funcionamento” (Christofolletti 1999, p.6).

Sistemas controlados: resultado da interferência do homem no sistema processo-resposta, “produzindo modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em sequência e, conseqüentemente, influenciar nas formas que com ele estão relacionadas” (Christofolletti 1999, p.6).

Assim, Christofolletti (1999) chama atenção para, ao invés de se usar as denominações da complexidade da composição estrutural como sendo categorias de sistemas, conforme utilizados por Chorley e Kennedy (1971), utilizar esta nomenclatura para distinguir categorias no procedimento analítico:

Dessa maneira, realiza-se a análise morfológica de sistemas, a análise dos processos em sistemas e a análise da interação formas e processos em sistemas. Em conseqüência, a quarta categoria encontra-se relacionada com a avaliação dos sistemas e atividades de planejamento, delineando os procedimentos de interferência (CHRISTOFOLETTI 1999, p.7).

Visto isso, esta Pesquisa teve por finalidade a análise morfológica, a análise dos processos e a análise da interação formas e processos no sistema geomorfológico. Este, como um sistema aberto, em equilíbrio dinâmico, que vem sofrendo a interferência antrópica, alterando seus fluxos de matéria e energia, permitiu a implementação do quarto nível da análise, com a avaliação dos sistemas para fins de planejamento.

Quanto à interferência antrópica nos sistemas naturais, Ross (2006) argumenta que a ação humana modifica e intensifica as trocas energéticas, no entanto não cria nem muda as leis que regem a funcionalidade dos sistemas naturais. Dessa forma:

As inserções humanas, por mais tecnificadas que possam ser, não criam natureza, não modificam as leis da natureza, apenas interferem nos fluxos de energia e matéria alterando suas intensidades, forçando a natureza a encontrar novos pontos de equilíbrio funcional (ROSS 2006, p.56).

3.2 Etapas da Pesquisa.

Para fins de sistematização da pesquisa, a mesma foi dividida em três grandes etapas, sendo elas: Coleta de Dados, Elaboração dos Produtos Cartográficos e Interpretação e Análise dos Produtos Cartográficos.

Etapas 1: Coleta de Dados.

- Levantamento bibliográfico e cartográfico sobre a área de estudo. Esta fase compreendeu a busca por trabalhos bibliográficos e cartográficos que caracterizassem a Bacia do Ribeirão Tijucu Preto, tanto no quadro local, como regional. No entanto, embora maior ênfase se tenha dado a esta etapa no início da pesquisa, a busca por trabalhos que contemplassem tais informações foi permanente durante todas as outras etapas.

Etapas 2: Elaboração dos Produtos Cartográficos.

- Organização da Base Cartográfica na escala 1:50.000, utilizando-se das folhas de Piracicaba (SF.23-Y-A-IV-2) e Capivari (SF.23-Y-A-IV-4), elaboradas pelo IBGE;
- Elaboração da Carta de Declividade, segundo a proposta de De Biase (1970 e 1992);
- Elaboração da Carta de Dissecção Horizontal, de acordo com a orientação técnica de Spiridonov (1981) e as adaptações sugeridas por Mauro et. al. (1991);
- Elaboração da Carta de Dissecção Vertical, a partir da proposta de Spiridonov (1981);
- Elaboração da Carta de Energia do Relevo, como proposto por Mendes (1993);
- Trabalho de Campo para reambulação do material cartográfico;
- Elaboração da Carta Geomorfológica, de acordo com a proposta de Tricart (1965);
- Elaboração da Carta de Uso da Terra, com proposições técnicas de Ceron e Diniz, (1966);
- Trabalho de Campo para reambulação das Cartas Geomorfológica e de Uso da Terra.

Etapas 3: Interpretação e Análise dos Produtos Cartográficos.

-Esta etapa é referente à interpretação e análise dos produtos cartográficos elaborados. Como a pesquisa proposta orientou-se pela *Teoria Geral dos Sistemas*, a análise dos resultados foi realizada considerando-se os princípios propostos e definidos pela mesma. Assim, procurou-se integrar as informações mapeadas referentes a morfometria e a geomorfologia com o objetivo de analisar o cenário morfodinâmico da Bacia do Ribeirão Tijucu Preto.

-Redação do trabalho final.

3.3. Técnicas Cartográficas

Castro e Viadana (2002) enfatizam que o estudo de uma bacia hidrográfica começa, obrigatoriamente, pela carta topográfica. Para tanto, nesta pesquisa foram utilizadas as cartas topográficas do IBGE (1988) na escala 1:50.000, folhas Piracicaba (SF.23-Y-A-IV-2) e Capivari (SF.23-Y-A-IV-4), que se configuraram como Base Cartográfica para a elaboração dos documentos propostos.

3.3.1. Cartas Morfométricas.

Cunha, Mendes e Sanchez (2003) tratam as Cartas Morfométricas como representações cartográficas que objetivam quantificar as formas do relevo, passíveis de serem analisadas através de sua geometria. Para quantificar os aspectos morfométricos do relevo da Bacia do Ribeirão Tijucu Preto foram elaboradas as Cartas de Declividade ou Clinográfica, Dissecação Horizontal, Dissecação Vertical e Energia do Relevo.

3.3.1.1. Carta de Declividade ou Clinográfica.

A elaboração da Carta de Declividade ou Clinográfica seguiu a proposta de De Biase (1970 e 1992). A primeira etapa corresponde à obtenção dos valores de maior e menor espaçamento entre as curvas de nível que, utilizados na fórmula abaixo, permitem a identificação dos valores limites da declividade da área de estudo (MENDES, 1993).

$$Dc = DN / DH \times 100$$

Onde;

Dc = declividade em porcentagem; **DN** = eqüidistância das curvas de nível e; **DH** = distância horizontal.

Feita a etapa inicial, definem-se as classes de declividade que devem obedecer aos limites máximos e mínimos de declive da área, assim como princípios que atendam os objetivos da pesquisa. Definidas as classes, constrói-se um ábaco com os valores correspondentes a cada classe pré-estabelecida, atribuídas conforme legislação, uso e ocupação da terra e características da área (De Biase, 1992).

A tabela 1 apresenta as classes, valores limites do ábaco, que correspondem à distância entre as curvas de nível, e parâmetros considerados para a Carta de Declividade da Bacia do Ribeirão do Tijucu Preto. Obtiveram-se assim, as seguintes classes de declividade para a área:

CLASSES DE DECLIVE (%)	VALORES DO ÁBACO	PARÂMETROS
< 2 %	Limite 2 % = 1,99 cm	< 2% áreas susceptíveis a inundação
2 ┤ 5 %	Limite 5 % = 0,798 cm	A partir de 5% é possível a urbanização sem restrições quanto à possibilidade de inundações
5 ┤ 12 %	Limite 12 % = 0,332 cm	Possibilidade de urbanização e mecanização agrícola
12 ┤ 20 %	Limite 20 % = 0,199 cm	Acima de 12% restrição a utilização de mecanização agrícola
20 ┤ 30 %	Limite 30 % = 0,133 cm	Até 30% permite-se a urbanização
≥ 30 %		Acima de 30% área inadequada a urbanização

Tabela 1: Classes de Declividade mapeadas na Bacia do Ribeirão Tijucu Preto (De Biase, 1992).

Para as áreas inseridas em topos de morros, espaço isolado entre uma única curva de nível e nos limites da bacia, utilizou-se um ábaco suplementar, segundo adaptações de Sanches (1993), que sugere que este tenha a metade dos valores do ábaco principal.

3.3.1.2. Carta de Dissecção Horizontal.

A Carta de Dissecção Horizontal do relevo foi elaborada segundo a proposta de Spiridonov (1981), juntamente com as adaptações sugeridas por Mauro et. al. (1991).

Primeiramente, foram delimitadas todas as sub-bacias, estabelecendo a área drenada por cada curso fluvial. Em seguida, as áreas entre o talvegue e a linha de cumeeada foram classificadas de acordo com sua distância, através do uso de um ábaco graduado, o qual demarca as classes estabelecidas para a área. Dessa maneira, o ábaco foi deslocado sobre

uma cópia da base cartográfica procurando delimitar as classes existentes em cada sub-bacia, quantificando a distância entre o talvegue e as linhas de cumeada.

Para a definição da variação das classes de dissecação horizontal, foi necessário obter o valor de maior e menor distância entre a linha de cumeada e o talvegue das sub-bacias. Estes valores foram identificados a partir de medidas lineares, elaboradas sobre a base cartográfica, entre as linhas de cumeada e os talvegues. Spiridonov (1981) recomenda que o valor de cada classe seja correspondente ao dobro do limite da classe anterior, a partir do mínimo mapeável, que para a escala deste trabalho correspondeu a 1 mm na base cartográfica, representando 50 m no terreno até o valor máximo identificado, no caso 800 m. Dessa forma, foram estabelecidas as seguintes classes: < 50 m; $50 \text{ --- } 100$ m; $100 \text{ --- } 200$ m; $200 \text{ --- } 400$ m; $400 \text{ --- } 800$ m; ≥ 800 m.

3.3.1.3. Carta de Dissecação Vertical.

Para a Carta de Dissecação Vertical utilizou-se também da orientação técnica de Spiridonov (1981). O primeiro passo para sua elaboração, conforme mesmo procedimento adotado na Carta de Dissecação Horizontal, foi a delimitação de cada pequena sub-bacia.

Posteriormente, identificaram-se os pontos onde ocorrem às interseções entre os talvegues e cada curva de nível. Estes pontos foram unidos às linhas de cumeada, respeitando a linha de maior caída do relevo, ou seja, a menor distância entre o talvegue e a linha de cumeada (CUNHA, MENDES E SANCHEZ, 2003).

As classes de dissecação vertical foram estabelecidas de acordo com a equidistância entre as curvas de nível, que retrata o desnível altimétrico entre estas, sendo neste trabalho de 20 m. Logo, as classes estabelecidas foram: < 20 m; $20 \text{ --- } 40$ m; $40 \text{ --- } 60$ m; $60 \text{ --- } 80$ m; $80 \text{ --- } 100$ m; ≥ 100 .

3.3.1.4. Carta de Energia do Relevo.

A Carta de Energia do Relevo seguiu a proposta de Mendes (1993), tratando-se de uma carta de integração, obtida através da associação das informações das Cartas de Declividade ou Clinográfica, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical.

O procedimento técnico utilizado consistiu na compilação dos dados quantitativos da geometria do relevo fornecidos pelas Cartas Morfométricas. Dessa forma, as classes de energia do relevo configuram-se como índices identificados por termos qualitativos, variando de muito forte a muito fraco (Mendes, 1993). As classes devem ser formuladas a partir das características da área de estudo e do interesse particular do usuário, compilando as informações morfométricas em uma mesa de luz (CUNHA, 2001).

Para este trabalho, a sequência prioritária das informações morfométricas mapeadas e os valores correspondentes a cada classe, seguiram os parâmetros adquiridos respectivamente na Carta de Declividade ou Clinográfica, seguida da Carta de Dissecção Horizontal e por último da Carta de Dissecção Vertical. Assim, pode-se exemplificar a classe muito forte de energia do relevo na Bacia do Ribeirão Tijuco Preto quando ocorrerem as seguintes situações:

- Declividades superiores a 30% combinadas com qualquer classe dos dois outros parâmetros (para expressar esta combinação incluem-se todas as classes dos dois outros parâmetros);
- Dissecção horizontal elevada - < 50m – combinada com qualquer classe dos dois outros parâmetros;
- Dissecção vertical > 100m, combinada com qualquer outra classe dos dois outros parâmetros.

Dessa maneira, cada classe foi definida por uma sequência de informações de acordo com os parâmetros definidos para a área de estudo, estando sintetizadas na tabela 2.

Classes de Energia do Relevo	Declividade (%)	Dissecção Horizontal (m)	Dissecção Vertical (m)
Muito Forte	≥ 30	< 50	< 20
		50 + 800	20 + 100
		≥ 800	≥ 100

	< 2 2 † 30	< 50	< 20 20 † 100 ≥100
	< 2 2 † 30	50 † 800 ≥800	≥100
Forte	20 † 30	50 † 800 ≥800	< 20 20 † 100
	<2 2 † 20	50 † 100	< 20 20 † 100
	<2 2 † 20	100 † 800 ≥800	80 † 100
Medianamente Forte	12 † 20	100 † 800 ≥800	<20 20 † 80
	<2 2 † 12	100 † 200	<20 20 † 80
	< 2 2 † 12	200 † 800 ≥800	60 † 80
Média	5 † 12	200 † 800 ≥800	< 20 20 † 60
	<2 2 † 5	200 † 400	<20 20 † 60
	<2 2 † 5	400 † 800 ≥800	40 † 60
Fraca	2 † 5	400 † 800 ≥800	<20 20 † 40
	< 2	400 † 800	<20 20 † 40
	<2	≥800	20 † 40
Muito fraca	<2	≥800	< 20

Tabela 2 – Classes de Energia do Relevo da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.

3.3.2. Carta Geomorfológica de Detalhe.

A Carta Geomorfológica de detalhe foi elaborada segundo os procedimentos técnicos de Tricart (1965), que adota como fonte de dados pares estereoscópicos de fotografias aéreas. Dessa maneira, foram fotointerpretadas, mediante a utilização dos

estereoscópios de bolso e de espelho, fotografias aéreas na escala aproximada de 1:25.000, concedidas pelo Serviço de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE), cenário de 1995.

Tricart (1965) destaca que as Cartas Geomorfológicas de detalhe devem contemplar quatro tipos de informação, sendo estas referentes à Morfometria, Morfografia, Morfogênese e Cronologia. Para este trabalho foram cartografados os dados referentes à morfografia e a morfogênese, sendo que os condicionantes morfométricos foram representados nas Cartas Morfométricas. Já a cronologia avaliou-se somente em termos relativos, considerando a dificuldade de obtenção destes dados. Quanto à simbologia, também apoiada em Tricart (1965), a mesma apresenta uma ampla concepção de símbolos, tanto para as feições naturais, quanto para as antrópicas.

No entanto, esta não contempla símbolos para as formas de vertentes, tendo sido necessário adaptar simbologias para a identificação das vertentes convexas, côncavas, retilíneas e irregulares, dada a importância dessas na interpretação do quadro geomorfológico mapeado. Para estas feições adotou-se a simbologia de Verstappen e Zuidam (1975).

Os dados litológicos foram representados seguindo a orientação de Tricart (1965) e portanto constituindo o plano de fundo da carta geomorfológica. Conforme o autor, tais dados foram classificados de acordo com seu grau de resistência, utilizando-se de tons de cinza para representar tal fato.

Assim, a proposta de Tricart (1965), quanto à cartografia geomorfológica de detalhe, complementadas pela simbologia de Verstappen e Zuidam (1975), contempla as formas de relevo através da simbologia e os processos a partir do agrupamento destes, como também a ação humana interferindo no modelado terrestre, tendo como princípio de análise os sistemas controlados (CUNHA, 2001).

3.3.3. Carta de Uso da Terra.

A Carta de Uso da Terra foi também elaborada mediante a fotointerpretação de fotografias aéreas do ano de 1995, as mesmas utilizadas na produção da Carta Geomorfológica, a partir do uso do estereoscópio. Teve como referencial técnico para a

identificação da tipologia de uso e ocupação da superfície terrestre os procedimentos apontados por Ceron e Diniz (1966), principalmente aquelas relacionadas aos usos agrícolas.

Foram mapeados para a Bacia do Tijuco Preto, majoritariamente o cultivo da cana-de-açúcar. Encontrou-se ainda a pastagem, silvicultura, matas (ciliares, de topos e de encostas), além das áreas urbanizadas e áreas construídas. Estas últimas representadas em números significativos por chácaras de lazer e pequenos sítios, e em menor número por construções a beira de rodovias.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.

Para uma melhor apresentação da análise dos resultados encontrados nos Produtos Cartográficos elaborados sobre a Bacia do Ribeirão Tijuco Preto, conforme características morfológicas peculiares a esta, foi elaborada uma compartimentação da Bacia em quatro

grandes setores, correspondentes a: **Alta Bacia**, que é o setor das nascentes; **Média Bacia Leste e Média Bacia Oeste**, subdivididas pelo extenso interflúvio sub-tabular entre o Ribeirão Tijucu Preto e seu principal afluente, o Ribeirão Batistada; e a **Baixa Bacia**, do encontro do Ribeirão Tijucu Preto com o Ribeirão Batistada ao deságüe no Rio Piracicaba (Fig. 6).

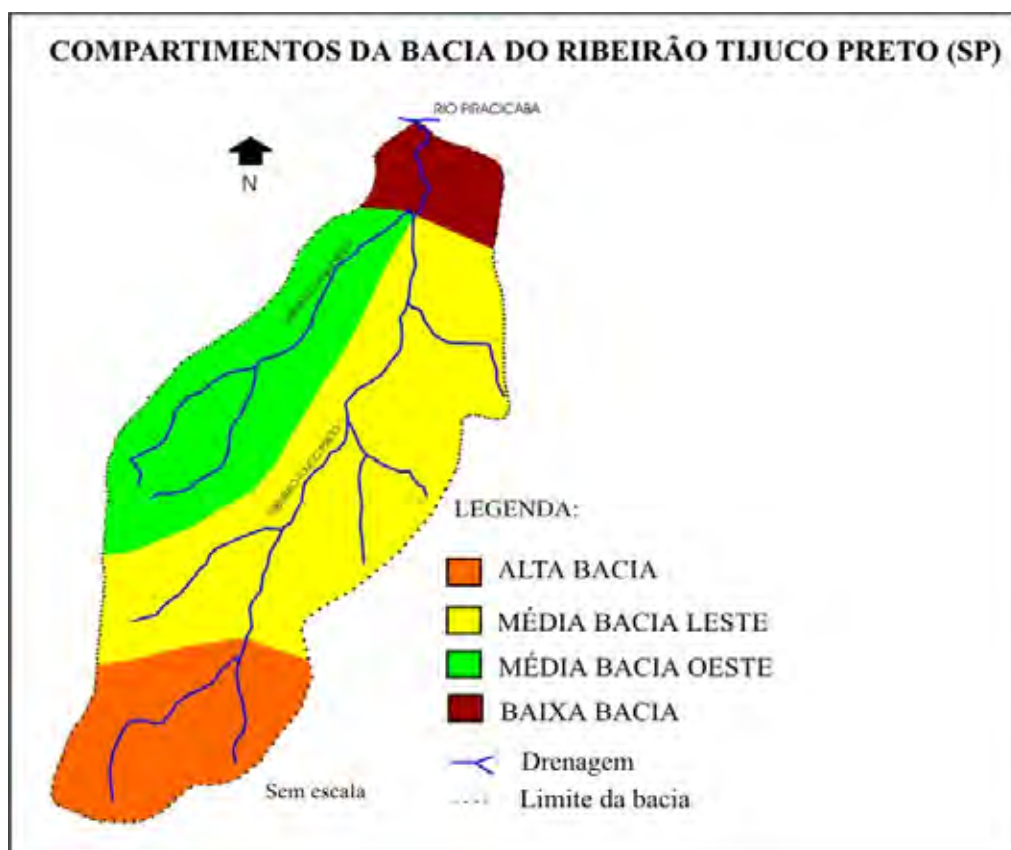
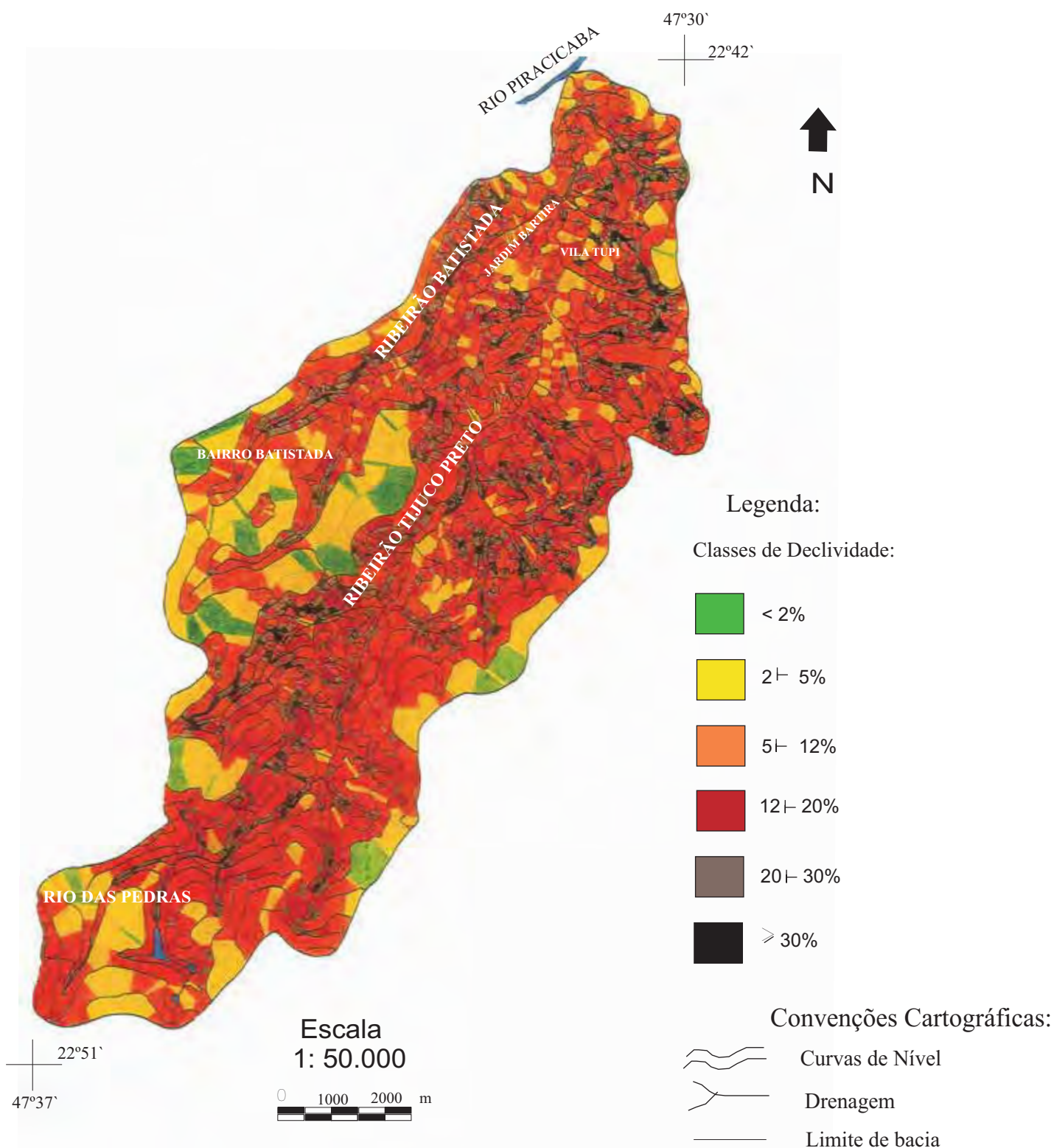


Fig.6: Compartimentos da Bacia do Ribeirão Tijucu Preto.
Elaboração: Silveira, A. (2007).

Dessa forma, segue a análise, de forma integrada, das informações adquiridas nos seguintes Produtos Cartográficos: Carta de Declividade ou Clinográfica (Fig. 7), Carta de Dissecção Horizontal (Fig. 8), Carta de Dissecção Vertical (Fig. 9), Carta de Energia do Relevo (Fig.10), Carta Geomorfológica (Fig. 11) e Carta de Uso da Terra (Fig. 12)

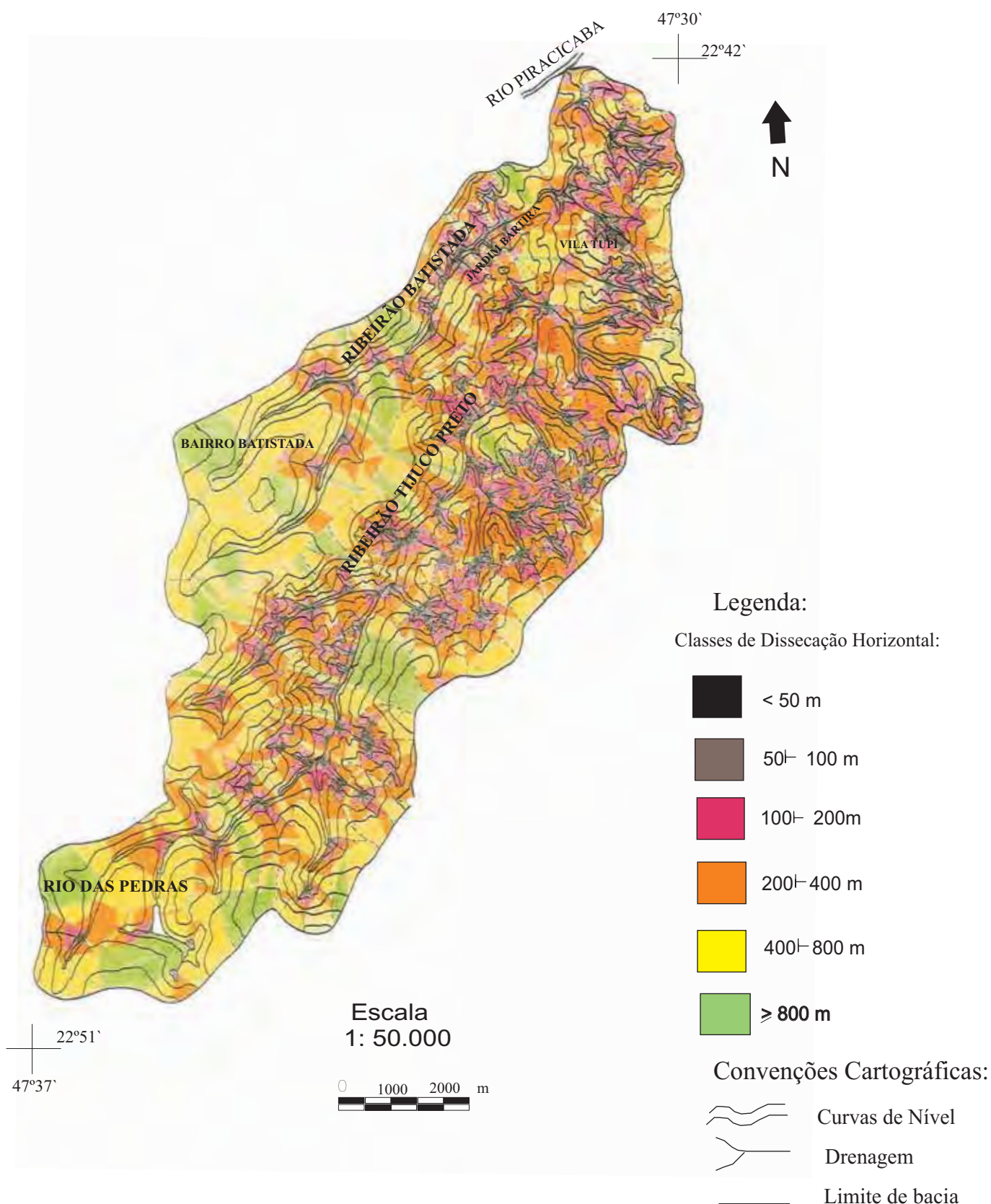
Carta de Declividade ou Clinográfica da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto (SP)



Fonte: Base Cartográfica da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto. Rio Claro: UNESP, 2005.

Elaboração e Desenho: Alan Silveira
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

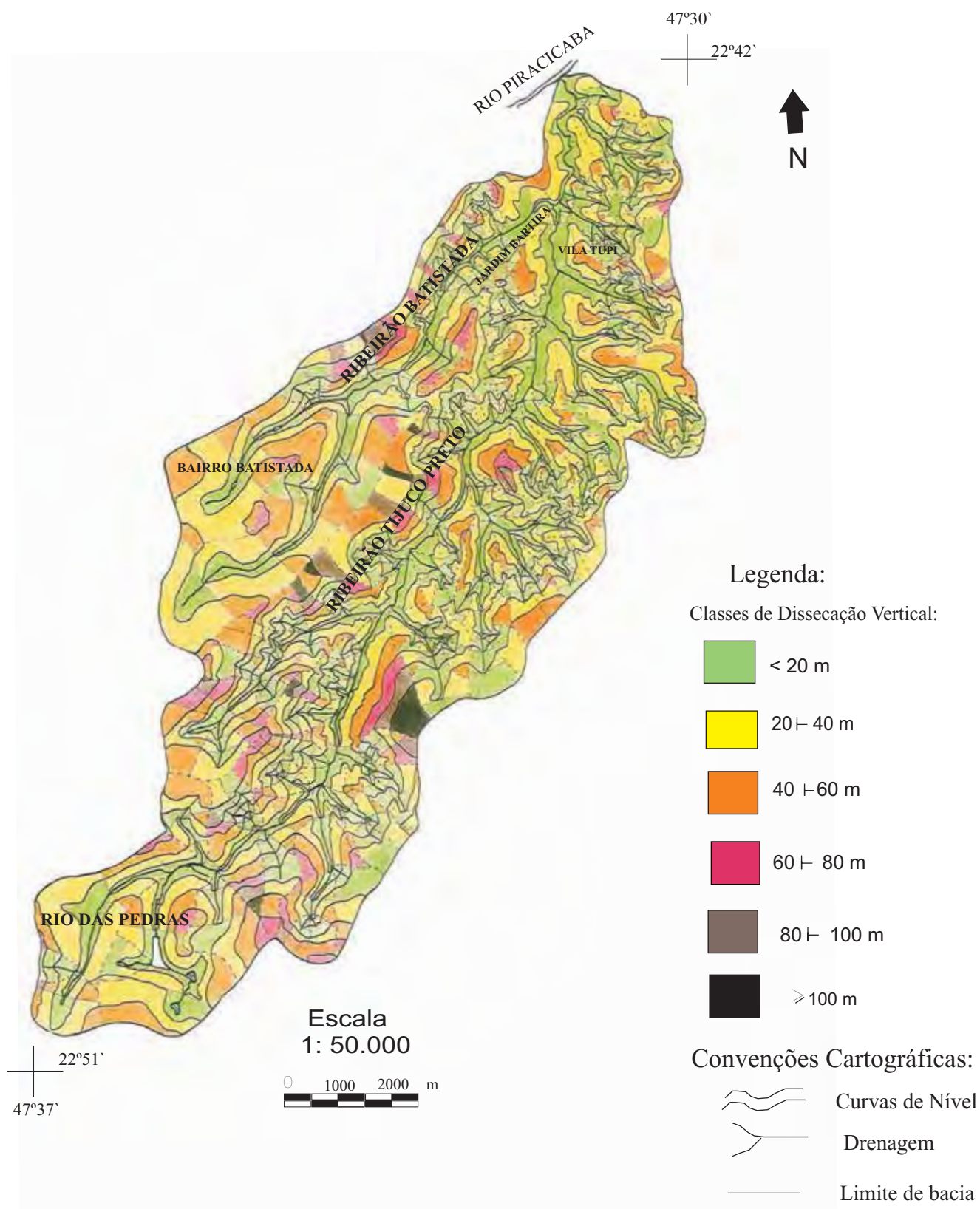
Carta de Dissecação Horizontal da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto (SP)



Fonte: Base Cartográfica da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto. Rio Claro: UNESP, 2005.

Elaboração e Desenho: Alan Silveira
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

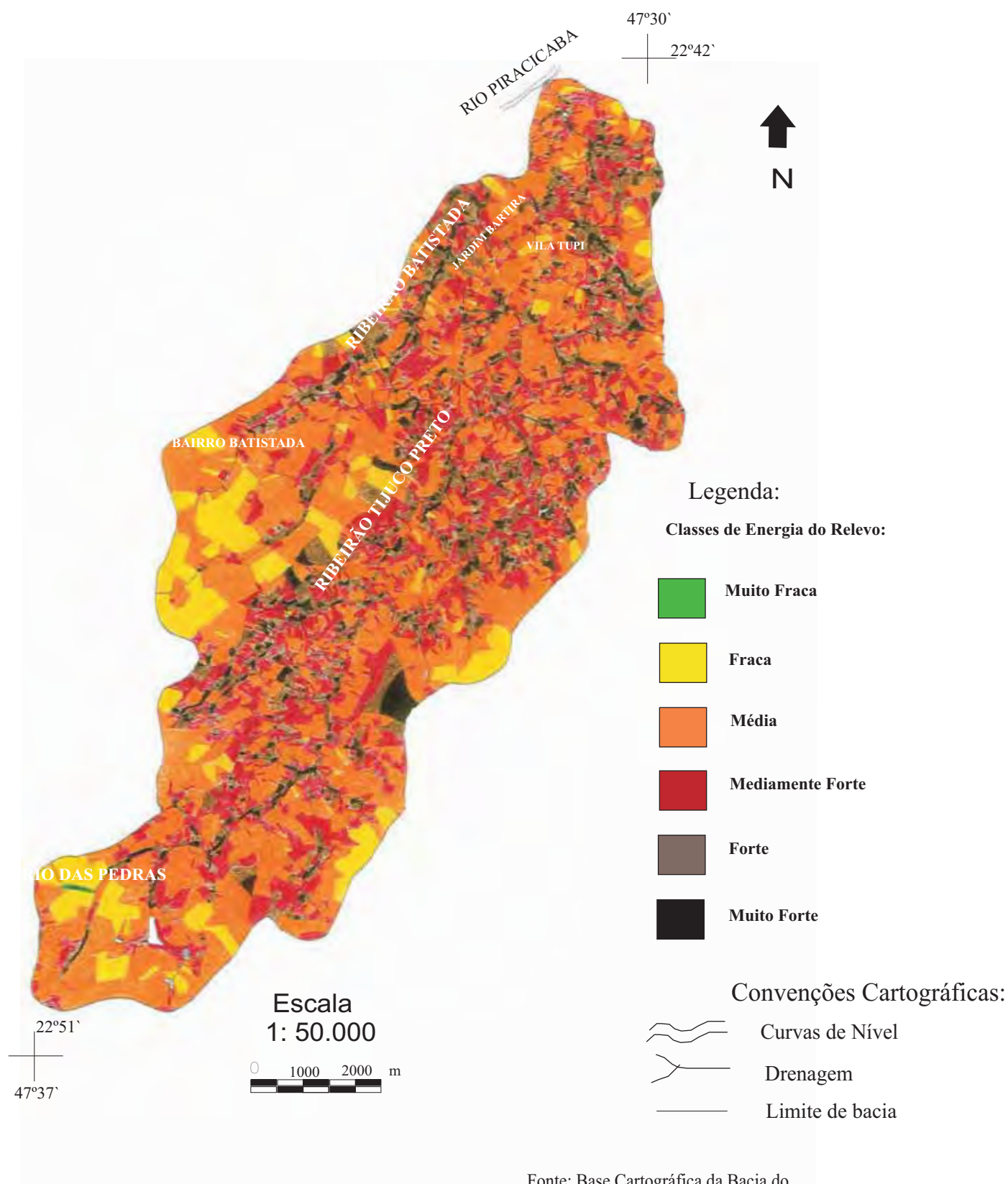
Carta de Dissecação Vertical da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto (SP)



Fonte: Base Cartográfica da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto, Rio Claro: UNESP, 2005.

Elaboração e Desenho: Alan Silveira
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

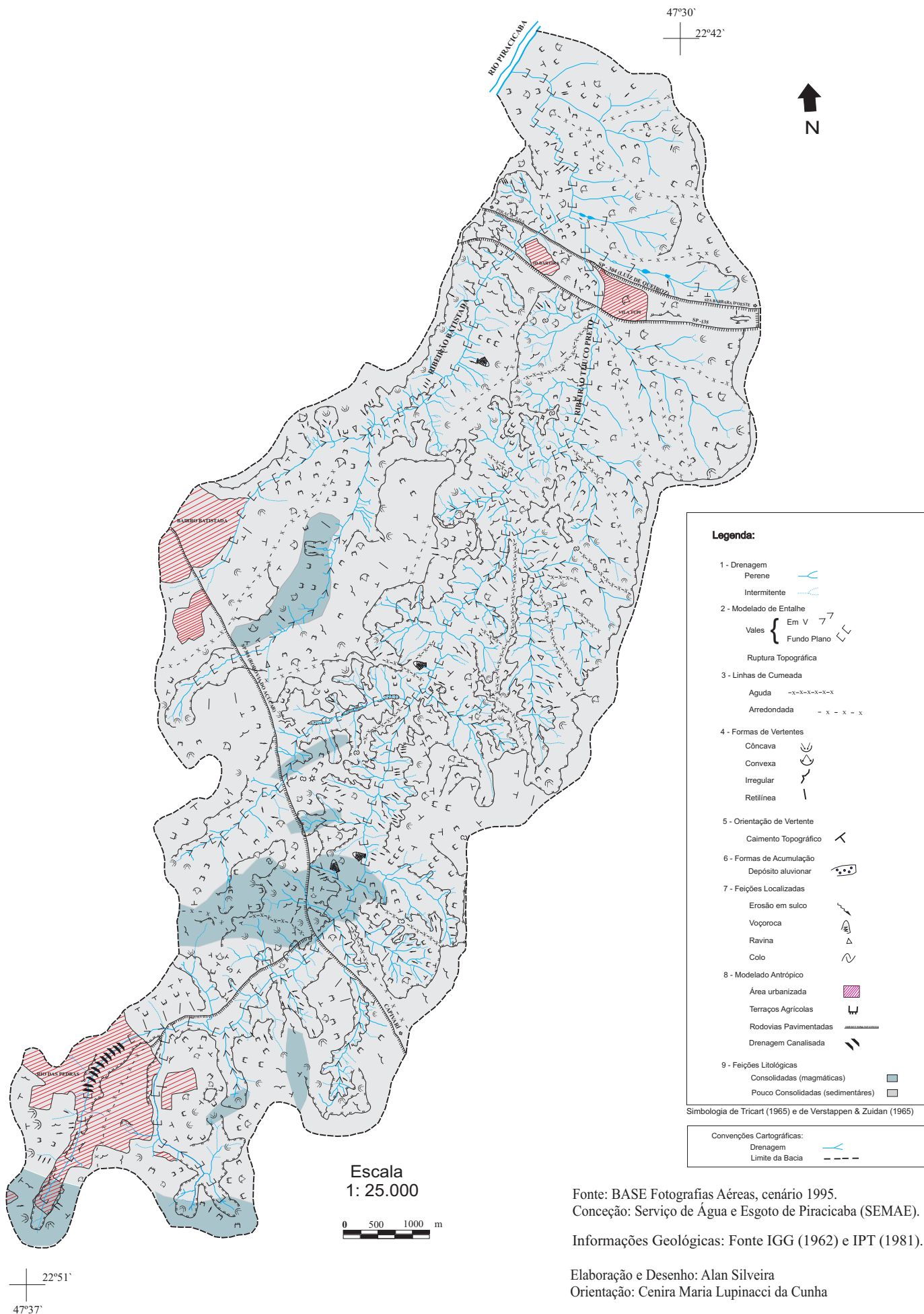
Carta de Energia do Relevo da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto (SP)



Fonte: Base Cartográfica da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto. Rio Claro: UNESP, 2005.

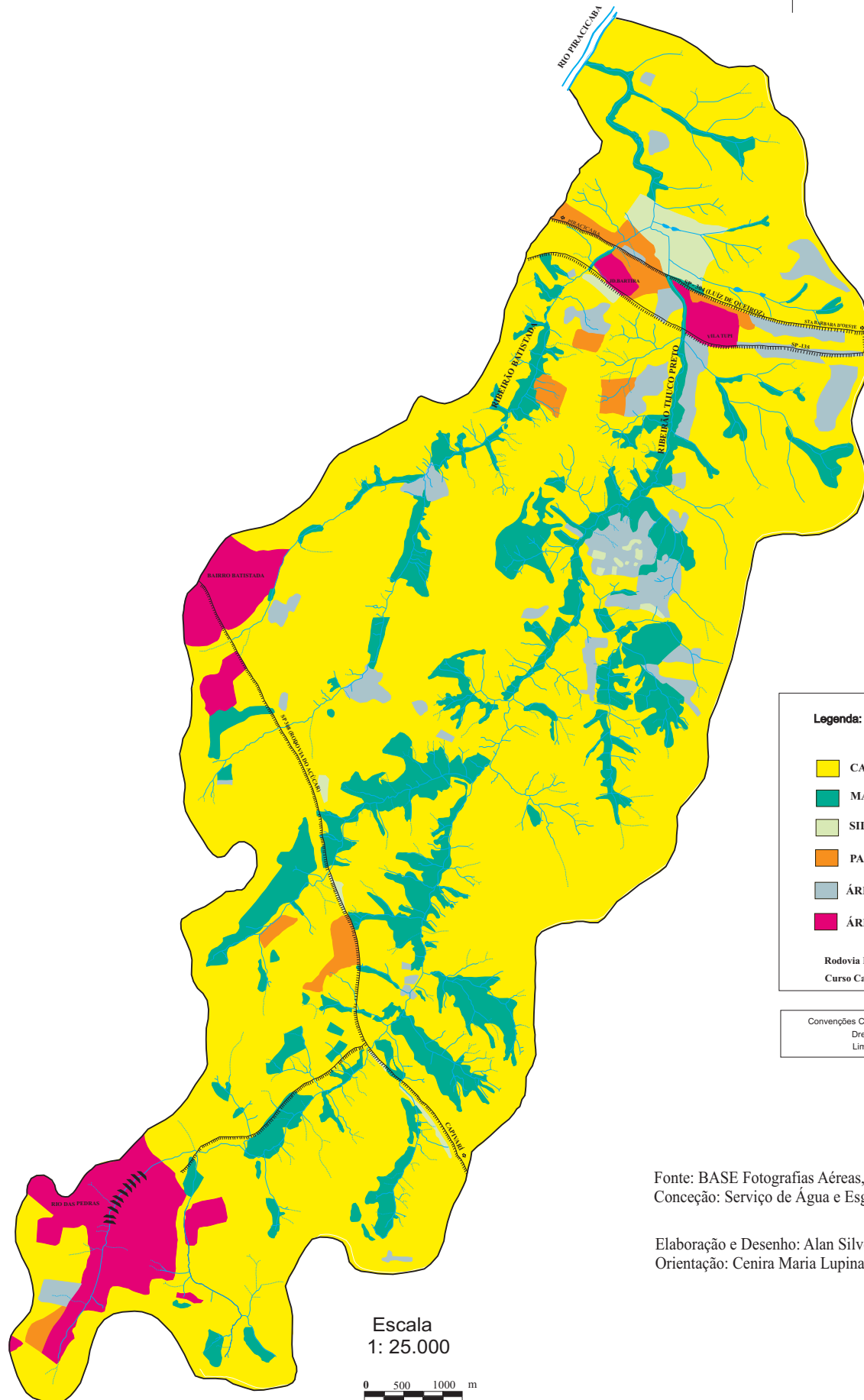
Elaboração e Desenho: Alan Silveira
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Tijucu Preto (SP)



Carta de Uso Terra da Bacia do Ribeirão Tijucu Preto (SP) (cenário 1995)

47°30'
22°42'



Legenda:

- CANA-DE-AÇÚCAR
- MATA
- SILVICULTURA
- PASTAGEM
- ÁREA CONSTRUÍDA
- ÁREA URBANA

Rodovia Pavimentada
Curso Canalizado

Convenções Cartográficas:
Drenagem
Limite da Bacia

Fonte: BASE Fotografias Aéreas, cenário 1995.
Conceção: Serviço de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE).

Elaboração e Desenho: Alan Silveira
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Escala
1: 25.000

0 500 1000 m

22°51'
47°37'

Fig.12: **Carta de Uso da Terra**

O setor da **Alta Bacia**, patamar de maior altimetria da Bacia, é marcado por declives menos acentuados ($> 2 \%$, 2 a 5% e 5 a 12%), embora canais de primeira ordem e as vertentes próximas ao curso principal denotem um declive mais considerável (12 a 20% , 20 a 30% e $> 30 \%$). Quanto à dissecação horizontal, constata-se que este setor apresenta

interflúvios extensos, predominantemente ocorrendo às classes de 200 ─ 400 m, 400 ─ 800 m e $\geq$ 800 m, valores que caracterizam baixa dissecação horizontal. Através da Carta de Dissecação Vertical constatou-se que as altitudes relativas são predominantemente baixas, pois não superam, salvo alguns pontos, valores acima de 40 ─ 60 m.

Tais resultados permitem afirmar que o setor da Alta Bacia apresenta, de modo geral, baixa declividade, baixa dissecação horizontal e baixa dissecação vertical. Assim, a compilação das informações morfométricas, resultando na Carta de Energia do Relevo, identificou o setor da Alta Bacia com classes de baixa energia do relevo (média, fraca e muito fraca).

Do ponto de vista morfológico, representado na Carta Geomorfológica, o setor apresenta colinas de topos convexos, estando as nascentes entalhadas em concavidades, semelhantes a “anfiteatros”, que estão envolvidas por rupturas de declive, cujo uso é representado majoritariamente por terraços agrícolas da monocultura canavieira, onde são encontrados processos erosivos lineares, sobretudo sulcos erosivos. Com relação aos fundos dos vales, verifica-se que, nos canais de primeira ordem, estes são entalhados, enquanto nos cursos principais, estes se caracterizam como de fundo plano.

Conforme apontado pela Carta Geomorfológica e pela Carta de Uso da Terra, o canal principal do Ribeirão Tijuco Preto atravessa a cidade de Rio das Pedras a qual permeia longitudinalmente boa extensão de seu curso. Verifica-se neste setor que a referida drenagem encontra-se canalizada, sendo que a cidade ocupa as Áreas de Preservação Permanente (APPs) vinculadas a proximidade com o curso d' água, o que provoca alterações na dinâmica fluvial (foto 5).

A montante do setor canalizado, devido a falta de vegetação e as alterações na dinâmica fluvial oriundas da canalização, ocorre um processo de retomada erosiva transversal e longitudinal, como demonstra a foto 6. Além do sítio urbano de Rio das Pedras, interferindo na dinâmica do escoamento fluvial, está presente no setor extensas áreas de plantio canavieiro, tomando áreas das pequenas faixas de matas ciliares ainda restantes.



Foto 5: Canalização e ocupação em área de APP do Ribeirão Tijucu Preto na cidade de Rio das Pedras.
Autor: Silveira (2007).



Foto 6: Sinais de retomada erosiva transversal e longitudinal, a montante da canalização do Ribeirão Tijucu Preto.
Autor: (Silveira, 2007).

Dessa maneira, mesmo com condicionantes morfométricos favoráveis a estabilidade do terreno, a área apresenta interferência antrópica que atua diretamente na dinâmica do

escoamento pluvial e fluvial, promovendo a ocorrência de processos erosivos lineares e retomadas erosivas nas vertentes. Soma-se a esses fatores, a friabilidade litológica, sendo que as rochas aflorantes no setor são representadas pelas Formações Botucatu e Tatuí. Estas são caracterizadas respectivamente por arenitos de granulação fina a média, e siltitos arenosos e siltitos argilosos maciços com camadas e lentes de areia.

O setor da **Média Bacia** foi o que apresentou resultados mais interessantes do ponto de vista geomorfológico, haja vista que a presença do extenso interflúvio sub-tabular entre o Ribeirão Tijuco Preto e o Ribeirão Batistada interfere diretamente na dinâmica morfológica da Bacia. Dessa forma, para efeito de melhor análise, este setor foi subdividido na Média Bacia Leste, que corresponde à área drenada pelo Ribeirão Tijuco Preto e a Média Bacia Oeste, representado pela Bacia do Ribeirão Batistada.

Na **Média Bacia Leste**, os declives encontram-se acentuados com inúmeros canais de primeira ordem, tanto na margem esquerda quanto na margem direita do curso principal, sendo estes cercados por classes mais elevadas de declive (20 a 30 % e > 30 %). Tal abundância de canais de primeira ordem criam interflúvios estreitos gerando classes de elevada dissecação horizontal (< 50 m, 50 ┤ 100 m, 100 ┤ 200 m e 200 ┤ 400 m). Quanto à dissecação vertical, com exceção de raríssimos setores, constatou-se que esta não atinge altitudes relativas elevadas, variando, sobretudo entre as classes baixas e médias (< 20 m, 20 ┤ 40 m e 40 ┤ 60 m). Este fato indica que os canais de primeira ordem, embora abundantes, não têm capacidade erosiva ainda para aprofundar seus leitos, gerando, portanto, menor dissecação vertical.

Logo, o setor da Média Bacia Leste apresenta classes consideráveis de declive e dissecação horizontal, enquanto na dissecação vertical predomina valores de baixa a média dissecação. Com vertentes mais íngremes e interflúvios estreitos, a carta de Energia do Relevo identificou áreas potencialmente favoráveis a processos morfológicos, registrando, dessa maneira, elevadas classes de energia do relevo (muito forte, forte e mediamente forte), sendo que as classes de maior energia (muito forte e forte) estão localizadas próximas aos canais de primeira ordem.

Estes canais foram mapeados em grande quantidade na Carta Geomorfológica, tanto cursos perenes como intermitentes, estando entalhados em “anfiteatros”, buscando aprofundar seus leitos. As vertentes, com topos convexos, apresentam contínuas

irregularidades e concavidades por sua extensão, estando margeadas e escalonadas por prolongadas rupturas de declive. Nestas, são encontradas processos erosivos lineares, desde sulcos erosivos a voçorocamentos.

Tais processos também são ainda condicionados tanto pela ação antropogênica, como visto na Carta de Uso da Terra, como pela friabilidade litológica e pedológica. Embora o setor apresente faixas representativas de APPs, o uso da terra está representado preponderantemente pela monocultura canavieira (foto 7). As extensas áreas de cana-de-açúcar, que já ocupam as altas e médias vertentes, direcionam-se em expansão as baixas vertentes, onde se encontram as ameaçadas matas ciliares.

Soma-se ainda inúmeros represamentos atribuídos a pequenas propriedades, como chácaras de lazer e pequenos sítios, que se utilizam da elevada dissecação horizontal do relevo, com o uso dos canais de primeira ordem para fins de armazenamento de água (foto 8). Estes alteram a dinâmica fluvial, sendo que muitas vezes, em épocas de estiagem, os canais de primeira ordem não abastecem o leito principal da drenagem. Deve-se registrar, na transição com o setor da Baixa Bacia, o distrito de Piracicaba denominado por Vila Tupi (foto 3), ocupando área de APP, no fundo de vale do Ribeirão Tijucu Preto.

Do ponto de vista litológico, aflora predominantemente neste setor a Formação Itararé, caracterizada pela presença de arenitos muito finos e arenitos finos maciços. Os solos têm predomínio dos Neossolos e Argissolos, caracterizados respectivamente pela pouca espessura com pequena expressão dos processos pedogenéticos e pela significativa diferença textural entre os horizontes A e B, o que implica em alta fragilidade erosiva.



Foto 7: Processos erosivos lineares associados à monocultura canavieira.
Autor: Silveira, A. (2007).



Foto 8: Represamento na Média Bacia Leste do Ribeirão Tijuco Preto.
Autor: Silveira, A. (2007).

Já no setor da **Média Bacia Oeste**, representado pela Bacia do Ribeirão Batistada, as vertentes apresentam-se suavizadas, com classes reduzidas de declive. Muito embora, quando próximas ao canal de drenagem, na baixa vertente, o declive se acentue (12 a 20 %, 20 a 30 % e > 30 %), principalmente na média e baixa Bacia do Ribeirão Batistada. Os interflúvios, conforme demonstrados pela Carta de Dissecção Horizontal, encontram-se extensos com classes reduzidas (200 ─ 400, 400 ─ 800 m e $\geq$ 800), sobretudo na alta Bacia do Ribeirão Batistada. Já na baixa e média Bacia do Ribeirão Batistada, registram-se uma quantidade significativa de canais de primeira ordem, elevando as classes de dissecção horizontal (< 50 m, 50 ─ 100 m, 100 ─ 200 m e 200 ─ 400 m). De maneira geral, por todo o setor, a dissecção vertical apresenta classes baixas e médias (< 20 m, 20 ─ 40 m e 40 ─ 60 m), atingindo pontualmente classes mais elevadas no limite da Bacia do Ribeirão Batistada e no topo do interflúvio deste com o Ribeirão Tijucu Preto.

Assim, o setor da Média Bacia Oeste apresenta, na alta bacia do Ribeirão Batistada, classes reduzidas de declive, dissecção horizontal e dissecção vertical, configurando baixo potencial a processos morfológicos, registrando na Carta de Energia do Relevo, classes reduzidas (média, fraca e muito fraca). No entanto, conforme se constatou na Carta Geomorfológica e em trabalhos de campo, tais fatores da morfometria não inibem a ação dos processos erosivos, visto que a monocultura canavieira, como demonstrado pela Carta de Uso da Terra, toma todo o interflúvio e a cabeceira de drenagem deste curso fluvial, restando mínimas faixas de APPs, intensificando os processos erosivos.

Outros condicionantes aos processos geomorfológicos no setor da alta bacia do Ribeirão Batistada, condizem com a área urbana de Piracicaba, instalada no extremo oeste desta Bacia com o bairro Batistada, o que gera a retirada de matas ciliares. Também a litologia aflorante, registrada em maioria pela Formação Iratí, além da Formação Itararé e da intrusão de diabásio da Formação Serra Geral, ocasionam certas fragilidades erosivas.

A Formação Iratí, caracteriza-se por estar sobreposta discordantemente aos sedimentos da Formação Tatuí, subdividindo-se em dois membros, o Taquaral e o Assistência, apresentando diferenças texturais. Já a Formação Itararé apresenta arenitos muito finos e arenitos finos maciços, enquanto apenas a Formação Serra Geral, instalada numa porção restrita do território, apresenta, do ponto de vista litológico, uma maior resistência aos processos erosivos.

Diferentemente, na média e baixa Bacia do Ribeirão Batistada os fatores morfométricos denotam relevos mais íngremes e dissecados, o que, juntamente com a ação antrópica, via extensão canavieira, agravam ainda mais tais processos. Ocorre dessa maneira, o registro de elevadas classes de energia do relevo (muito forte, forte e mediantemente forte), com potencial elevado a processos morfológicos, condicionados também por fatores morfométricos.

Dessa maneira, encontram-se nas vertentes, paralelamente ao curso fluvial principal e margeando os canais de primeira ordem, rupturas topográficas associadas a processos erosivos lineares. Estes processos, vinculados ao cultivo da cana de açúcar, são acompanhados por represamentos dos canais de primeira ordem em pequenas propriedades, alterando a dinâmica do escoamento fluvial (foto 9).



Foto 9: Represamento em pequena propriedade de um afluente da margem direita do Ribeirão Batistada.
Autor: Silveira, A. (2007).

Além da intervenção humana citada, podendo também ser exemplificada pela ocupação do bairro Jardim Bartira (foto 10) em área de APP da baixa bacia do Ribeirão Batistada, associada à potencialidade morfométrica observada, somam-se os condicionantes litológicos e pedológicos, que interferem na dinamização destes processos. Registram-se os afloramentos das Formações Itararé e Iratí (em menor extensão), bem como dos Argissolos e Neossolos.



Foto 10: À direita do desmatamento, logo após a rodovia, instala-se o bairro Jardim Bartira em área de APP.
Autor: Silveira, A. (2007).

Por fim, o setor da **Baixa Bacia** apresenta sub-bacias de primeira ordem, principalmente na margem direita, cujas vertentes encontram-se com declives mais elevados (12 a 20 %, 20 a 30 % e > 30%), os quais se reduzem progressivamente de acordo com a proximidade do nível de base do Tijuco Preto, representado pelo Rio Piracicaba. Neste setor, a dissecação horizontal apresenta classes elevadas, com interflúvios estreitos (< 50 m, 50 ┤ 100 m, 100 ┤ 200 m e 200 ┤ 400 m). Já as altitudes relativas, apontadas pela Carta de Dissecação Vertical, caracterizam-se como baixas com o predomínio das classes < 20 m e entre 20 ┤ 40 m.

Dessa forma, o setor da Baixa Bacia apresenta classes elevadas de energia do relevo (muito forte, forte e mediantemente forte). Tais resultados encontrados na integração das informações morfométricas, são agravados pela ação antrópica, bem como pelos condicionantes litológicos e pedológicos.

Na margem direita do Ribeirão Tijuco Preto, registram-se canais tributários, muitas vezes represados por propriedades cultivadoras da cana-de-açúcar, encontrando-se inclusive barragens na área do Horto Florestal de Tupi (foto 4), contribuindo para a diminuição do fluxo de água, sobretudo em épocas de estiagem, do curso principal. Outro agravante antrópico, condiz com duas rodovias pavimentadas (Luiz de Queiroz – SP 304 e antiga estrada para Tupi – SP 135), onde se registram aterros que deformam a topografia e as vertentes, encontrando-se processos erosivos, muitas vezes associados a interrupção de canais de drenagem, ocasionando retomadas erosivas (foto 11).

O setor de deságüe é marcado, como na maior parte da Baixa Bacia, pela ocupação da cana-de-açúcar, intensificando os processos erosivos e assoreando o canal de drenagem (foto 12). A litologia, bem como os tipos de solos, auxiliam estes processos, considerando a presença da Formação Itararé e dos Argissolos associados aos Neossolos.

Dessa maneira, as principais informações interpretadas e discutidas dos Produtos Cartográficos elaborados estão sintetizadas na Tabela 3.



Foto 11: Sinais de retomada erosiva, a qual pode estar associada à rodovia pavimentada a montante.
Autor: Silveira, A. (2007).



Foto 11: Processo erosivo linear associado à monocultura canavieira.
Autor: Silveira, A. (2007).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Diante da abordagem sistêmica, ao analisar as informações obtidas através dos Produtos Cartográficos referentes à morfometria do relevo, a cartografia geomorfológica e ao uso da terra, associados aos dados encontrados na bibliografia e em trabalhos de campo, foi possível realizar um diagnóstico das condições de relevo que pode servir como subsídio ao planejamento ambiental da Bacia de estudo.

Dessa maneira, a partir de procedimentos técnicos cartográficos foram quantificados os atributos das formas de relevo, configuradas na produção de cartas denominadas por morfométricas. Estas contribuirão para a análise da fragilidade potencial do relevo, na identificação de áreas favoráveis e restritas ao uso e ocupação humana.

A Carta de Declividade representou quantitativamente, em porcentagem, a inclinação das vertentes. Esta carta é importante, visto que a inclinação do terreno é um dos condicionantes fundamentais nos processos morfológicos atuantes nas vertentes, como também no uso e ocupação humana, seja esta agrícola e/ou urbana .

A Carta de Dissecção Horizontal quantificou a distância que separa os talvegues das linhas de cumeada. Possibilitou a avaliação da dissecção realizada pela drenagem da área de estudo, indicando setores de ocorrência de interflúvios mais estreitos, o que denotam maior suscetibilidade aos processos fluviais. Já a Carta de Dissecção Vertical quantificou a altitude relativa entre a linha de cumeada e o talvegue, possibilitando a análise do grau de entalhamento realizado pelos cursos fluviais, assim como da potencialidade para o desenvolvimento de processos gravitacionais.

A Carta de Energia do Relevo integrou as informações morfométricas encontradas nas Cartas de Declividade, Dissecção Horizontal e Dissecção Vertical. A Carta permitiu classificar qualitativamente a potencialidade do relevo para a ocorrência de processos morfológicos, bem como espacializar as áreas potencialmente favoráveis ou desfavoráveis à ocorrência de tais processos.

A Carta Geomorfológica de detalhe permitiu a análise e a espacialização das formas e, dedutivamente, dos processos atuantes no substrato terrestre, sendo um documento cartográfico valioso no subsídio às ações de planejamento. Foram mapeados dados relativos à drenagem, modelados de entalhe, linhas de cumeadas, formas de vertentes, feições localizadas, bem como os modelados e alterações antrópicas na topografia. A análise

conjunta destas formas, associadas às informações morfométricas, litológicas e pedológicas, bem como o Uso da Terra, permitiu a compreensão dos processos atuantes no relevo.

Já a carta de Uso da Terra, espacializou as informações referentes ao uso e ocupação derivados da produção humana, contribuindo significativamente para uma melhor análise dos processos morfológicos atuantes no relevo.

Dessa forma, o setor da Alta Bacia apresenta, de modo geral, baixa declividade, baixa dissecação horizontal e baixa dissecação vertical, resultando, a partir da compilação de informações morfométricas, na baixa energia do relevo. Embora tais condicionantes morfométricos reduzam o potencial a processos morfológicos, outros condicionantes, como a litologia aflorante e, sobretudo, a ação antropogênica, via monocultura canavieira e urbanização de Rio das Pedras, dinamizam processos erosivos e interferem na dinâmica do escoamento fluvial.

O setor da Média Bacia Leste apresenta vertentes mais íngremes e interflúvios estreitos, identificando áreas potencialmente favoráveis a processos morfológicos, apresentando elevadas classes de energia do relevo. Tais fatores morfométricos potencialmente favoráveis ao desencadeamento de processos morfológicos, ainda estão associados à litologia e características pedológicas friáveis, além de uso antrópico desordenado. Registra-se a ocupação desenfreada da cana-de-açúcar, inúmeros represamentos e urbanização em área de APP, gerando processos erosivos e alterações na dinâmica hidrográfica.

Já o setor da Média Bacia Oeste, representada pela Bacia do Ribeirão Batistada, apresentou condicionantes morfométricos distintos ao longo da drenagem. Enquanto a alta Bacia do Ribeirão Batistada registrou baixa potencialidade a processos morfológicos, com classes de baixa energia, a baixa e a média Bacia registraram condicionantes morfométricos favoráveis ao desencadeamento de processos morfológicos, com classes elevadas de energia do relevo. No entanto, tais diferenças não reduziram a ocorrência de processos morfológicos ao longo de todo o setor, haja vista a interferência antrópica através da monocultura canavieira, represamentos e urbanização, além dos condicionantes litológicos e pedológicos.

Para o setor da Baixa Bacia, a partir da integração das informações morfométricas, tem-se classes elevadas de energia do relevo, que condicionam alto potencial aos processos morfológicos. Tais resultados encontrados, não diferentemente dos outros setores da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto, são agravados pela ação antrópica, sobretudo pelo cultivo desordenado da monocultura canavieira, bem como pelos condicionantes litológicos e pedológicos.

De forma geral, a análise dos Produtos Cartográficos elaborados, permitiu constatar que a Bacia do Ribeirão Tijuco Preto vem sofrendo o desencadeamento de processos erosivos variados, os quais foram mapeados abundantemente, principalmente os sulcos erosivos, ravinamentos e voçorocamentos, além de inúmeras rupturas de declive.

Tais processos estão associados a uma conjunção de condicionantes, que podem ser apontados pelas variadas condições morfométricas do terreno, o clima quente e úmido reinante, as diferentes litologias aflorantes, a tipologia dos solos, bem como, e, de maneira veemente, a intervenção humana. O condicionante antrópico está majoritariamente representado pela monocultura canavieira e pela urbanização, sendo agentes cruciais no desencadeamento dos processos erosivos existentes e na interferência direta na dinâmica do escoamento fluvial da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto.

Assim, diante das propostas estabelecidas para este trabalho, com a análise das formas e dos processos atuantes no relevo, a partir da construção de Cartas Morfométricas, Carta Geomorfológica de detalhe e carta de Uso da Terra, constatou-se que tais resultados contribuem de forma significativa como subsídio ao planejamento ambiental da unidade de estudo. Também contribui de forma significativa, na compreensão das interferências causadas pelo sistema antrópico no sistema natural, resultando em diversos padrões de organizações espaciais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AB'SÁBER, A.N. A Depressão Periférica Paulista: um Setor das Áreas de Circundescunhação Pós-Cretácea na Bacia do Paraná. **Geomorfologia**, São Paulo, n 15, p. 1-42, 1969.

AB'SÁBER, A.N. **Projeto Brasileiro para o Ensino de Geografia: Formas de Relevo** – texto básico. São Paulo: Edart/São Paulo, 1975.

ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geográfico Geológico**. São Paulo, n.41, , p. 167-263, 1964.

BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A. **Fotografias Aéreas**. Piracicaba, 1995. Escala: 1: 30.000.

CASTRO, J.F.M; VIADANA, A.G. A Relevância da Cartografia nos Estudos de Bacias Hidrográficas: O exemplo da Bacia do Rio Corumbataí. **Geografia**, Rio Claro, v.27, n.3, p. 157-169, 2002.

CERON, A.O., DINIZ, J. A.F. O Uso de Fotografias Aéreas na Identificação das Formas de Utilização Agrícola da Terra. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n.2, ano XXVIII, p.161-172, 1966.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUI TEC, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. A Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B.C (Org.). **Geomorfologia** – Uma Atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CHORLEY, R.J.; KENNEDY, B.A. **Physical Geography: a systems approach**. Londres: Prentice Hall, 1971.

COTTAS, L.R. **Estudos Geológico-Geotécnicos Aplicados ao Planejamento Urbano de Rio Claro**. 1983. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

CUNHA, C.M.L. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. 2001. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, 2001.

CUNHA, C.M.L; MENDES, I.A.; SANCHEZ, M.C. Técnicas de Elaboração, Possibilidades e Restrições de Cartas Morfométricas na Gestão Ambiental. **Geografia**, Rio Claro, v.28, n. 3, p. 415-429, 2003.

DE BIASI, M. Cartas de Declividade: Confecção e Utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.21, p. 8-12, 1970.

DE BIASI, M. Carta Clinográfica: os Métodos de Representação e sua Confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 45-60, 1992.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília: DF, 1999.

IF, Instituto Florestal. Plano de manejo da Estação Experimental de Tupi – Piracicaba, SP. **Série Registros**, São Paulo, n.19, p.1-61, 1999.

IGG, INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Folha Geológica de Piracicaba** (SF 23-M 300), escala 1:100.000, 1966.

IAC, INSTUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Carta Pedológica Semi-Detalha do Estado de São Paulo**: Folha de Piracicaba (SF.23-Y-A-IV), escala 1:100.000, 1989.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas Topográficas**: Folhas de Piracicaba (SF.23-Y-A-IV-2) e Capivari (SF.23-Y-A-IV-4), escala 1:50.000. Departamento de produção Gráfica, 2ª impressão, 1988.

IPT, INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981 a.

IPT, INSTITUTO DE PESQUISA TÉCNOLÓGICA. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981 b.

MATTOS, S.H.V.L. de; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Goiânia, ano 5, n.1, p.11-18, 2004.

MAURO, C.A. et. al. Contribuição ao Planejamento Ambiental de Cosmópolis-SP-BR. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 3, 1991, Toluca. **Memórias**. Toluca: UAEM, v.4, p. 391-419, 1991.

MENDES, I. A. **A Dinâmica Erosiva do Escoamento Pluvial na Bacia do Córrego Lafon – Araçatuba-SP**. Tese (Doutorado em Geografia) - FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PENTEADO, M.M. **Geomorfologia do Setor Centro-Ocidental da Depressão Periférica**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. (Série Teses e Monografias, n.22).

PERINOTTO, J. A. J.; ZAINÉ, M. F. Evolução de Paisagens no Decorrer do Tempo em Rio Claro,SP. In Zaine, M.F.; Perinotto, J.A.J. **Patrimônios Naturais e História Geológica de Rio Claro (SP)**. Rio Claro: Câmara Municipal e Arquivo Público e Histórico de Rio Claro, 1996.

PROCHNOW, M.C.R. **Análise Ambiental da Sub-Bacia do Rio Piracicaba: Subsídio ao seu Planejamento e Manejo.** Tese (Doutorado e Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, 1994.

ROSS, J.L.S; MOROS, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: FFLCH – USP/ IPT/ FAPESP, 1997.

ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil:** subsídio para Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANCHEZ, M.C. A propósito das cartas de declividade. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5, 1993, São Paulo. **Anais....** São Paulo: FFLCH, 1993.

SILVA, D.A.; PFEIFER, R.M. Zoneamento de Uso das Terras da Estação Experimental de Tupi-SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.10, n. 1, p. 23-38, 1998.

SPIRIDONOV, A.I. **Principios de la Metodologia de las Investigaciones de Campo y el Mapeo Geomorfológico.** Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografia, 1981.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Geomorphologie.** Paris: Masson et Cie, 1965.

VERSTAPEN, H.T.; ZUIDAM, R.A. van ITC System of geomorphological survey. Netherlands, **Manuel ITC Textbook**, Vol. VII, Chapter VII, 1975.

VICENTE, L.E; PERES, A. Abordagem Sistêmica em Geografia. **Geografia**. Rio Claro, v.28, n.3, p. 323-344, 2003.

VIDAL TORRADO, P. **Pedogênese e Morfogênese no Distrito de Tupi (Piracicaba – SP).** Tese (Doutorado) – Esalq, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.