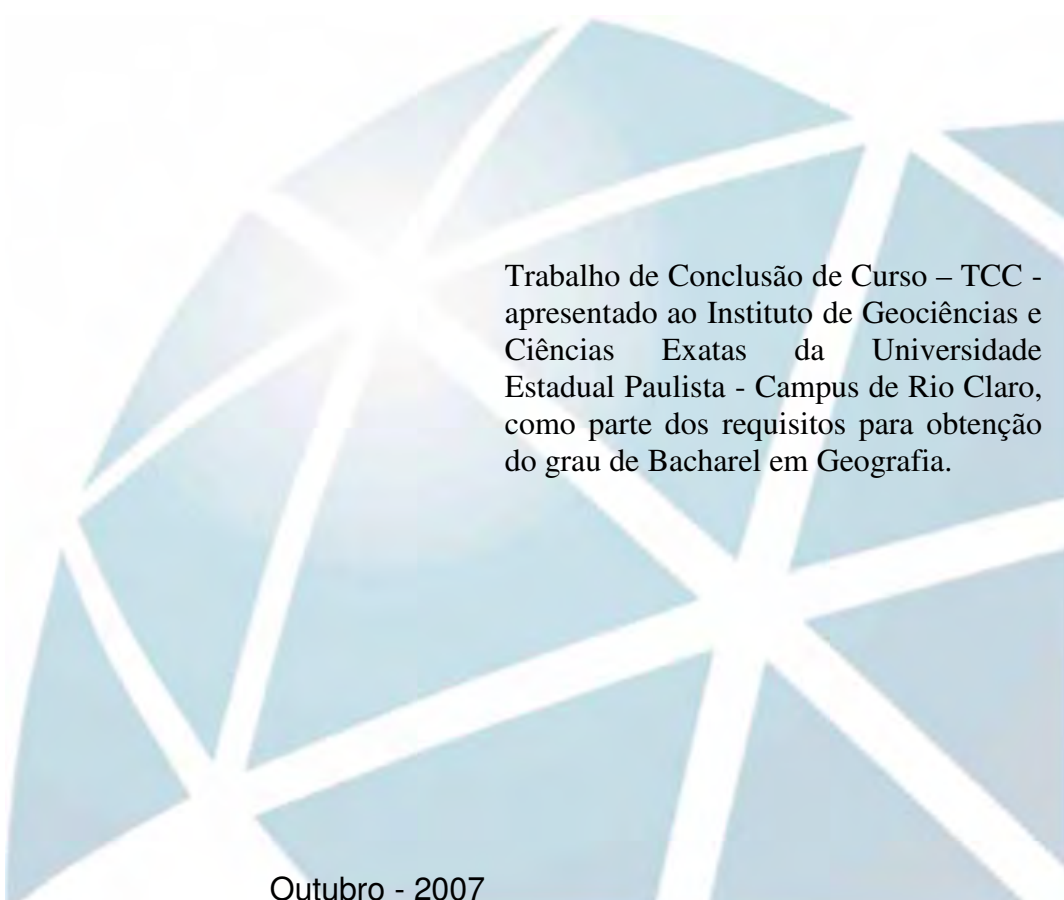

CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Suscetibilidade Geomorfológica e Restrições Legais ao Uso da Terra: Subsídios para o Planejamento Territorial

Patrícia Borges



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.

Outubro - 2007

Suscetibilidade Geomorfológica e Restrições Legais ao Uso da Terra: Subsídios para o Planejamento Territorial.

Patrícia Borges

Orientador: Genira 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

Outubro/2007

*À Deus, pela graça das conquistas que tem
me permitido alcançar nesta caminhada.
Aos meus pais por todo apoio, carinho,
dedicação e incentivo em todos os momentos
de minha vida.*

Agradecimentos

À Prof.^a Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha pela orientação concedida nestes anos, a qual devo o meu amadurecimento profissional e científico e também pela amizade construída na convivência do dia a dia;

À todos os amigos do Laboratório de Geomorfologia (LAGEO), pelos momentos de ajuda, apoio e de companheirismo, como também pelos muitos outros de descontração e alegrias;

Às bibliotecárias da UNESP do campus de Rio Claro, especialmente à Nilza, pela dedicação e ajuda nas prestações dos serviços, muito obrigado;

Aos funcionários do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento pela atenção e ajuda concedida sempre que necessária, em especial à Bete;

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Tavares, pela ajuda concedida, mesmo que indireta, devido ao seu amor e profissionalismo pela Geografia, os quais me serviram de exemplo e incentivo durante todos estes anos de graduação;

À minha irmã Juliana, melhor amiga.

Ao Alan, pelo amor, companheirismo e ajuda dedicados à mim, tanto em minha vida profissional quanto pessoal, e por estar por perto comemorando comigo minhas conquistas como também incentivando e motivando nas horas de desavenças.

ÍNDICE

1 – Resumo.....	9
2 – Introdução.....	10
3 – Caracterização da área de Estudo.	11
4 – Método e Técnicas.....	27
4.1 – Técnicas Cartográficas.....	28
4.1.1 – Carta Clinográfica.....	28
4.1.2 – Carta de Dissecção Horizontal.....	32
4.1.3 – Carta de Dissecção Vertical.....	34
4.1.4 – Carta de Energia do Relevo	35
4.1.5 – Carta Geomorfológica.....	37
4.1.6 – Compilação dos Dados Geológicos e Pedológicos.....	39
4.1.7 – Carta de Restrições Legais ao uso da Terra.....	39
5 – Análise dos Resultados.....	43
6 – Considerações Finais.....	58
7 – Referências Bibliográficas.....	61

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim..	12
Figura 2 – Mapa de Uso do Solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.....	14
Figura 3 – Localização dos Pontos de Coleta de água na bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.....	16
Figura 4 – Gráficos dos Valores Médios dos Parâmetros Biogeoquímicos dos pontos de coleta.....	17
Figura 5 – Travessia do Ribeirão Piracicamirim.....	18
Figura 6 – Esboço Geológico da bacia do Ribeirão Piracicamirim.....	20
Figura 7 – Esboço Pedológico da bacia do Ribeirão Piracicamirim.....	24
Figura 8 – Ábaco Graduado Principal.....	31
Figura 9 – Ábaco Graduado Suplementar.....	31
Figura 10 – Uso do ábaco graduado na elaboração da Carta Clinográfica.....	31
Figura 11 – Etapas para a elaboração da Carta de Dissecção horizontal.....	32
Figura 12 – Ábaco Graduado para a Elaboração da Carta de Dissecção Vertical.....	33
Figura 13 – Etapas para a elaboração da Carta de Dissecção Vertical.....	35
Figura 14 – Simbologia adotada na Carta geomorfológica.....	39
Figura 15 – Carta Clinográfica.....	44
Figura 16 – Carta de Dissecção Horizontal.....	45

Figura 17 – Carta de Dissecação Vertical.....	46
Figura 18 – Carta Geomorfológica.....	47
Figura 19 – Carta de Energia do relevo.....	54
Figura 20 – Carta de Restrições Legais ao Uso da Terra da Bacia do Ribeirão Piracicamirim.....	56

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Evolução das Classes de Uso e Ocupação do Solo da bacia do Ribeirão Piracicamirim.....	15
---	----

Tabela 2 – Classes de Energia do Relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.....	37
--	----

Índice de Fotos

Foto 1 – Solo Exposto nos estágios iniciais do cultivo da cana-de-açúcar no setor sul da bacia do Piracicamirim.....	48
--	----

Foto2 – Presença de Sulcos Erosivos no setor sul da bacia do Piracicamirim.....	49
---	----

Foto 3 – Presença de Ravina no setor leste da bacia do Piracicamirim.....	49.
---	-----

Foto 4 – Presença de Voçoroca no setor leste da bacia do Piracicamirim.....	49
---	----

Foto 5 – Entalhamento do Vale no baixo curso do ribeirão Piracicamirim.....	50
---	----

Foto 6 –Afloramento da Formação Serra Geral no fundo do vale.....	51
---	----

Foto 7 – Extenso Interflúvio no setor central da bacia do Piracicamirim.....	51
--	----

Foto 8 – Cultivo de cana-de-açúcar no setor central da bacia do Piracicamirim.....	52
--	----

Foto 9 – Usina Santa Helena.....	53
----------------------------------	----

Foto 10 – Cana-de-açúcar margeando curso d'água.....	55
--	----

Foto 11 – Área de Preservação Permanente (APP), não corresponde ao previsto por Lei.....	55
--	----

Foto 12 – Falta de APP também ao redor de reservatório como previsto por Lei.....	57
---	----

Foto 13 – Plantação de Bananeiras, fazendo o papel de uma APP ao redor de uma nascente no setor sul da bacia do Piracicamirim.....	57
--	----

1 – Resumo

O presente trabalho objetivou oferecer subsídios para o Planejamento Territorial, através da caracterização geomorfológica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim, caracterização esta que permitiu reconhecer a morfodinâmica dos ambientes pleiteados à ocupação e/ou já ocupados. Através desta caracterização foi possível conhecer as suscetibilidades geomorfológicas da área e, a partir daí, verificou-se algumas especificações da Legislação Ambiental Brasileira referente a estas áreas. Além das características do relevo, foram analisadas também algumas das regulamentações referentes à conservação da vegetação, para assim, apontar sob a forma de registro cartográfico, os setores onde ocorre legalmente a limitação ao uso e ocupação do solo.

A fim de se alcançar os objetivos traçados, foi utilizada a abordagem direta e indireta da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim. A primeira foi realizada através de trabalhos de campo e a segunda foi efetuada através da revisão bibliográfica, cartográfica e da elaboração de documentos cartográficos da área.

Como orientação metodológica foi adotada a Teoria Geral dos Sistemas aplicada à ciência geográfica.

Os documentos cartográficos produzidos mostraram que alguns setores da presente bacia necessitam de uma melhor atenção quanto às questões ambientais. Trata-se de áreas onde o conjunto das características físicas do ambiente, juntamente com o uso e ocupação da terra predominante tem ocasionado intensos processos erosivos em diferentes estágios de evolução.

Constatou-se que a retirada da mata original para o cultivo da cana-de-açúcar tem ocasionado grandes problemas erosivos que merecem uma melhor atenção dos órgãos responsáveis pelo Planejamento Territorial da bacia.

Palavras-Chave: Suscetibilidade Geomorfológica – Bacia Hidrográfica – Planejamento Territorial

2 - Introdução

Dada a atual situação em que se encontra o meio ambiente físico em toda a superfície do planeta, cresce a urgência de pesquisas e estudos que ofereçam medidas para que se possa reverter o quadro de degradação ambiental em que o mundo se encontra ou pelo menos amenizar os impactos que o homem vem causando à Natureza. Impactos estes que vão desde a exploração indiscriminada de recursos naturais, como se esses fossem infinitos, até a ocupação humana desordenada do espaço, causando desmatamentos de áreas proibidas e ocupação em áreas de risco. Mattos e Perez Filho (2007, p.52) afirmam que os desajustes provocados à Natureza pelas atividades antrópicas, que resultam em degradação ambiental e comprometimento com a qualidade de vida, vêm alertando a humanidade a rever seus modos de vida, bem como suas relações com esta Natureza.

Nesse contexto, não se pode deixar de lado a importância dos conhecimentos geográficos para o estudo do meio ambiente, principalmente de uma de suas áreas específicas, a Geomorfologia, para as ações de planejamento ambiental, do uso e ocupação do solo. A Geomorfologia estuda o relevo no que diz respeito às suas formas e dinâmica, estudo este de suma importância, já que é em cima desse relevo que as organizações humanas se estabelecem. Conhecer e entender que as formas de relevo estão em constante evolução, através de processos endógenos e exógenos, implica em compreender os diferentes graus de sensibilidade quanto ao seu uso e ocupação. Esta suscetibilidade quando não respeitada, pode acarretar em grandes desastres ambientais, bem como o comprometimento na qualidade de vida da população. Estes podem ser exemplificados com os deslizamentos nas vertentes, enchentes que podem provocar o desabrigo de milhares de pessoas que habitam nas áreas de várzeas, processos erosivos em diferentes estágios de evolução, ocasionando a degradação dos solos, etc. Dessa forma, verifica-se a importância do conhecimento científico em Geomorfologia como subsídio para um bom planejamento, não só ambiental, mas também urbano. Por isso, a caracterização geomorfológica de áreas já urbanizadas ou não, bem como toda a sua documentação cartográfica, podem fornecer subsídios para a prevenção e mitigação da ocorrência de impactos ambientais.

É importante também, quando se trata em proteger o ambiente e oferecer subsídios para o planejamento territorial, verificar as especificações da Legislação Ambiental Brasileira, ou seja, todas as ações devem atentar para o ordenamento jurídico

para que se possa, quando necessário, “legitimar restrições em decorrência de condicionantes do meio físico” em determinadas áreas. (OLIVEIRA, 1997, p.21)

Assim, o presente trabalho objetivou oferecer subsídios para o Planejamento Territorial, através da caracterização geomorfológica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim, caracterização esta que permitiu reconhecer a morfodinâmica dos ambientes pleiteados à ocupação e/ou já ocupados. Através desta caracterização foi possível conhecer as suscetibilidades geomorfológicas da área e, a partir daí, verificou-se algumas especificações da Legislação Ambiental Brasileira referente a estas áreas. Além das características do relevo, foram analisadas também algumas das regulamentações referentes à conservação da vegetação, para assim, apontar sob a forma de registro cartográfico, os setores onde ocorre legalmente a limitação ao uso e ocupação do solo.

A seguir, apresenta-se então a área de estudo e suas principais características físicas e sócio-econômicas.

3- Caracterização da Área de Estudo

A área escolhida para o estudo, a bacia do Ribeirão Piracicamirim, é um importante afluente do Rio Piracicaba e, devido a isto, tem sido objeto de diversas pesquisas que vêm sendo realizadas no decorrer dos anos. A referida bacia localiza-se no Estado de São Paulo a 22°41'40'' e 22°52'35'' S e 47°35'15'' e 47°43'21'' W, abrangendo parte dos Municípios de Saltinho, Rio das Pedras e Piracicaba, com uma área total de 133,2 Km² (fig. 1).

Ainda quanto à dimensão da referida bacia, Toledo (2001, p.38) coloca que esta apresenta um perímetro de 63,9 Km², com o maior comprimento de 20,7 Km² e maior largura de 11 Km². O primeiro é representado, segundo o autor, pela linha do divisor de águas que circunda a bacia, enquanto que o maior comprimento foi medido com escalímetro do programa ArcView, significando a distância que acompanha aproximadamente o vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de água. Quanto à maior largura, também foi medido com escalímetro e se refere à distância correspondente à maior largura que corta transversalmente ao vale principal.

Cabe mencionar ainda que, segundo o autor citado, o canal principal da bacia percorre uma distância de 29,7 Km² da nascente até a foz. Segundo Carvalho (1995) a

nascente do córrego Piracicamirim encontra-se no município de Saltinho, na junção do Córrego Campestre e Saltinho, e sua foz no município de Piracicaba, nas dependências da ESALQ. Além disso, as águas do Piracicamirim se deslocam no sentido sul-norte, quando este se encontra com o Rio Piracicaba.

Esta área integra o Projeto *Bacias Irmãs - Construindo Capacidade na Sociedade Civil para a Gestão de Bacias Hidrográficas*-, projeto este que surgiu de uma parceria firmada entre o Instituto Ecoar para Cidadania, a Faculdade de Estudos Ambientais da Universidade de York – FES - no Canadá e a Universidade de São Paulo - CECAE, ESALQ e PROCAM- em meados de 2003. Segundo as informações deste projeto, desde 1850 esta área sofre um processo de alteração da paisagem devido o desmatamento de sua vegetação nativa em prol do cultivo do café. Até o final do século XIX esta foi a principal atividade da região, favorecida pela baixa declividade e boa fertilidade do solo.

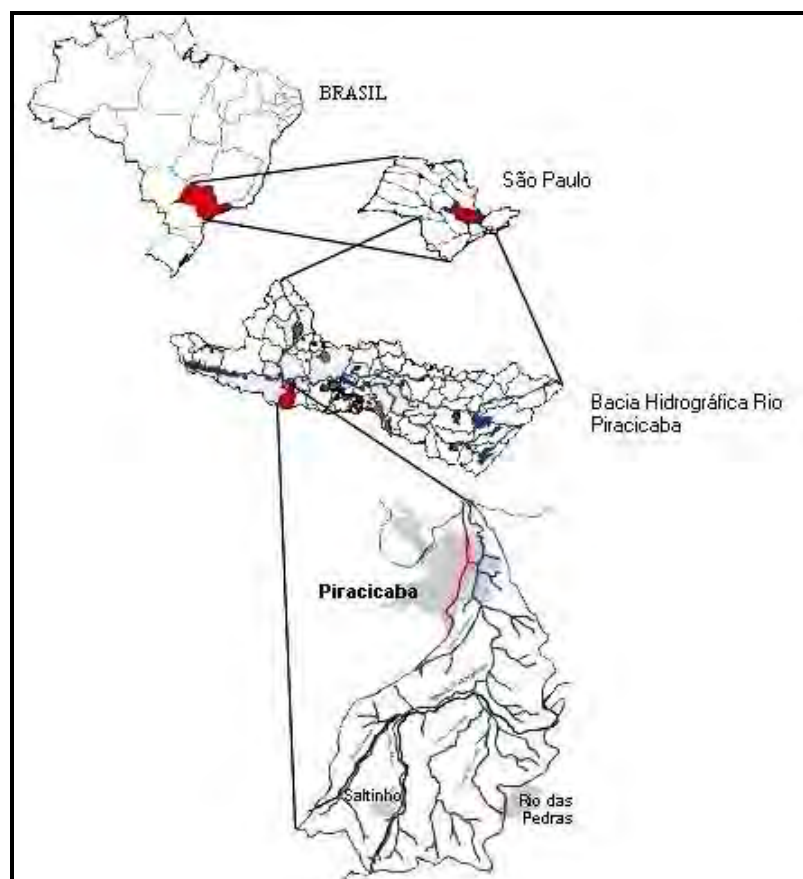


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim (SP).

Fonte: Projeto Bacias Irmãs, 2003 (<http://www.baciasirmas.org.br>).

A partir do final do século XIX, outra cultura se implantou na região – a cana-de-açúcar - juntamente com a fundação do primeiro povoado da região de Piracicaba. Porém, apenas a partir de 1920, após a Primeira Guerra Mundial ter prejudicado a indústria açucareira européia, é que a cultura da cana-de-açúcar se expandiu na bacia do Piracicamirim. Neste período o mercado internacional oferecia ótimos preços para o açúcar e este fato motivou a substituição da cultura do café pela cana-de-açúcar na bacia, definindo a paisagem homogênea do cultivo que predomina até os dias de hoje.

Alguns anos mais tarde, na década de 80, através do Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba (PDDP), a prefeitura do município regulamentou o uso do solo urbano determinando vetores de crescimento para o município, de acordo com a Lei 2.641/85, complementada posteriormente pela Lei 2683/85 (TOLEDO, 2001, p.55). Um desses vetores era o setor sudeste, correspondente ao trecho final da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim. Esta área era apontada como favorável à expansão urbana devido a sua topografia suave. Assim, esse período foi marcado por uma intensa urbanização na área com a implantação de loteamentos residenciais e industriais.

Porém, a situação tornou-se mais complexa, já que, entre os anos de 1962 a 1995 houve um crescimento urbano desordenado, devido o êxodo rural intenso causado pelo desaparecimento das áreas de agricultura de subsistência, já que estas foram incorporadas às áreas de produção de cana – de – açúcar. Como resultado teve-se um grande número de favelas, ocupação de áreas verdes e de áreas de risco, contribuindo assim para piorar a qualidade ambiental e também de vida da população da Bacia do Ribeirão Piracicamirim. Estas características ficam evidentes quando comparamos o mapa de uso e cobertura de solos da bacia nos anos de 1962 e 1995(Fig.2).

Segundo Toledo (2001), ao compararmos os dois períodos, nota-se que houve um crescimento de aproximadamente três vezes da área urbana em relação a área total da bacia (3,3% para 8,9%) e de duas vezes da área florestal (2,2% para 4,3%). O setor principal de regeneração da floresta na bacia ocorreu nas margens dos cursos d'água, em solos Gleizados, na região central da bacia, antes do Piracicamirim atravessar a área urbana de Piracicaba. Todavia, esses fragmentos florestais não significam muito se compararmos esses trechos com a área total da bacia. De acordo com o autor, a provável causa desta regeneração foi uma maior atuação da fiscalização ambiental no cumprimento do Código Florestal vigente.

Quanto à evolução das demais classes de uso e cobertura do solo, esta pode ser analisada na Tabela (1), apresentada a seguir, que confirma a predominância da atividade agrícola da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim,

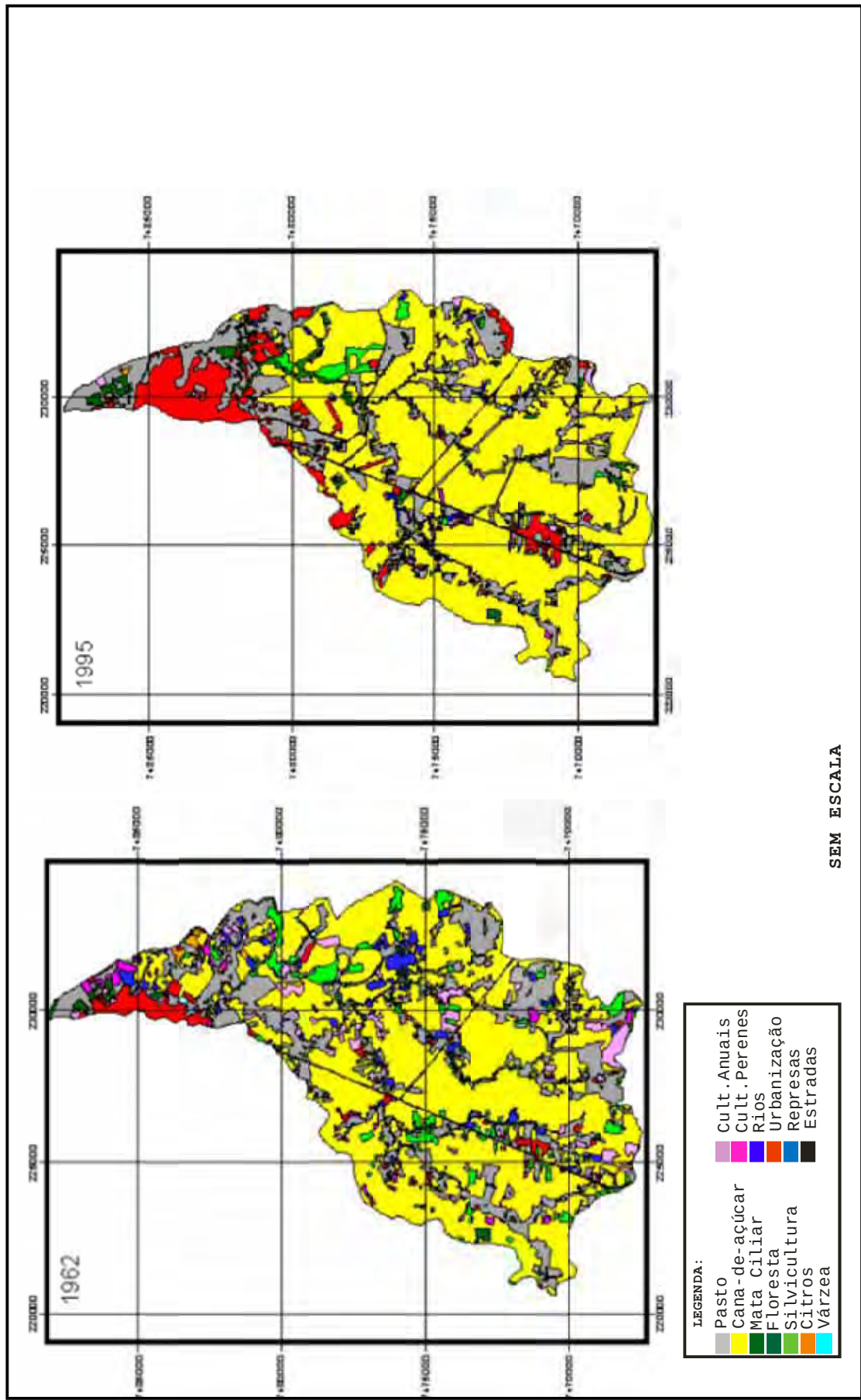


Figura 2 – Mapa de Uso do Solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim em 1962 e 1995.
 Fonte: www.cena.usp.br/piracena. Adaptação: BORGES, P.

dominando assim, a paisagem da mesma. Em contrapartida, nota-se um declínio das Culturas Anuais, bem como das Culturas Perenes que caem de 3,6% para 0,4% e de 1,7% para 0,3%, respectivamente, durante o período em questão.

Classes de Uso do Solo:	Uso e Cobertura do Solo em % nos anos de:	
	1962	1995
Cana-de-Açúcar	60,6	61,3
Culturas Anuais	3,6	0,4
Culturas Perenes	1,7	0,3
Floresta	2,2	4,3
Pasto	23,6	22,2
Silvicultura	4,4	1,4
Urbanização	3,3	8,9
Outros	0,6	1,2

Tabela 1 – Evolução das Classes de Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rib. Piracicamirim

Fonte: Toledo (2001, p.49). Adaptação: Borges, P.

Assim, hoje o quadro em que se encontra a bacia do Ribeirão Piracicamirim, conforme constatações realizadas “in loco”, é de grande degradação ambiental. O Ribeirão Piracicamirim quase não possui mata ciliar e suas águas são bastante poluídas, sendo que, no ano de 1985, o Ribeirão Piracicamirim era considerado o afluente mais poluído do Rio Piracicaba. A fim de contornar esta situação, no dia 6 de junho de 1998 foi inaugurada a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do Piracicamirim. A ETE foi construída pelo SEMAE – Serviço Municipal de Águas e Esgotos da Prefeitura de Piracicaba numa área de 30 mil m² doados pela USP. Com o funcionamento da nova estação de tratamento, o município passou a ter 33% de seu esgoto tratado (Boletim Notícias PiraCena, 20 Junho, 98, nº 29).

Para testar a efetividade do tratamento de esgoto na bacia, o Projeto PiraCena - projeto multidisciplinar e multinstitucional que visa conhecer os processos hidrológicos e biogeoquímicos que regem o funcionamento da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, dirigido pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)/ USP, campus Piracicaba - desenvolveu um estudo a fim de avaliar os parâmetros físico-químicos das águas do Ribeirão. Esta avaliação é realizada através de coletas em pontos

estabelecidos, que determinam parâmetros como carbono orgânico dissolvido, carbono inorgânico dissolvido, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e temperatura das águas.

De acordo com Toledo (2001, p.77) constata-se que, nos pontos de coleta (Fig.3) estabelecidos ao longo da bacia, as alterações biogeoquímicas do Ribeirão Piracicamirim são mais expressivas na medida em que este adentra o perímetro urbano de Piracicaba e recebe elevadas cargas de esgoto doméstico. Desta forma, segundo o autor, notam-se comportamentos ascendentes similares nas curvas dos seguintes parâmetros analisados: carbono orgânico e inorgânico dissolvido, condutividade, alcalinidade, respiração, amônio, sulfato, sódio e cloreto, nos pontos analisados. A seguir serão apresentados alguns desses parâmetros mencionados pelo autor (fig.4).

Segundo Ometto (1998), a partir da instalação da ETE – Piracicamirim, o resultado das análises físico-químicas das águas na margem do Ribeirão obtiveram uma melhora considerável em seu trecho urbano, contribuindo inclusive para que algumas espécies de peixes aparecessem no trecho analisado. Porém, no curso final do Ribeirão essa melhora não foi constatada, devido à quantidade de redes clandestinas e depósitos de lixo em suas águas que se dão neste trecho. Assim, o Ribeirão Piracicamirim ainda é considerado poluído, fato que se deve às características acima mencionadas e também aos insumos químicos das plantações de cana-de-açúcar.

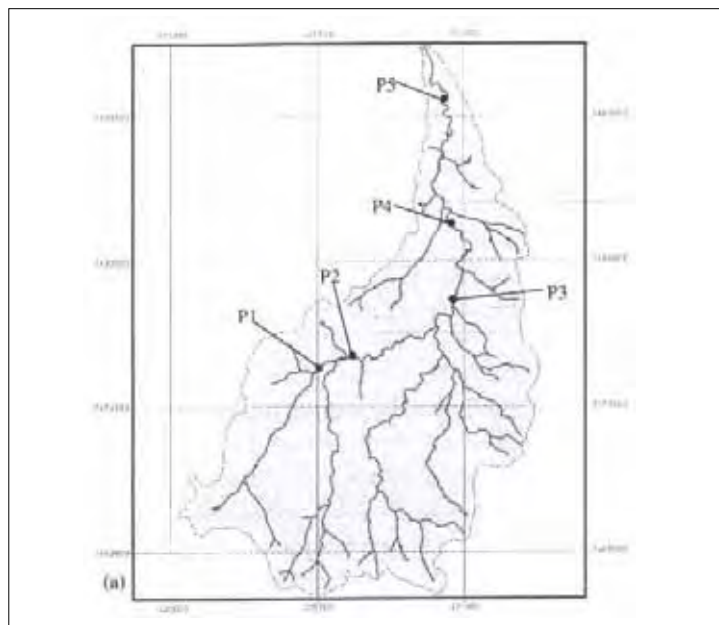


Figura 3 – Pontos de Coleta de água na bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.
Fonte: TOLEDO, 2001, p.27.

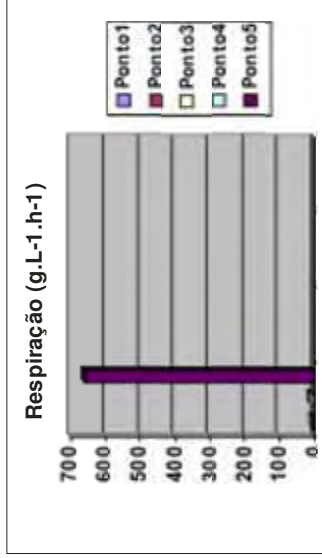
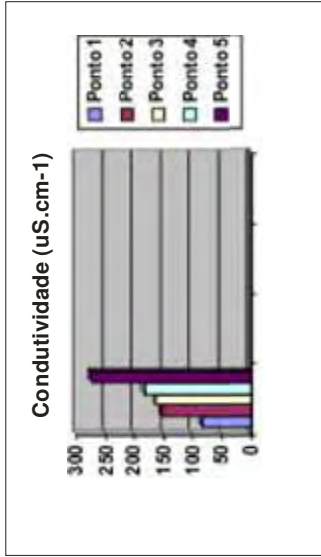
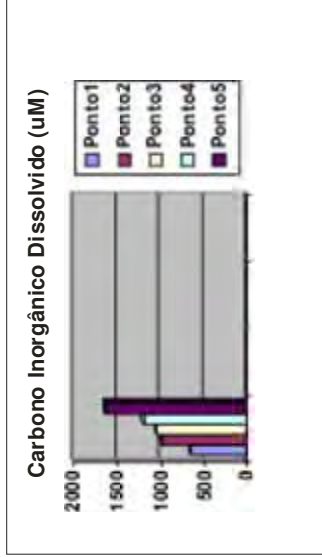
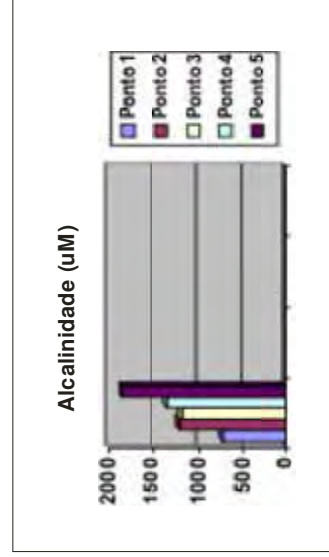
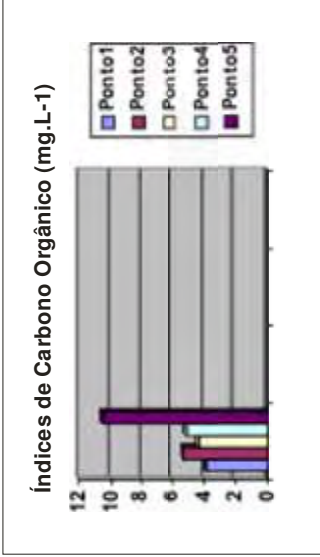


Figura.4 – Valores Médios dos Parâmetros Biogeoquímicos nos pontos 1, 2, 3, 4 e 5 do Ribeirão Piracicamirim.
Fonte: Toledo (2001, p.79). Adaptação: Borges, P.

Segundo Carvalho (1995), o Ribeirão Piracicamirim, já no seu baixo curso, entra em contato com a população piracicabana, fato este que se dá no bairro periférico de Ipanema. Logo após atravessa um bairro de auto-construção e um aglomerado de pequenas indústrias, cortando em seguida parte da zona urbana, Jardim Morumbi, passando pela estrada que leva a São Paulo. É nesse trecho que o Piracicamirim penetra no campus da USP, indo desaguar no rio Piracicaba (Fig.5).



Figura 5 – Travessia do Ribeirão Piracicamirim.
Fonte: www.baciasirmãs.org.br.

Constata-se assim que o Ribeirão Piracicamirim está em íntimo contato com a população, principalmente aquela menos favorecida que deste se serve como fornecedor de água, área de lazer, esgoto a céu aberto e depósito de lixo. Este fato o torna complexo, já que sofre influências tanto de atividades agrícolas, industriais como urbanas. Todas estas contribuem para a deteriorização de suas águas. Braga e Carvalho (2003) afirmam que através do avanço da urbanização desordenada sobre o meio natural, progressivas degradações das áreas de mananciais têm ocorrido, principalmente através da implantação de loteamentos irregulares e instalações de usos e índices de ocupação incompatíveis com a capacidade de suporte do meio. Pode-se afirmar que estes fatos são encontrados na bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim, conforme dados relatados acima.

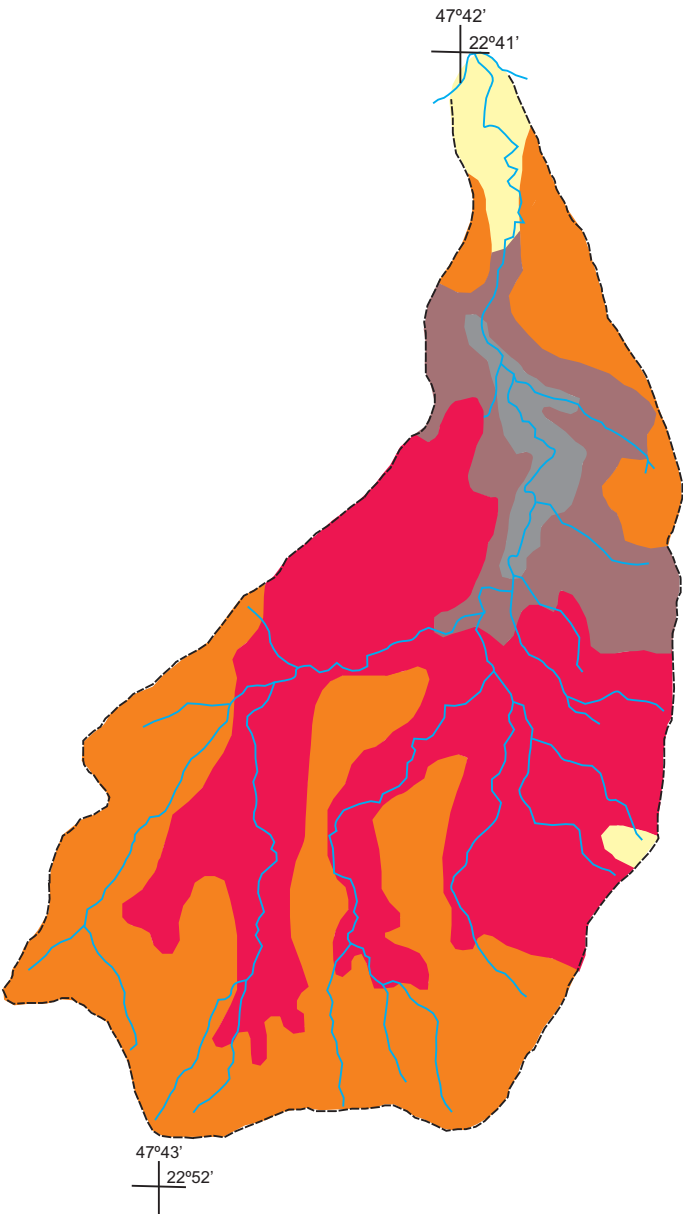
Neste contexto, é importante também avaliar as condições do meio natural sobre as quais esta urbanização ocorre. No que se refere à constituição geológica, a referida bacia apresenta as seguintes litologias: Formação Itararé do Grupo Tubarão, datada do Paleozóico; Formação Irati do Grupo Passa Dois, do Paleozóico - Permiano Superior; Formação Corumbataí do Grupo Passa Dois, também do Paleozóico – Permiano Superior; Formação Pirambóia do Grupo São Bento, do Mesozóico; e Formação Serra Geral, também do Grupo São Bento, datada do Mesozóico.

Nota-se, na Figura 6, que no extremo sul da bacia, assim como em alguns trechos da área central e também do baixo curso do Piracicamirim aflora a Formação Pirambóia. Segundo o IPT (1981b), a referida formação se caracteriza por apresentar uma sucessão de camadas arenosas, que são mais comuns na coloração vermelha, porém podem obter também a coloração amarela. Estes arenitos são de granulação média a fina, sendo que, a fração argilosa se apresenta em maior quantidade na parte inferior do que na parte superior da formação, onde localmente ocorrem arenitos grossos, conglomeráticos. Quanto à estratificação, predomina a denominada estratificação plana – paralela, porém, também ocorre a estratificação cruzada. De acordo com Perinotto e Zaine (1996, p.83) as rochas da Formação Pirambóia provavelmente foram geradas em ambientes flúvio – desérticos, num clima quente, úmido a semi-árido.

Dominando quase toda a área central, leste e oeste da bacia encontra-se a Formação Corumbataí. A principal litologia desta unidade são os siltitos e argilitos cinza-avermelhados e arroxeados, às vezes esverdeados, que se decompõem em pequenas “pastilhas”. Intercaladas a essas rochas mais finas ocorrem lentes de arenitos muito finos. (PERINOTTO E ZAINE, 1996, p.82).

Quanto ao ambiente de deposição da Formação Corumbataí, existem controvérsias, como aponta o IPT (1981b). Segundo o mesmo, os argumentos são a favor ou contra ambientes marinhos de deposição, já que, muitas estruturas sedimentares desta formação são compatíveis com ambientes lacustres.

Esboço Geológico da Bacia do Ribeirão Piracicamirim



Legenda

- Formação Serra Geral - Grupo São Bento - Mesozóico
- Formação Botucatu - Grupo São Bento - Mesozóico
- Formação Corumbataí - Grupo Passa Dois - Paleozóico
- Formação Irati - Grupo Passa Dois - Paleozóico
- Formação Itararé - Grupo Tubarão - Paleozóico

Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Limite da Bacia



Escala
1: 100.000

Fonte: IGG - Carta Geológica do Brasil,
Folha Piracicaba (2762), 1952.

Adaptação: Patrícia Borges
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Já a Formação Irati irá aflorar em um trecho do médio e do baixo curso da bacia do Ribeirão Piracicamirim. Esta Formação é a unidade estratigráfica mais baixa do Grupo Passa Dois, que se caracteriza por apresentar:

[...] folhelhos pirobetuminosos, folhelhos pretos não betuminosos, dolomitos cinzentos e alternados com folhelhos escuros, por vezes nodulosos, calcários mais ou menos intensamente dolomitizados, siltitos, folhelhos e arenitos finos, cinzentos. Arenitos de granulação fina a grossa, conglomerática, e camadas de conglomerado ocorrem ocasionalmente na base da formação. (IPT, 1981, p.58)

Ainda quanto à Formação Irati, esta se divide em dois membros: Taquaral e Assistência. Segundo Perinotto e Zaine (1996, p.81) o Membro Taquaral se encontra na base contendo os folhelhos cinza e, no topo o Membro Assistência possui as intercalações de calcário – dolomítico-folhelho preto pirobetuminoso. De acordo com os autores citados, é desta Formação que se faz a extração do calcário dolomítico para a correção da acidez do solo na agricultura. Além disso, quanto ao ambiente de deposição, a Formação Irati possui rochas que evidenciam ambientes marinhos mais fechados, como golfos, em que a salinidade da água apresentava variações.

Quanto a Formação Itararé, aflora na Bacia do Piracicamirim de forma menos expressiva, apresentando-se apenas em um trecho do médio e baixo curso da bacia, margeando os cursos d'água, nos fundos de vale.

Encontram-se nesta unidade vários tipos de rochas sedimentares, numa complexa relação entre elas, como os ritmitos (varvitos e turbiditos), arenitos de várias granulometrias em lentes e camadas [], conglomerados, siltitos, argilitos e os diamictitos e tilitos. (PERINOTTO E ZAINE, 1996, p.79)

Segundo os autores, essas rochas foram formadas em clima glacial, com avanço e recuo das geleiras.

Por fim, aflora ainda na Bacia do Piracicamirim, em menor extensão, a Formação Serra Geral que se encontra no setor de deságüe do ribeirão e também em uma faixa bastante estreita no extremo sul da bacia. Além desses, encontra-se em pontos isolados no setor leste e norte da bacia. Segundo IPT (1981b, p. 64) a Formação Serra Geral se caracteriza por apresentar um “conjunto de derrames de basaltos toleíticos [] entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à

Formação Botucatu.” Além disso, associado à essa estrutura encontram-se os corpos intrusivos de diabásios na forma de diques e sills.

A origem dessas rochas está associada a um “extenso fenômeno de magmatismo de fissuras [], em que enormes quantidades de lavas ascenderam à superfície do então deserto em que se formavam as dunas da (hoje) Formação Botucatu”.(PERINOTTO E ZAINE, 1996, p.84)

Sobre tais Formações, segundo EMBRAPA (1999), ocorrem as seguintes classes de solos: Argissolos Vermelhos – Amarelos; Argissolos Vermelhos; Latossolos Vermelho – Amarelo; Latossolos Vermelho – Escuro; Planossolos; Neossolos; Solos Gleizados; e Nitossolos.

De acordo com a Figura 7, nota-se que, o setor sul da bacia apresenta predominantemente solos do tipo Argissolos Vermelho - Amarelo. Segundo EMBRAPA (1999) os Argissolos, de maneira geral, se definem como “solos constituídos por material mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A ou E”. Mais precisamente, referente aos Argissolos Vermelho-Amarelos, o mesmo autor afirma que estes são caracterizados por possuírem matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR na parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA. Segundo Oliveira, Jacomine e Camargo (1992) estes solos possuem algumas limitações, já que apresentam uma maior suscetibilidade erosiva, principalmente quando combinados à maior declividade do terreno.

Já o setor oeste da bacia é onde se encontram, em maior abundância, a classe dos Latossolos Vermelho-Escuros e em menor proporção, a classe dos Latossolos Vermelho-Amarelos. Solos Gleizados e Argissolos também ocorrem, porém em pontos isolados neste setor da bacia.

Os Latossolos Vermelho-Escuros se caracterizam por apresentar grande profundidade com sequência A-Bw-C de diferenciação modesta, tendo materiais de origem diversas (Oliveira, Jacomine e Camargo 1992, p.102). Quanto à definição dada pela EMBRAPA (1999, p.93), traz que os Latossolos, de maneira geral, se caracterizam por:

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura.

Ainda em relação a esta classe de solos, Oliveira, Jacomine e Camargo (1992) afirmam que este apresenta como característica o bom favorecimento ao lavradio e a boa drenagem interna, características estas dadas pela grande espessura apresentada por eles. Contudo, quanto à fertilidade e à textura ocorre grande heterogeneidade. Porém, no caso da necessidade de aplicação de fertilizantes e corretivos, esta classe, geralmente, responde de maneira positiva. (OLIVEIRA, JACOMINE E CAMARGO 1992, p.103)

Quanto aos Latossolos Vermelho – Amarelos estes se caracterizam por, segundo EMBRAPA (1999, p.198) apresentarem matiz 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR nos primeiros 100 cm do horizonte B.

Na área central da bacia, além do predomínio também dos Latossolos Vermelhos – Escuros, ocorrem, nas proximidades dos cursos d'água, os Solos Gleizados. Estes, segundo a EMBRAPA (1999, p.89) são definidos como:

“solos constituídos por material mineral, com solos glei dentro dos primeiros 50 metros da superfície, ou entre 50 a 125 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou precedido por horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução”.

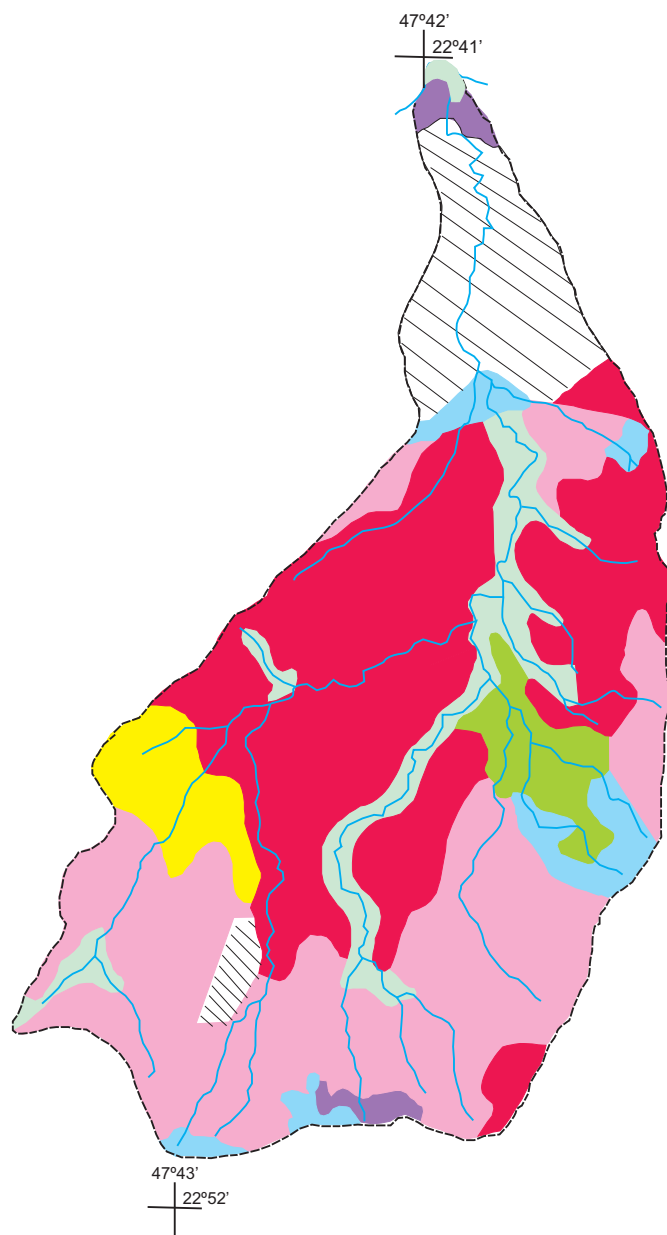
Esta classe de solos se desenvolve em áreas de várzeas, áreas deprimidas, planícies aluvionais, locais de terras baixas, vinculada ao excesso de água ou, em bordas de chapadas em áreas de surgência de água subterrânea. Assim, possui grandes limitações quanto ao uso agrícola, já que há a presença do lençol freático elevado e os riscos de alagamentos são frequentes.(OLIVEIRA, JACOMINE e CAMARGO, 1992, p.167)

O setor leste da bacia, porém, é o que mais apresenta heterogeneidade quanto aos tipos de solos. Lá estão os Planossolos, os Neossolos, e também, os Latossolos Vermelho-Escuros e os Argissolos, sendo que, estes dois últimos encontram-se em maior abundância.

A EMBRAPA (1999, p.99), conceitua os Planossolos como:

[...] solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela detenção de lençol d'água sobreposto (suspensão), de existência periódica e presença variável durante o ano.

Esboço Pedológico da Bacia do Ribeirão Piracicamirm



Escala
1: 100.000

LEGENDA:

 Latossolo Vermelho	 Nitossolo
 Latossolo vermelho - Amarelo	 Neossolo
 Argissolo	 Solos Gleizados
 Planossolo	

Convenções Cartográficas

	Área Urbana
	Drenagem
	Limite da Bacia

Fonte: IAC - Carta Pedológica Semi-Detalhada do Estado de São Paulo, Folha Piracicaba (SF.23-Y-A-IV), 1989.

Adaptação: Patrícia Borges

Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Em geral, estes solos apresentam grande capacidade nutricional às plantas, já que, em sua maioria apresentam altos valores de soma e de saturação por bases, além de significantes quantidades de minerais primários facilmente intemperizáveis.

Quanto aos Neossolos, estes se definem como: “solos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 30 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico” (EMBRAPA, 1999, p.94). Por apresentarem pequena espessura, apresentam limitações quanto à penetração do sistema radicular das plantas, já que o substrato é duro. Além disso, “... a água de percolação, ao atingir a rocha, tem seu fluxo interrompido ou muito diminuído, expondo esses solos aos efeitos das enxurradas”.(OLIVEIRA, JACOMINE e CAMARGO, 1992, p.177).

Por fim, cabe mencionar a ocorrência dos Nitossolos, que se encontram apenas no setor de deságüe do Ribeirão Piracicamirim e num pequeno trecho do setor sul da bacia. Estes se caracterizam por serem constituídos de material mineral, apresentando horizonte B nítico com argila de atividade baixa, logo abaixo do horizonte A ou mesmo dentro dos primeiros 50 cm do horizonte B (EMBRAPA, 1999, p. 96). Cabe mencionar que esta classe de solos apresenta grande potencialidade para a agricultura, sendo aptos para todos os usos agropastoris e florestais adaptados às condições climáticas. (OLIVEIRA, JACOMINE E CAMARGO, 1992, p.116)

Estas características pedológicas mantêm relações intrínsecas com as formas de relevo da bacia, a qual se encontra na Província da Depressão Periférica Paulista, mais precisamente na zona do Médio Tietê (IPTa). Segundo Ross (1990, citado por Ross e Moroz, 1997, p.45):

A Depressão Periférica da Borda Leste da Bacia do Paraná está esculpida quase totalmente nos sedimentos Páleo-mesozóicos da bacia. Apresenta características de modelado diversos em função da influência tectônica, variação litológica e dos graus de atuação dos processos morfodinâmicos dos mais variados ambientes paleoclimáticos[...]

Ab'Saber (1969, citado por IPT, 1981 a, p.56) afirma ainda que a Depressão Periférica Paulista possui a forma de um corredor de topografia colinosa, embutida entre a cuesta da Borda da Mata e Monte Santo e as elevações do Planalto Atlântico, apresentando aproximadamente 50 Km de largura.

Quanto à zona do Médio Tietê, Ross e Moroz (1997) afirmam que esta corresponde a área localizada entre o Planalto Atlântico a leste, planalto Ocidental

Paulista a oeste e a Depressão de Mogi-Guaçu ao norte, onde as formas de relevo são denudacionais com modelado constituído basicamente por colinas de topos amplos tabulares e convexos. Segundo Almeida (1981, citado por IPT, 1981 a, p.58) esta zona corresponde à área drenada pelo Rio Tietê, delimitada pelos divisores de água desta bacia com as dos rios Mogi-Guaçu e Paranapanema.

Toda a zona é coberta por uma rede de drenagem bastante organizada, em que se destacam o Tietê e seus dois afluentes, o Piracicaba e o Sorocaba. O padrão geral da drenagem é dentrítico, notando-se, porém algum controle estrutural a partir de diaclases e da presença de corpos litológicos mais resistentes, especialmente diabásios. (IPT, 1981 a)

Tais condições de drenagem e de relevo encontram-se submetidos a um clima mesotérmico úmido subtropical de inverno seco (Cwa), segundo classificação de Köppen. (SILVA e PFEIFER, 1998, p.11).

O clima tipo Cwa, se caracteriza por apresentar temperaturas mais elevadas no mês de janeiro, com média de 25,1°C e temperaturas mais amenas no mês de julho com uma média de 17,5°C. As chuvas se concentram no verão nos meses que se estendem de outubro à abril, tendo o mês de março como o mais chuvoso. O inverno, que se estende de maio a setembro, é seco, possuindo no mês de agosto média de 30mm de precipitação, ou seja, é o mais seco.

Conforme se pôde constatar por esta caracterização da área, verifica-se que o substrato físico apresenta algumas fragilidades, o que pode ser observado, por exemplo, pela presença de solos do tipo Argissolos e Neossolos, os quais são potencialmente suscetíveis aos processos erosivos. Constata-se também que a bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim apresenta grandes índices de degradação ambiental, necessitando de medidas urgentes para recuperação e revitalização tanto de suas áreas verdes, bem como de suas águas. Dessa forma, tais fatos justificam a necessidade da pesquisa desenvolvida cujo método apresenta-se a seguir.

4 - Método e Técnicas

A fim de se alcançar os objetivos traçados, foi utilizada a abordagem direta e indireta da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim. A primeira foi realizada através de trabalhos de campo e a segunda foi efetuada através da revisão bibliográfica, cartográfica e da elaboração de documentos cartográficos da área.

Como orientação metodológica foi adotada a Teoria Geral dos Sistemas aplicada à ciência geográfica. Cunha (2001, p.35), ao descrever a importância da teoria geral dos sistemas para a Geomorfologia diz que “é impossível compreender o relevo sem considerar os fluxos de matéria e energia responsáveis por sua gênese e esculturação”, pois, o relevo sendo fruto da interação de diversos fatores, necessita que estes sejam estudados para que se compreenda essas inter-relações. Dessa forma, considera-se que, para este estudo, a visão sistêmica foi plenamente satisfatória já que pressupõem as relações entre os elementos que compõem o sistema.

Hall e Fagen (1956, citado por Christofolletti, 1979, p.1) ao definirem um sistema consideram-no “como o conjunto dos elementos e das relações entre eles e seus atributos”; já para Thornes e Brunsden (1977, citado por Christofolletti, 1979, p.1) este é um “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizados para executar uma função particular”. Deve-se ressaltar que para Christofolletti (1979, p.3) a definição dada por Thornes e Brunsden é mais completa já que estes consideram que “o sistema funciona para executar uma determinada tarefa, procurando atingir um objetivo ou finalidade” enquanto que para Hall e Fagen “basta haver funcionamento e relacionamento para que o sistema seja caracterizado”.

Outra definição importante é a que Miller (1965, citado por Christofolletti, 1979,p.1) propôs. Segundo ele, um sistema:

[...] é um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra conjunto implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlada, condicionada ou dependente do estado de outras unidades.

A matéria, a energia e a estrutura são aspectos importantes que, segundo Christofolletti (1979), devem ser abordados no estudo da composição dos sistemas. “A *matéria* corresponde ao material que vai ser mobilizado através do sistema... A *energia*

corresponde às forças que fazem o sistema funcionar, gerando a capacidade de realizar trabalho”. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p.8)

Quanto à estrutura do sistema, Christofolletti (1979, p.13), coloca que esta “é constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. O *elemento* é a unidade básica do sistema”.

Os sistemas podem ser classificados de acordo com vários critérios, porém segundo Christofolletti (1979) o critério funcional e o da complexidade estrutural são os mais importantes para a análise geográfica. Levando em consideração a complexidade estrutural, foram propostos por Chorley e Kennedy (1971, citado por Christofolletti, 1979, p.15) onze tipos de sistemas. O mais relevante para o presente estudo, de acordo com esta classificação, são os *sistemas controlados*, representados por aqueles que “apresentam a atuação do homem sobre os sistemas de processos-resposta”. Os sistemas de processos-respostas, por sua vez, são aqueles “formados pela combinação de sistemas morfológicos e sistemas em seqüência. Os sistemas em seqüência indicam o *processo*, enquanto o morfológico representa a *forma*, a resposta a determinado estímulo”.(CHRISTOFOLETTI, 1979, p.17).

Dessa forma, para compreender o sistema em estudo foram utilizadas variadas técnicas cartográficas a seguir apresentadas.

4.1 - Técnicas Cartográficas

4.1.1 - Carta Clinográfica

A carta clinográfica ou de declividade tem fundamental importância para estudos de planejamento do uso e ocupação da terra, já que esta vem apontar a inclinação do terreno em estudo, demonstrando assim os pontos com maior suscetibilidade erosiva e as áreas previstas pela legislação como inadequadas ao uso e ocupação humana. Cunha (1997) ao colocar a importância destas cartas diz que quanto maior for a inclinação do terreno, maior será a energia com que se processa o escoamento pluvial e assim, maior será o potencial erosivo da água.

A técnica de construção da carta clinográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim seguiu a proposta desenvolvida por De Biasi (1970), que tem como base a compreensão das cartas topográficas, nas quais observa-se que quanto mais próximas estiverem as curvas de nível, maior será a declividade do terreno e quanto mais

distantes, menor será a declividade. Assim, a quantificação da inclinação é possível com o auxílio de um ábaco graduado.

O primeiro passo para a confecção da carta é se estabelecer a maior e a menor declividade existente na área, dado este obtido pelo menor e pelo maior espaçamento das curvas de níveis respectivamente. Estes dados indicaram os limites das classes de declive para a área em questão. Para tanto, utilizou-se a seguinte fórmula, que segundo De Biasi (1992) expressa estes dados em porcentagem:

$$D = \frac{n \times 100}{E}$$

Onde: D = Declividade, em porcentagem;

n = Equidistância das curvas de nível (desnível altimétrico);

E = Espaçamento entre as curvas de nível (distância horizontal);

No presente trabalho os valores de maior e menor declividade registrada para a bacia foram de 40% e 1,33% respectivamente. Sendo assim, as classes não poderiam ultrapassar 40% e nem serem inferiores a 1,33% de declividade.

A partir destes limites, se definem as classes de declive, classes estas que podem variar de pesquisa para pesquisa, de acordo com os objetivos do pesquisador. Para a realização deste trabalho as classes estabelecidas basearam-se na proposta de De Biasi (1992) que recomenda estabelecê-las seguindo as diferentes leis de uso e ocupação do solo e as características da área. Obteve-se assim, as seguintes classes de declividade para a área:

- Declividade < 2%: áreas susceptíveis a inundação;
- Declividade entre 2% a 5%: segundo De Biasi (1992), a partir de 5% é possível a urbanização sem restrições quanto a possibilidade de inundação;
- Declividade entre 5% a 12%: terrenos onde é possível a urbanização e a mecanização agrícola;
- Declive entre 12% a 20%: acima de 12% há sérias restrições à mecanização agrícola;
- Declive entre 20% a 30%: até 30% de declive é permitida a urbanização;
- Declive acima de 30%: área inadequada para a urbanização.

A partir destas definições, utilizou-se a regra de três com os valores das classes de declive a fim de se definir os valores das distâncias que compõem o ábaco sugerido por De Biasi (1992), o qual tem por objetivo facilitar o processo de elaboração da carta clinográfica. Assim, obteve-se os seguintes números de distância entre as curvas de nível que são representadas no ábaco (fig8):

- Para o limite de 2% declividade: 1,99 cm;
- Para o limite de 5% declividade: 0,798 cm;
- Para o limite de 12% declividade: 0,332 cm;
- Para o limite de 20% declividade: 0,199 cm;
- Para o limite de 30% declividade: 0,133cm.

Para as áreas inseridas em topos de morros, fundos de vale e locais entre a curva de nível e o limite da bacia foi utilizado um ábaco suplementar, seguindo as adaptações de Sanchez (1993), que sugere que este tenha a metade das medidas utilizadas no ábaco principal, ou seja, considera-se o desnível na fórmula para o cálculo da declividade, como tendo um valor igual à metade do valor de equidistância das curvas de nível. Segundo o autor, a interpretação realizada com o ábaco suplementar pode não retratar fielmente as declividades, porém representa uma aproximação mais objetiva.

Desta forma, os valores obtidos para o ábaco suplementar foram (fig.9):

- Para o limite de 2% declividade: 0,99 cm;
- Para o limite de 5% declividade: 0,798cm;
- Para o limite de 12% declividade: 0,16 cm;
- Para o limite de 20% declividade: 0,09 cm;
- Para o limite de 30% declividade: 0,06cm.

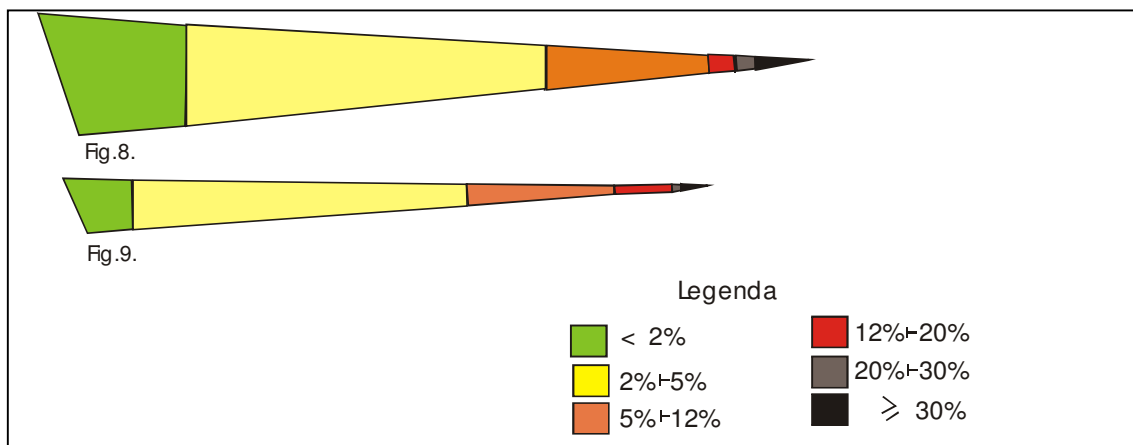


Figura 8 – Ábaco Graduado Principal; Figura 9 – Ábaco Graduado Suplementar.
Org. e Desenho: Patrícia Borges.

Para cada uma das classes foi estabelecida uma cor, considerando-se a Rosa Cromática e o Princípio de Intensidade, que afirma que quanto mais intenso o fenômeno, mais intensa deve ser a cor para representá-lo.

O uso do ábaco na carta de declividade é muito simples (fig.10), como coloca De Biasi (1970, p.10 – 11):

[...] basta colocá-lo entre duas curvas de nível, fazendo-se sempre coincidir a direção das perpendiculares do ábaco com a linha de maior declive da vertente, que é definida pela perpendicular comum às duas curvas de nível, procurando-se qual o segmento perpendicular do ábaco que coincidirá com a distância entre as duas curvas de nível. A superfície da carta compreendida entre duas curvas de nível e duas linhas de maior declive, correspondentes aos limites das classes, deverá ser assinalada por uma cor ou trama correspondente à classe que o diapasão estiver acusando.

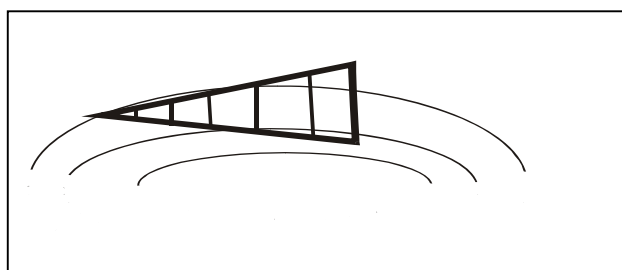


Fig. 10 - Uso do Ábaco Graduado na elaboração da carta clinográfica
Organização e Desenho: Patrícia Borges

4.1.2 Carta de Dissecação Horizontal

Através da carta de dissecação horizontal pode-se identificar a distância que separa os talvegues dos divisores de água da bacia. Como coloca Cunha (2001, p.47), “através deste documento cartográfico é possível avaliar o trabalho de dissecação horizontal elaborado pelos rios sobre a superfície de interesse”. A autora afirma ainda que este documento cartográfico auxilia na identificação das áreas onde há maior fragilidade do relevo quanto à atuação dos processos morfogenéticos “indicando setores onde interflúvios mais estreitos denotam maior suscetibilidade à atuação destes”.

A carta de dissecação horizontal do relevo foi elaborada segundo a proposta de Spiridonov (1981), com adaptações propostas por Mauro *et. al.* (1991). Segundo Cunha (2001, p.47):

[...] no processo de construção deste documento cartográfico deve-se compreender o relevo, representado nas cartas topográficas, como um triângulo retângulo, no qual a linha de cumeada é possível de se obter através da interpretação dos setores de dispersão d’água. Deste modo, é possível identificar a distância entre tal linha e o talvegue fluvial já traçado. (Fig. 11-A)

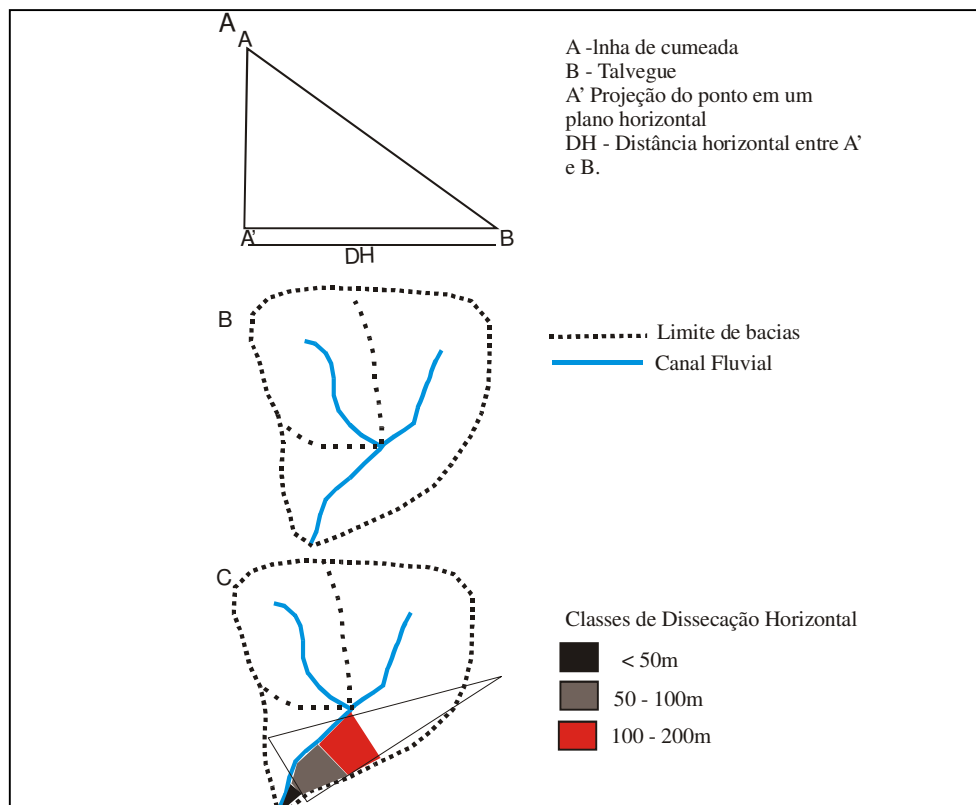


Fig.11 - Etapas para a elaboração da carta de dissecação horizontal
Fonte: MENDES, 1993.

O primeiro passo na construção deste documento cartográfico foi o enriquecimento da drenagem seguido da delimitação de todas as sub-bacias na base cartográfica. Assim se estabeleceu a área drenada por cada curso fluvial.

Feito isto, buscou-se o valor da maior e da menor distancia entre a linha de cumeada e o talvegue do rio, a fim de se estabelecer o universo de variação das classes a serem estabelecidas. Seguindo a recomendação de Spiridonov (1981) o valor de cada classe foi atribuído com base no dobro do limite da classe anterior, a partir do mínimo mapeável de 1mm que corresponde a 50m no mapa, até o valor máximo representativo para a área, no caso 800 m.

Desta forma, estabeleceram-se as seguintes classes de dissecação horizontal para a bacia do Ribeirão Piracicamirim:

<u>Classes de Dissecação Horizontal:</u>	<u>Distância na Carta:</u>
< 50 m	< 1mm
50 ┤ 100m	1 ┤ 2mm
100 ┤ 200m	2 ┤ 4mm
200 ┤ 400m	4 ┤ 8mm
400 ┤ 800m	8 ┤ 16mm
≥ 800 m	≥16mm.

A partir dos valores de distância na carta, foi construído um ábaco graduado (fig 11-C e 12), o qual se constitui no instrumento de quantificação da distância entre o talvegue e as linhas de cumeada. Assim como na carta de declividade, as cores estabelecidas para cada classe seguiram a Rosa Cromática e o Princípio de Intensidade.

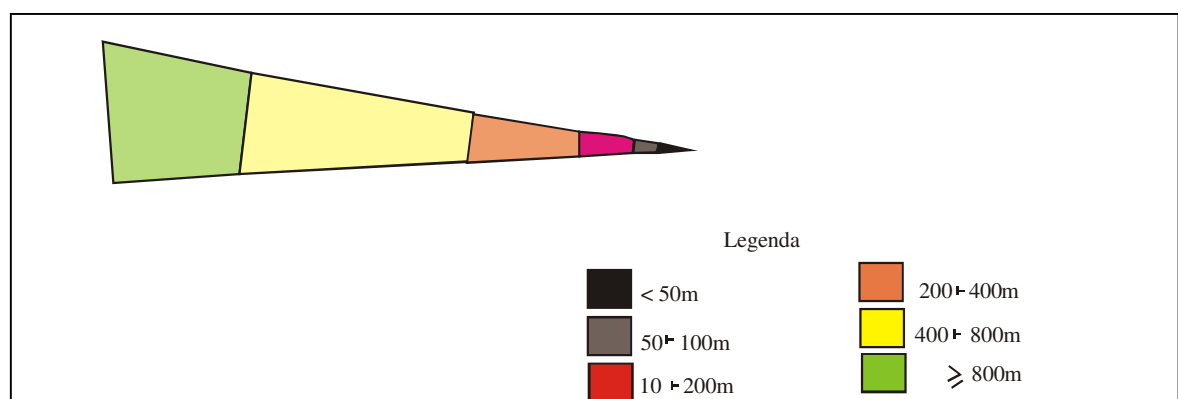


Fig. 12 Ábaco Graduado para a elaboração da carta de dissecação horizontal.
Organização e Desenho: Patrícia Borges.

4.1.3 - Carta de Dissecação Vertical

A carta de dissecação vertical foi elaborada de acordo com o método proposto por Spiridonov (1981), no qual foi possível quantificar a altitude relativa entre as linhas de cumeada dos interflúvios e o talvegue. Desta forma, avaliou-se o grau de entalhamento que os cursos fluviais realizaram, bem como a identificação e a comparação dos diferentes estágios desse entalhamento na bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

De acordo com Cunha, Mendes e Sanchez (2003) a comparação destes estágios de entalhamento vem indicar a velocidade do fluxo do escoamento superficial, já que os setores com desníveis altimétricos maiores terão um escoamento superficial mais rápido. “... O nível de base, representado pelo talvegue mais próximo, encontra-se em um patamar altimétrico mais baixo e com isso exerce uma acentuada força de atração comandada pela gravidade”. CUNHA, MENDES E SANCHEZ (2003, p.420)

Assim como na carta de dissecação horizontal, o primeiro passo para a construção deste documento cartográfico foi a delimitação das sub-bacias da área em estudo (fig. 13-A). Posteriormente, foram identificados os pontos onde ocorrem as intersecções entre os talvegues com cada curva de nível (fig. 13-B). Em seguida, esses 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 (fig. 13-C). Após estes procedimentos, classificou-se a área de acordo com o desnível altimétrico em relação aos talvegues (fig. 13-D).

A organização das classes de dissecação vertical seguiu a proposta de Spiridonov (1981), que propõe seguir os valores da equidistância entre as curvas de nível, que retrata o desnível altimétrico entre elas. No presente trabalho este desnível é de 20m. Assim, as classes estabelecidas foram as seguintes:

Classes de Dissecação Vertical

< 20m
20 ┤ 40m
40 ┤ 60m
60 ┤ 80m
80 ┤ 100m
≥ 100m

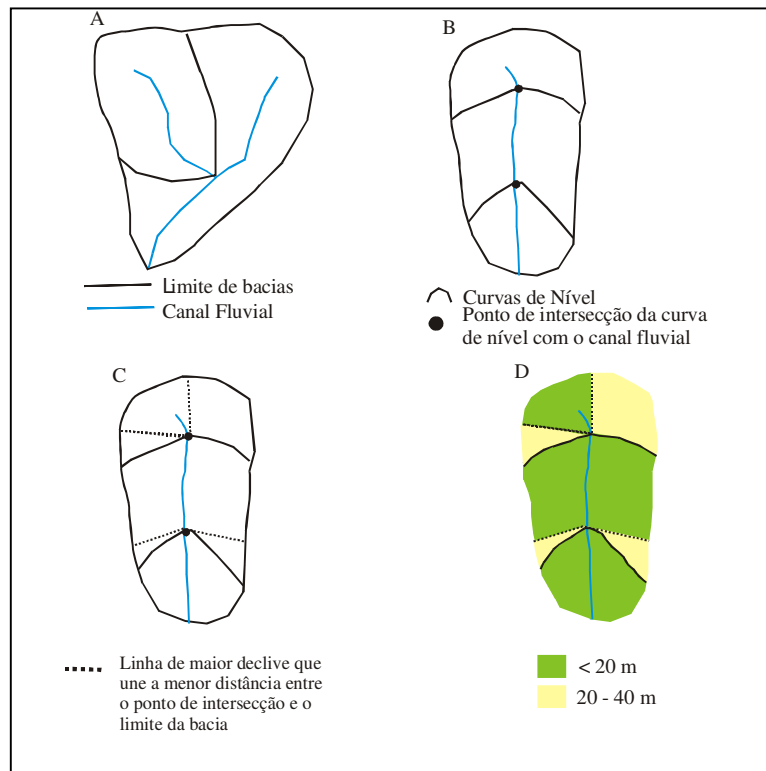


Fig.13 - Etapas de elaboração da carta de dissecação vertical
Fonte: Mendes, 1993.

O número de classes foi igual as demais cartas (6) e as cores utilizadas para cada uma delas também seguiram a Rosa Cromática, bem como o Princípio de Intensidade.

4.1.4 - Carta de Energia do Relevo

A carta de energia do relevo é obtida através da combinação das informações oferecidas pelas cartas de declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical do relevo, ou seja, ela é uma síntese das demais cartas.

Para a elaboração deste documento cartográfico, optou-se por seguir a proposta de Mendes (1993), na qual a autora sugere que a integração dessas informações deve ser definida de acordo com as características da área e também que as classes de energia devem ser identificadas por termos qualitativos que variam de muito forte a muito fraco.

Cunha (2001, p. 52) coloca que: “Assim, dados quantitativos da geometria do relevo, mapeados nas três cartas anteriormente citadas, são reunidos em classes organizadas de acordo com parâmetros que dependem do interesse particular do usuário e das características da área”.

Desta forma, o primeiro passo é a construção de um documento cartográfico contendo toda a drenagem da bacia bem como o seu limite, a partir da base cartográfica. Logo em seguida foi preciso decidir quais seriam os parâmetros definidores para a energia do relevo que, no presente trabalho, foi a declividade seguida pela dissecação horizontal e depois pela dissecação vertical.

Desse modo, cada classe foi definida por uma seqüência de informações de acordo com os parâmetros definidores para a área, como mostra a Tabela 2. Assim, por exemplo, a energia será classificada como muito forte quando ocorrerem as seguintes situações:

- 1) Ocorrem 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);
- 2) Quando ocorre dissecação horizontal elevada - < 50m – combinada com qualquer classe dos dois outros parâmetros;
- 3) Ocorre dissecação vertical > 100m, combinada com qualquer outra classe dos dois outros parâmetros.

O mesmo processo foi realizado para a definição das demais classes e, estabelecido os critérios para cada uma destas, utilizou-se a mesa de luz para fazer a sobreposição das cartas. As cores utilizadas para diferenciar as classes foram as mesmas das cartas anteriores.

Classes de Energia do Relevo	Declividade (%)	Dissecação Horizontal (m)	Dissecação Vertical (m)
Muito Forte	> 30	< 50 50 + 800 ≥ 800	< 20 20 + 100 ≥ 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 da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

4.1.5 - Carta Geomorfológica

A carta geomorfológica foi elaborada segundo a proposta de Tricart (1965). Segundo o autor citado, a carta geomorfológica serve para descrever racionalmente os fatos geomorfológicos, representando categorias de fenômenos diferenciados, de acordo com a escala adotada.

Para Tricart (1965), as cartas geomorfológicas detalhadas devem conter as seguintes informações: a morfometria, a morfografia, a morfogênese e a cronologia. Cunha (2001, p.66) coloca que:

[...] as cartas geomorfológicas detalhadas, na concepção de Tricart (1975), devem oferecer uma análise de todos os elementos do relevo, constituindo-se em um documento complexo que gera difíceis problemas cartográficos a serem resolvidos, os quais se devem, em grande parte, à necessidade de sobreposição de símbolos e cores.

Porém, nesta pesquisa, a morfometria é foco específico de análise através das cartas de declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical do relevo, não havendo necessidade de aglutinar estas informações à carta geomorfológica. Também a cronologia será apontada apenas na análise do documento, através dos dados de geologia compilados.

Assim, o presente trabalho enfatizou na bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim aspectos relacionados à morfografia e a morfogênese, expressa pelo agrupamento dos símbolos. Os dados foram obtidos através da fotointerpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas na escala aproximada de 1:25.000 do ano de 1995, disponíveis no Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba (IPPLANP).

O mapeamento geomorfológico enfatizou a representação dos seguintes elementos: traçado de rupturas topográficas, formas de vertente, formas de fundo de vale, traçado dos canais fluviais e pluviais, caimento topográfico, etc. A maior parte da simbologia usada neste mapeamento seguiu a proposta de Tricart (1965), com algumas adaptações de simbologias propostas por Verstappen e Zuidam (1975), no caso de formas de vertentes as quais não eram previstas por Tricart (1965) (fig.14).

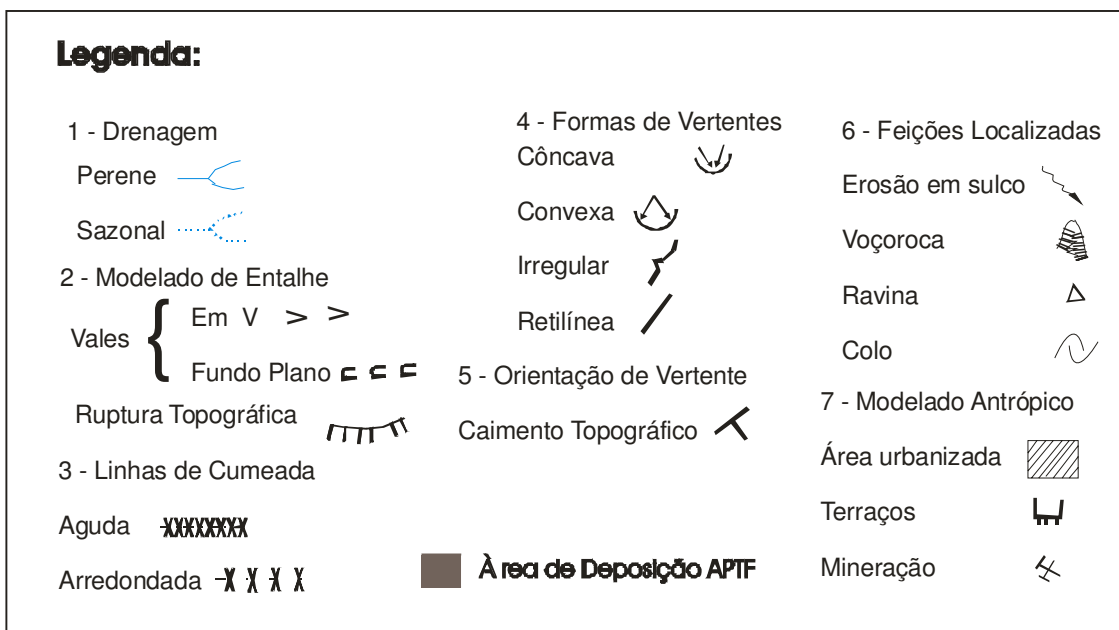


Fig. 14 – Simbologia Tricart (1965) e adaptações de Verstappen e Zuidan (1965).

Após a fotointerpretação, a etapa seguinte foi a compatibilização deste documento cartográfico com os demais na escala de 1:50.000. Este procedimento se deu através do aparelho Aerosketemaster. Posteriormente, foi realizada a edição da carta através do programa Corel Draw 11.

4.1.6 - Compilação dos Dados Geológicos e Pedológicos

Para a realização da compilação dos dados Geológicos e Pedológicos da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim, utilizou-se como base a Carta Geológica do Brasil, quadrícula nº. 2762 de Piracicaba, na escala 1:100.000, Ministério da Agricultura (1952) e a Carta Pedológica Semi-Detalhada, Folha Piracicaba, escala 1:100.000, IAC (1989), respectivamente. Como visto, as duas compilações se apresentam na escala de 1:100.000, já que não foi possível encontrá-las na escala de trabalho de 1:50.000.

4.1.7 - Carta de Restrições Legais ao Uso da Terra

A carta de Restrições Legais ao Uso da Terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim seguiu a proposta apresentada por Oliveira (1997). Segundo a autora:

A necessidade de nos remetermos aos aspectos legais referentes às restrições à ocupação do espaço [...], justifica-se por tratar-se de uma das prerrogativas fundamentais a serem levadas a termo

nas propostas de uso e ocupação do solo, bem como de reabilitação da qualidade ambiental, a serem apresentadas para a área. (OLIVEIRA, 1997, p.78)

Concordando com a afirmação da autora, quando esta diz que, atualmente os locais que compreendem áreas de preservação encontram-se, em sua maioria, ocupados, podemos citar o exemplo da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim que se encontra tomada, em sua área urbana, por áreas residenciais e, em sua área rural, primordialmente por cana – de – açúcar.

Assim, para a elaboração da referida carta teve-se como base as folhas topográficas de Piracicaba (SF.23-Y-A-IV-2) e Capivari (SF.23-Y-A-IV-4) na escala 1:50.000. Destas foram utilizadas a rede de drenagem, bem como o limite externo da bacia. Para o enriquecimento da rede de drenagem, bem como dos lagos e lagoas naturais e artificiais e dos reservatórios, foram utilizados os dados da carta geomorfológica, os quais foram transcritos através do aparelho Aerosketmaster, onde se fez a redução da escala de 1:25.000 para 1:50.000, transferindo assim as informações.

Com a base cartográfica pronta, iniciou-se o mapeamento das áreas de restrições legais para a bacia. Estas áreas, de acordo com parâmetros geomórficos-ambientais, estão resguardadas pelos seguintes dispositivos legais:

1 – Código Florestal de Caça e Pesca: Lei 4.771/65, alterada pelas leis 7.803/89 e 7.805/89 e regulamentada pela Resolução CONAMA nº 303/2002. Esta última, em seu artigo 3º “constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I – em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

a) trinta metros, para o curso d’água com menos de dez metros de largura;”

Esta situação é a que satisfaz as características do Ribeirão Piracicamirim, já que este apresenta largura que varia de 2 à 6m, segundo Ometto (2001). Assim, foi delimitada a faixa de entorno dos cursos d’água que, de acordo com a escala adotada – 1:50.000, corresponderam a 0,6 milímetros no mapa. Este mapeamento foi realizado em cada lado das margens do canal através do programa CorelDraw 11, que possibilitou a exatidão nas medidas.

Foi considerada ainda como área de preservação permanente as áreas:

“II – ao redor de nascente ou olho d’água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte” (Resolução CONAMA, 303/2002).

Estas áreas, seguindo as especificações acima citadas, foram mapeadas a partir do afloramento d'água, com um raio de 1mm equivalendo aos 50m de proteção, de acordo com a escala adotada. O programa utilizado para a delimitação dessas áreas também foi o CorelDraw 11.

Também foram mapeadas as áreas ao redor de lagos e lagoas naturais e artificiais e reservatórios, com largura mínima de trinta metros para os que estão situados em áreas urbanas e 100 metros para os que estão em áreas rurais. Quanto a estas especificações, tiveram como base a Resolução CONAMA 303/2002 e a Resolução CONAMA 302/2002, que trata especificamente dos lagos, lagoas e reservatórios artificiais.

De acordo com estas especificações, foram mapeadas as áreas de entorno de cada um desses elementos, respeitando sua posição geográfica quanto a serem urbanas ou rurais. Os reservatórios ou lagos situados nas áreas rurais tiveram seu entorno mapeado em 2mm correspondente aos 100m exigidos, enquanto que os localizados em áreas urbanas consolidadas obtiveram uma metragem de 0,6mm em seu entorno, correspondente aos 30m exigidos pelas dadas resoluções.

Considerou-se também o seguinte dispositivo legal:

2 - Lei federal 6.766/79 (Lei Lehmann) – Lei do Parcelamento do Solo Urbano, que define em seu Cap.I, Art.3º. Parágrafo Único que: não será permitido o parcelamento do solo:

- I – Em terrenos alagadiços ou sujeitos as inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- III – em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes.

Para o mapeamento das áreas com declive superior a 30%, foi utilizada a carta de declividade, já elaborada anteriormente, onde primeiramente foi realizada uma sobreposição das cartas sobre a mesa de luz, a fim de se transferir as áreas já mapeadas que possuíam esse índice de declive. Posteriormente, houve a edição dessas áreas no Programa CorelDraw11.

Quanto ao inciso I, referente aos terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, foram mapeadas as áreas de Acumulação Fluvial (APTF), localizadas na foz do Ribeirão Piracicamirim. Esta informação foi retirada da Carta Geomorfológica que, com a ajuda do aparelho Aerosketemaster foi revertida para a escala da presente carta e, posteriormente foi editada no Programa CorelDraw11.

Cabe mencionar ainda que, na proposta inicial, pretendia-se mapear as áreas correspondentes aos topos de morros, montanhas ou serras e ainda as áreas vegetadas a fim de contribuir para a atenuação dos processos erosivos, de acordo com o Código Florestal e a Lei do Parcelamento do Solo Urbano.

Todavia, de acordo com as definições apresentadas pela Resolução CONAMA 303/2002, têm-se como morro “elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros [...]”. Porém, estas características não foram encontradas na área da bacia do Piracicamirim.

Quanto as áreas destinadas para a atenuação dos processos erosivos, tratadas na Lei 6.766/79, esta não traz maiores especificações em relação a essas atenuações de processos erosivos. Nota-se que a bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim apresenta diversas formas de relevo vinculadas a processos erosivos, mapeadas através da carta geomorfológica, porém, como a Legislação não é clara sobre esta questão, optou-se por apontar e esclarecer em texto estas especificidades locais.

5 - Análise dos Resultados

Neste item serão apresentados os resultados finais passíveis de serem identificados através da análise das cartas de declividade, dissecação horizontal, dissecação vertical, energia do relevo, carta geomorfológica e carta de restrições legais ao uso da terra.

Para facilitar esta descrição a área foi setorizada em 5 compartimentos: setor leste, setor oeste, setor central, correspondente à média bacia, setor norte, correspondente ao baixo curso, e setor sul, correspondente ao setor de nascente da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim.

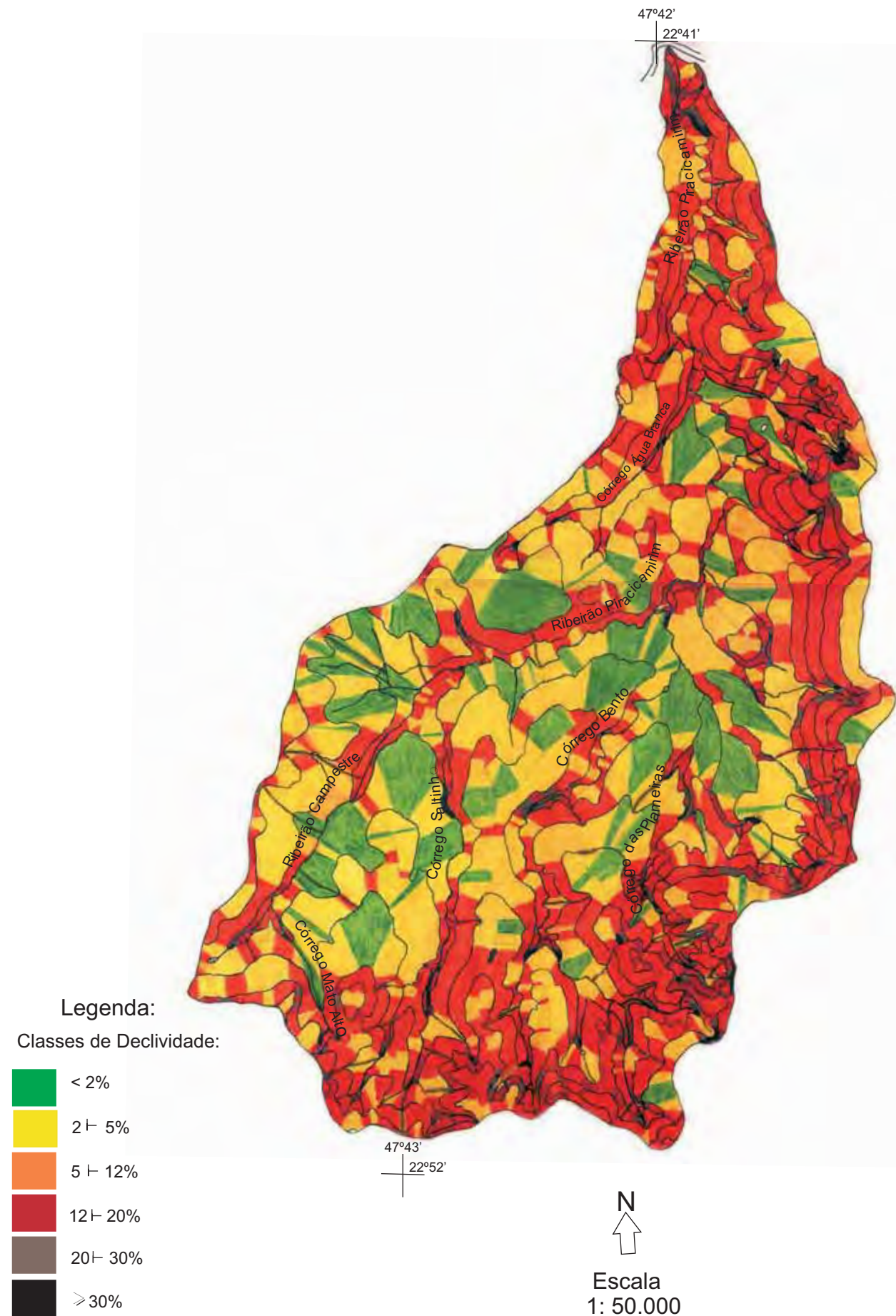
O setor sul, em sua maioria apresenta classes de declive entre 5% a 12%, com trechos que apresentam valores de 12% a 20% e pontos isolados que apresentam declividade acima de 20%, como demonstra a carta clinográfica (fig.15). Esta área é o setor que apresenta os maiores índices de declividade, juntamente com o setor leste e norte da bacia, que apresentam praticamente o mesmo cenário do setor sul.

Concomitantemente, estes setores são cortados por inúmeros canais fluviais de primeira ordem, tornando-se desta forma, também os setores com as maiores classes de dissecação horizontal da bacia. As classes predominantes são de 200 à 400m, porém é grande o número de áreas que apresentam classes que variam de < 50m à 200m, como mostra a carta de dissecação de horizontal (fig.16).

Quanto à dissecação vertical (fig.17), constata-se que nos setores sul, leste e norte ocorrem classes baixas da mesma, com o predomínio das classes de 20 a 40 m e < 20m de altitude relativa. Apenas o setor leste apresenta em dois pontos bem definidos classes superiores a esses valores, que variam entre 60m à > 100m. Estes valores não serão encontrados em nenhum outro setor da bacia.

Através da carta geomorfológica (fig.18), pôde-se constatar que é também nestes três setores onde os processos morfodinâmicos são mais ativos. Primeiramente, através deste documento cartográfico, observa-se que os setores sul e leste da bacia são intensamente cortados por canais fluviais de primeira ordem e por canais pluviais. Os canais pluviais criam concavidades de vertentes as quais correspondem, em estágios mais evoluídos, aos canais fluviais de primeira ordem. Além disso, o setor sul, caracterizado por ser um setor de nascentes, apresenta uma grande proximidade destas com as linhas de cumeada, gerando, portanto, topos estreitos neste setor de limite da bacia. As linhas de cumeadas entre tais nascentes são predominantemente agudas, o que demonstra a intensa dissecação da área.

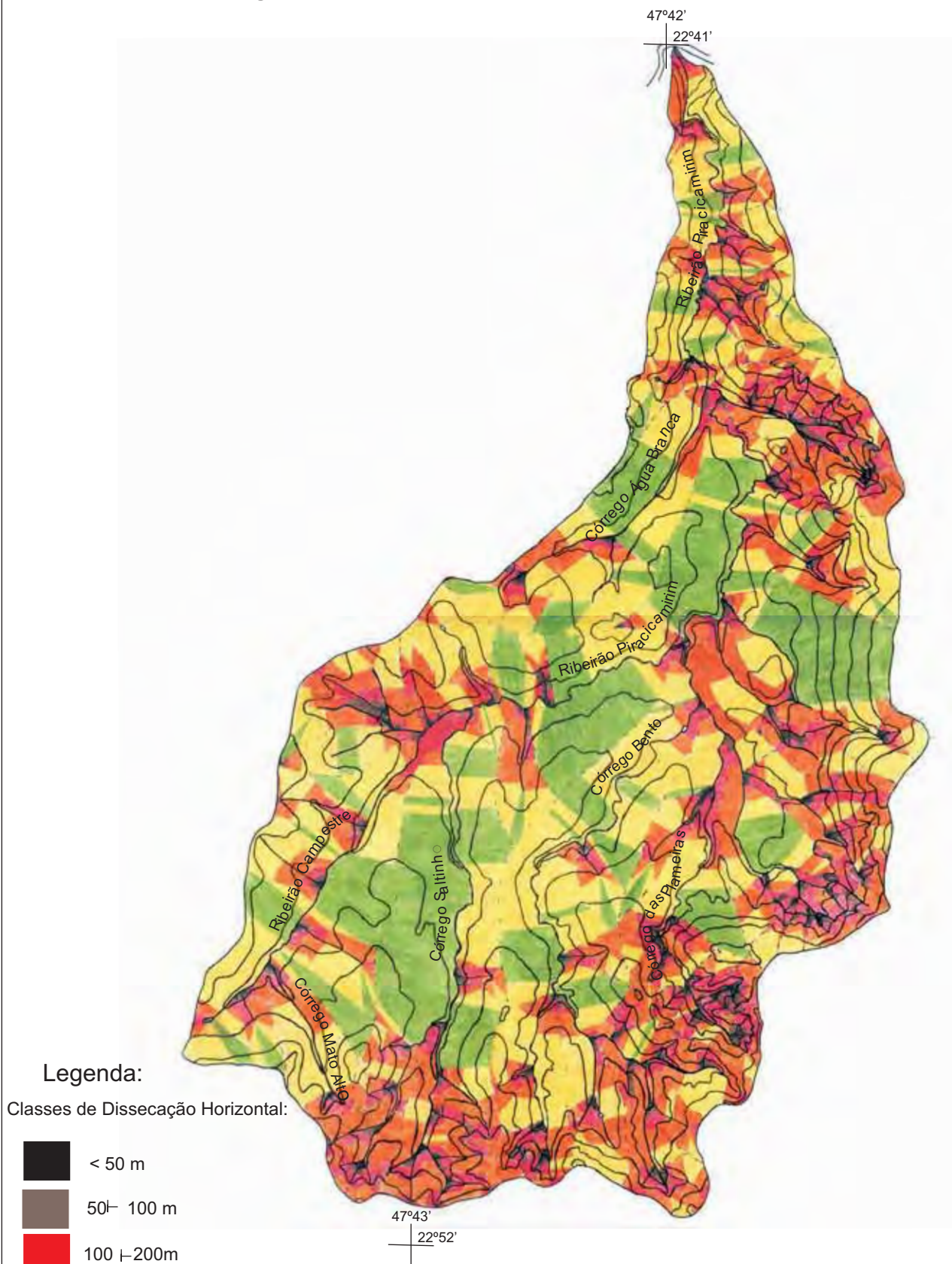
Carta Clinográfica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim



Fonte: BORGES, P. Base Cartográfica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim. Rio Claro: UNESP, 2005.

Elaboração e Desenho: Patrícia Borges
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Carta Dissecação Horizontal da Bacia do Ribeirão Piracicamirim

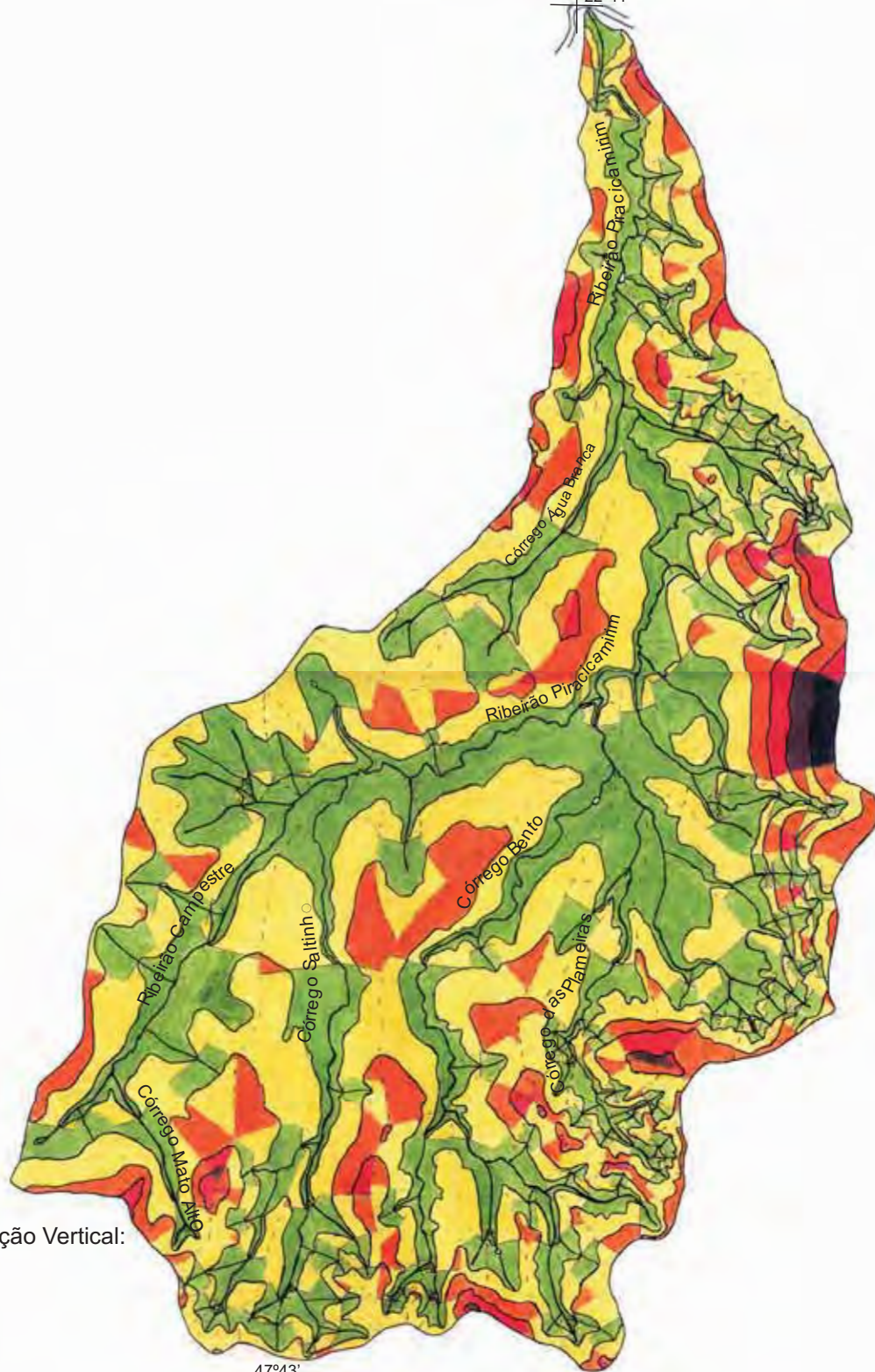


Fonte: BORGES, P. Base Cartográfica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim. Rio Claro: UNESP, 2005.

Elaboração e Desenho: Patrícia Borges
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Carta Dissecação Vertical da Bacia do Ribeirão Piracicamirim

47°42'
22°41'



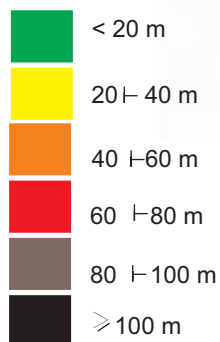
47°43'
22°52'



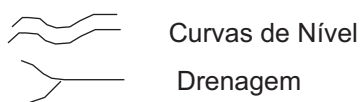
Escala
1: 50.000

Legenda:

Classes de Dissecação Vertical:



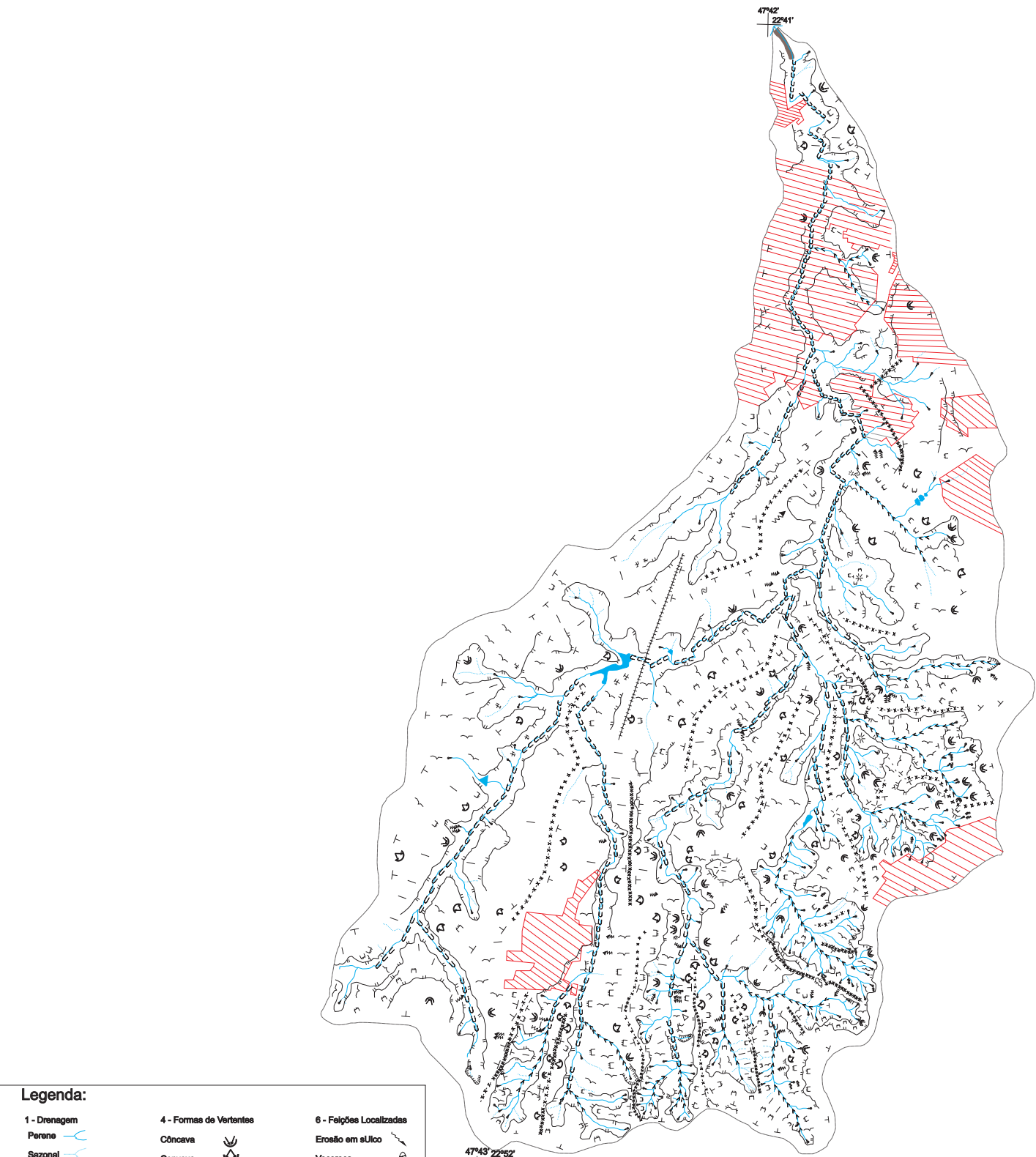
Convenções Cartográficas:



Fonte: BORGES, P. Base Cartográfica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim. Rio Claro: UNESP, 2005.

Elaboração e Desenho: Patrícia Borges
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Carta Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim - SP



Legenda:

1 - Drenagem

Perene

Sazonal

2 - Modelado de Entalhe

Vales { Em V >

Fundo Plano <<<

Ruptura Topográfica

3 - Linhas de Cumeada

Agüda

Arredondada

4 - Formas de Vertentes

Côncava

Convexa

Irregular

Retilínea

5 - Orientação de Vertente

Calçamento Topográfico

Acumulação de Planície e Terraço Fluvial

6 - Feições Localizadas

Erosão em sulco

Voçoroca

Ravina

Colo

7 - Modelado Antrópico

Área Urbanizada

Terraços

Mineração

Simbologia de Tricart (1965) e de Verstappen & Zuidan (1965)

Convenções

Drenagem

Limite da Bacia


N

Escala
1: 50.000

Fonte: Base Fotografias Aéreas da Bacia do Ribeirão Piracicamirim, 1995
Elaboração e Desenho: Patrícia Borges
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Também, no setor sul e leste da bacia, verifica-se o predomínio do uso da terra através da cana-de-açúcar (foto 1), cujo cultivo em curvas de nível ou em terraceamento, altera as formas de vertente impossibilitando, em muitos casos, o reconhecimento nítido das rupturas topográficas. Todavia, apesar deste fato mencionado, as vertentes apresentam perfil convexo retilíneo, típico do clima tropical úmido, no qual a bacia do Ribeirão Piracicamirim está inserida, sendo que o setor leste apresenta vertentes ainda mais convexizadas do que as nascentes ao sul da bacia. Quanto aos fundos de vale, verifica-se que, nos setores sul e leste, estes são encaixados gerando perfis em forma de V.



Foto 1 – Plantação de cana-de-açúcar no setor sul da bacia, mostrando solo exposto.

Fonte: Borges, 2006.

Em termos processuais, nos setores sul e leste verifica-se a intensa ocorrência de sulcos erosivos (foto 2) vinculados aos talhões típicos de áreas cultivadas por cana-de-açúcar, apesar dos cuidados já mencionados com esse cultivo. Além dos sulcos erosivos, encontra-se também nestes setores um número considerável de processos erosivos lineares em estágios mais avançados, como ravinas (foto 3) e voçorocas (foto 4). Ainda, a presença marcante das rupturas topográficas comprova o desequilíbrio dos processos de desnudação que ocorrem neste setor.



Foto 2 – Presença dos sulcos erosivos no setor sul.
Fonte: Borges, 2006.



Foto 3 – Presença de ravinamento no setor leste.
Fonte: Borges, 2006.



Foto 4 – Presença de Voçorocas no setor leste.

Fonte: Borges, 2006.

Todavia, no setor norte da bacia, correspondente a baixa bacia, constatou-se a ocorrência do uso do solo urbano que provoca deformações no relevo, fato este constatado em levantamento de campo. Este fato causa a retilinização das vertentes e, em alguns trechos, ocorre a canalização da drenagem central da bacia.

Através da carta geomorfológica pôde-se observar também que, neste trecho os fundos de vale são alterados pelas obras de engenharia verificando-se a construção de vias urbanas que se encontram paralelas a esta drenagem. Por conta destas obras de engenharia, conforme observações realizadas in loco, o vale apresenta sinais nítidos de retomada erosiva que se reflete no entalhamento deste sobre seus depósitos antigos (foto 5). Constatou-se ainda a presença restrita de feições do tipo terraço fluvial ocupados pelas construções urbanas. Estes, devido à escala da carta geomorfológica, foram mapeados como fundos de vale chato. Somente no setor de foz foi possível representar tal deposição como acumulação de planície e terraço, já que a escala não permitiu a distinção entre estes elementos.



Foto 5 – O entalhamento do vale demonstra a retomada erosiva da drenagem sobre seus depósitos antigos.

Fonte: Borges, 2006.

No setor de deságüe dessa bacia, o uso do solo volta a se tornar rural, porém, é possível constatar um grande entalhe da drenagem central que provoca consideráveis desníveis entre o topo e este deságüe. Neste cenário aponta-se uma retomada erosiva considerável deste baixo curso, possivelmente provocada pela alteração da carga de sedimentos causada pelo uso urbano e rural. Colabora com este fato a existência de

afloramentos da formação Serra Geral, no fundo do vale, que já estes representam uma soleira natural associada à retomada erosiva desta drenagem (foto 6).



Foto 6 – Afloramento da formação Serra Geral no fundo do vale, representando soleira natural.

Fonte: Borges, 2006.

Além disso, através do trabalho de campo, observou-se que os interflúvios ocupados pela urbanização apresentam vertentes bastante íngrimes, porém já bastante descaracterizadas pela urbanização.

Quanto aos setores oeste e central da bacia, estes se apresentam bastantes diferentes dos setores descritos acima. Primeiramente, é a maior área em extensão da bacia e também a área mais plana da mesma (foto 7). Estes dois trechos apresentam declividades onde predomina o intervalo de $<2\%$ à 5% . Poucas são as áreas que apresentam classes entre 5% a 12% , como demonstra a carta clinográfica.



Foto 7 – Interflúvio extenso e plano no setor central da bacia.

Fonte: Borges, 2006.

Estes dois setores são os que apresentam também as menores classes de dissecação horizontal, como visto na Fig. 16 . As classes predominantes são entre 400m à > 800m de dissecação horizontal, sendo que poucas são as áreas que apresentam classe entre 200m à 400m.

Quanto à dissecação vertical, estes setores, igualmente aos demais, apresentam baixas classes que variam entre < 20m até 40m predominantemente. Há também trechos que apresentam classes entre 40 à 60m, todavia em menor extensão.

Já a carta geomorfológica demonstrou que estes setores, no centro e oeste da bacia, apresentam terrenos menos dissecados e vertentes mais extensas com poucas rupturas topográficas. Estas características naturais, teoricamente propiciariam uma menor dinâmica dos processos erosivos, porém estes também ocorrem, sendo representados pelos sulcos erosivos e até mesmo por voçorocas. Quanto aos fundos de vale, observa-se que estes setores apresentam menor entalhamento, apresentado fundo chato.

Quanto ao uso da terra, assim como nos setores sul e leste, constata-se o predomínio do cultivo da cana-de-açúcar (foto 8), onde foi possível verificar a presença da Usina Santa Helena localizada na margem da Rodovia que liga o Município de Piracicaba à Saltinho (foto 9).



Foto 8 – Plantação de cana-de-açúcar no setor central da bacia.

Fonte: Borges, P.



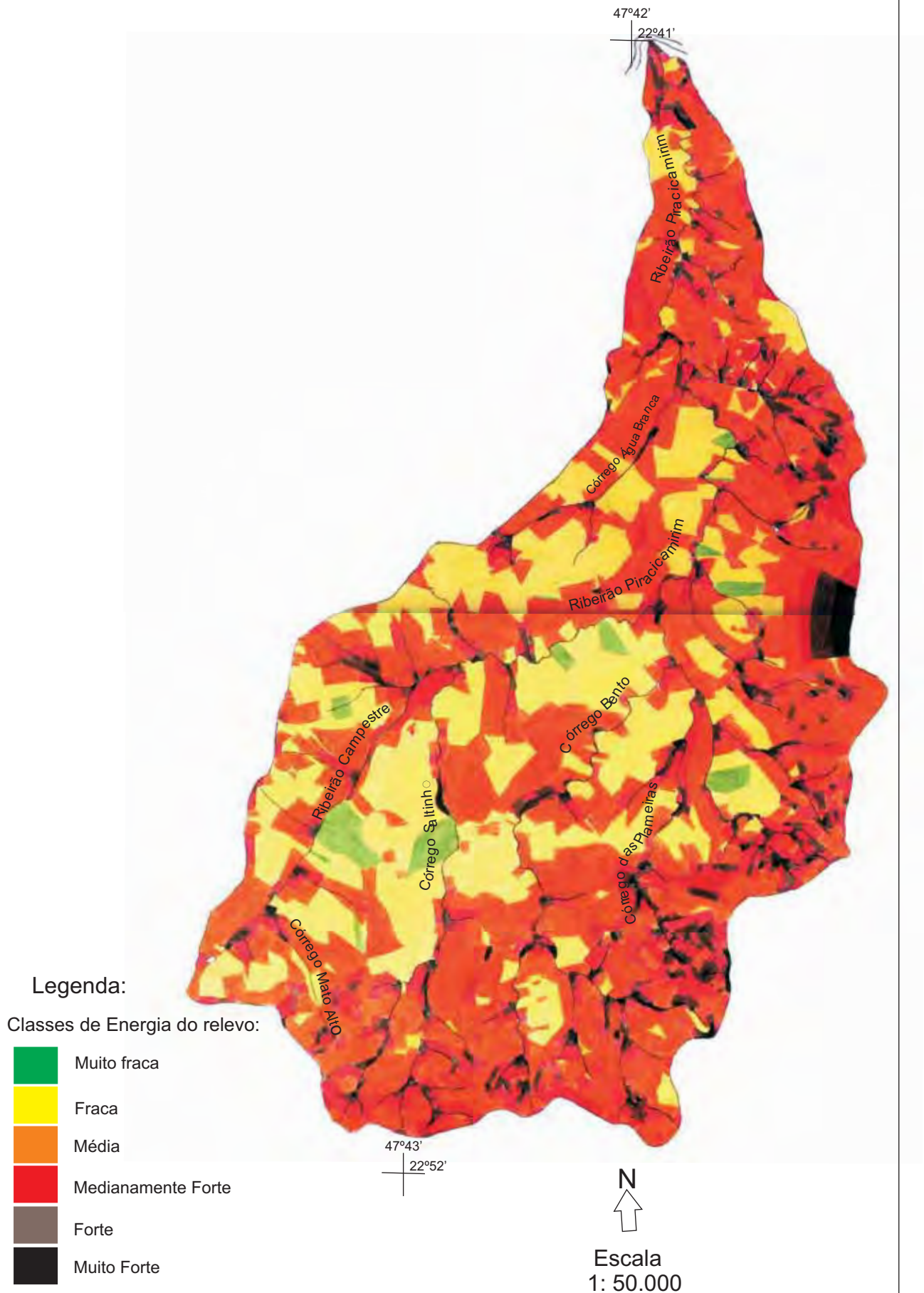
Foto 9 – Usina Santa Helena.
Fonte: Borges, 2006.

Assim, este setor da bacia apresenta uma configuração complexa em termos de características morfométricas e processos geomorfológicos. Dessa forma, quando se analisa somente a morfometria verifica-se que neste setor há pequena potencialidade para o desenvolvimento de processos denudativos. Contudo, a carta geomorfológica aponta para uma situação diferente, visto que as rupturas topográficas, os sulcos erosivos e as voçorocas mapeadas, apesar de menos freqüentes que em outros setores da bacia, demonstram que os processos denudativos encontram-se dinamizados, fato este vinculado ao uso da terra predominante. Além disso, os fundos de vale chatos demonstram também a existência de grande carga sedimentar vinculada tanto à dinâmica das vertentes, como à intensidade de processos fluviais que se desenvolvem na área de nascentes ao sul.

De maneira geral, quanto às características morfométricas, a bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim não apresenta grande potencialidade para o desenvolvimento dos processos geomorfológicos. Isto fica claro na carta de energia do relevo (fig.19) que apresenta para quase toda a bacia a classe de energia média seguida pela classe fraca, em termos de extensão. Apenas alguns trechos, no setor sul e leste, predominantemente, apresentam classes de energia medianamente forte, forte e muito forte.

Contudo, a carta geomorfológica demonstrou que, de forma geral, ocorrem cenários complexos do ponto de vista morfodinâmico. Verifica-se que a interação do uso do solo com as formas de relevo tem causado situações nas quais as suscetibilidades geomorfológicas se manifestam.

Carta Energia do Relevo da Bacia do Ribeirão Piracicamirim



Por fim, cabe mencionar o resultado da carta de restrições legais ao uso da terra (fig.20). Ao observarmos o referido documento cartográfico, verifica-se que extensas áreas são legalmente protegidas e devem ser preservadas. Todavia, conforme observações realizadas in loco, nenhum setor da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim respeita essas Leis, principalmente no que se refere às Áreas de Preservação Permanente (APPs). Segundo a Resolução Conama 303/2002, toda a drenagem da bacia deveria ter preservado pelo menos 30 metros em faixa marginal de sua mata ciliar, já que a bacia não apresenta largura maior que dez metros. Contudo, não é o que ocorre na prática, onde se verificam trechos em que a plantação da cana-de-açúcar chega quase a margear os cursos d'água (foto 10). Em outros, como no setor de deságüe, verifica-se até mesmo a inexistência da mata ciliar. De maneira geral, os setores ou não apresentam mata ciliar ou apresentam uma faixa muito estreita que não condiz com o estabelecido por Lei (foto 11).

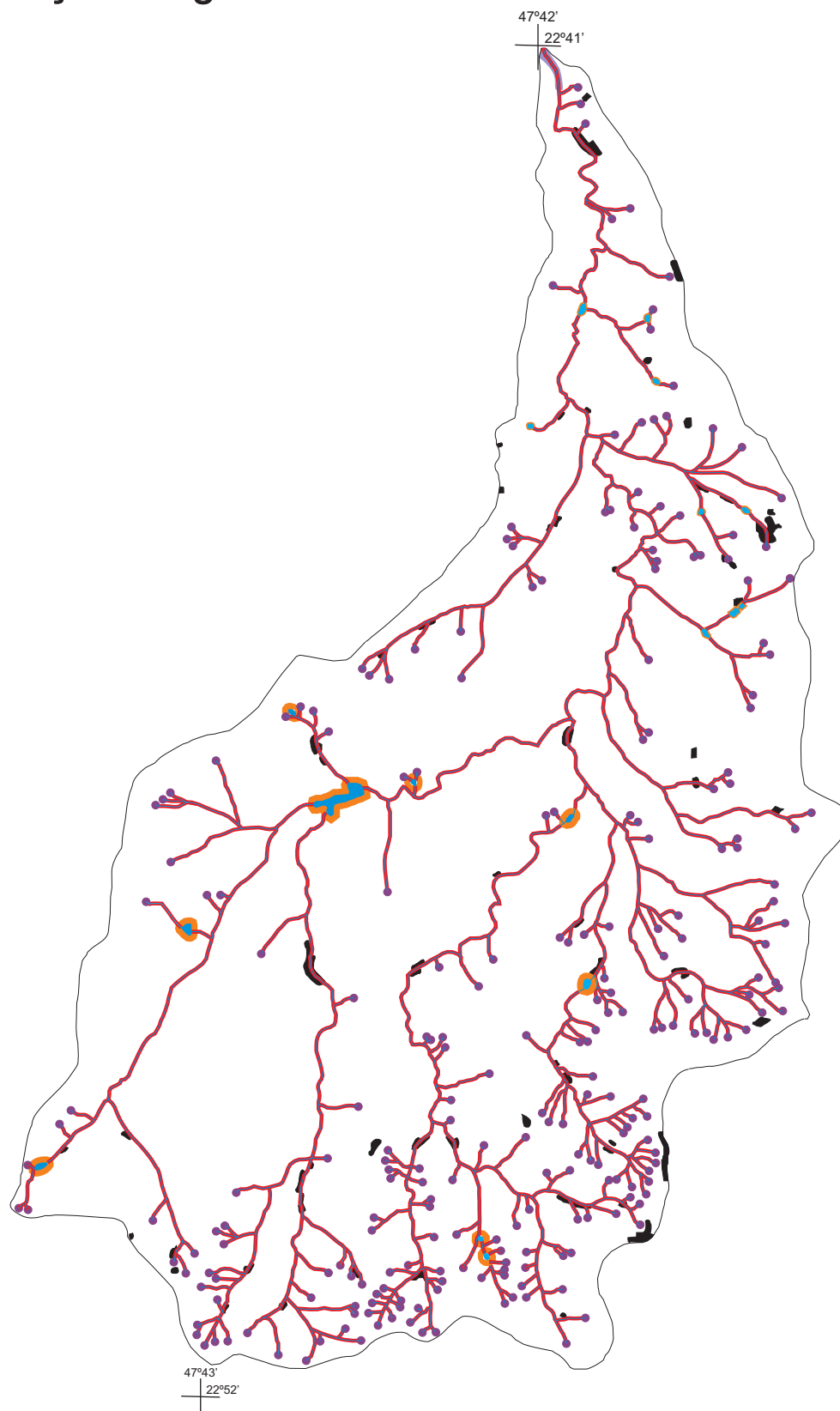


Foto 10 – Plantação de cana-de-açúcar margeando o curso d'água.
Fonte: Borges, 2006.



Foto 11 – Área de APP, não corresponde ao estabelecido por Lei.
Fonte: Borges, 2006.

Carta de Restrições Legais da Bacia do Ribeirão Piracicamirim



Legenda

- APP* em faixa marginal do curso d'água (Lei 4.771)
- APP ao redor de lagos, lagoas e reservatórios naturais e artificiais (Lei 4.771)
- APP ao redor das nascentes (Lei 4.771)
- Área com declive superior a 30%. (Lei 6.766/79 - Lei de Parcelamento do Solo Urbano)

Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Limite da Bacia



Escala
1: 50.000

Fonte: BORGES, P. Base Cartográfica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim; BORGES, P. Carta Clinográfica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim. Rio Claro: UNESP, 2005; BORGES, P. Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Piracicamirim. Rio Claro: UNESP, 2006.

Elaboração e Desenho: Patrícia Borges
Orientação: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

* APP - Área de Preservação Permanente

Assim também ocorre com o entorno dos lagos, lagoas e reservatórios presentes na bacia. Todos estes, também devem apresentar APPs, conforme estabelecido por lei. Todavia, todos os reservatórios visitados durante o trabalho de campo não apresentam essa faixa marginal em seu entorno (foto 12). Este cenário também, não se modifica quanto as APPs ao redor das nascentes (foto 13). Estas têm por lei estabelecida uma área de no mínimo 50 metros de proteção ao seu redor. Contudo, conforme observado em campo, estas áreas ora não apresentam vegetação nativa ora não condizem com o estabelecido por Lei, chegando até mesmo a ser encontrado plantação de bananas ao redor de nascentes, como forma de APP.



Foto 12 – Reservatório não atendendo à especificação da lei quanto à área de APP.
Fonte: Borges, 2006.



Foto 13 – Bananeiras fazendo o papel de APP ao redor de uma nascente.
Fonte: Borges, 2006.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração o objetivo inicial proposto para a presente pesquisa, isto é, conhecer a morfodinâmica da bacia hidrográfica do Ribeirão Piracicamirim a fim de identificar os setores mais suscetíveis aos processos geomorfológicos, os dados apresentados anteriormente propiciaram tal avaliação.

Primeiramente, através da análise dos documentos cartográficos foi possível constatar que as características morfométricas da presente bacia não representam possíveis problemas para a área em questão que, em geral apresenta uma energia do relevo média à fraca, respectivamente. As cartas morfométricas demonstraram que apenas o setor sul e leste da bacia, áreas de nascentes, apresentam trechos que necessitam de um melhor manejo agrícola, devido às suas características. Todavia, mesmo essas áreas, se preservadas a sua vegetação natural, acredita-se que não apresentariam problemas para a bacia.

Porém, conforme constatações realizadas in loco, a vegetação natural está sendo substituída de forma indiscriminada pela plantação da cana-de-açúcar. Assim, verifica-se que os maiores problemas quanto às áreas mais suscetíveis aos processos geomorfológicos na bacia estão diretamente ligados ao uso e ocupação do solo, que tem na cana-de-açúcar e na urbanização sua maior expressão.

A carta geomorfológica demonstrou que os setores sul e leste apresentam uma dinâmica erosiva marcante, demonstrada pela presença dos inúmeros sulcos erosivos. Estes estão diretamente ligados ao cultivo da cana-de-açúcar que, associados a uma classe de declividade mais alta e a um tipo de solo mais frágil, os Argissolos, fazem com que os terrenos nestes setores sejam mais suscetíveis a esses processos. Outro fator agravante é que a retirada da mata original para o cultivo da cana-de-açúcar, não obedecendo nem mesmo as Áreas de Preservação Permanente, deixam o solo exposto aos processos erosivos nos estágios iniciais do cultivo da cana.

Nos setores oeste e central da bacia, caracterizados por apresentarem interflúvios mais extensos e planos, a carta geomorfológica demonstrou que, mesmo com estas características morfométricas mais amenas, estas áreas também apresentam processos erosivos na forma de sulcos e até mesmo de voçorocas, apesar de serem em número menor que o das outras áreas. Essas características morfométricas e o solo do tipo Latossolo Vermelho, que apresenta maior coesão, teoricamente não permitiriam o

agravamento desses processos, porém, o uso intensivo do solo para o cultivo da cana-de-açúcar, ao contrário, propicia o aparecimento e o desenvolvimento destes.

Todas essas características foram constatadas no campo, onde foi observado também que existe uma preocupação em realizar a plantação da cana-de-açúcar em sistemas de terraço e/ou curvas de nível. Contudo, estas práticas conservacionistas não têm sido eficazes na contenção dos processos erosivos.

Esta questão descrita está associada também ao fato de que, em sua grande maioria, a vegetação original não existe mais, nem mesmo nas áreas protegidas por Lei. Esta característica implica no aparecimento de sulcos erosivos abundantes e até mesmo de voçorocas, fato possível ser encontrado nestes setores. Outra questão também levantada em campo é a intensa sedimentação dos fundos de vale provocada por esses processos nas áreas onde essas vertentes encontram-se totalmente desequilibradas, apresentando solo exposto.

Quanto ao norte da bacia, setor este de deságüe do Ribeirão Piracicamirim, constata-se o domínio da urbanização, que também traz consigo problemas para a bacia, conforme constato in loco.

Constatou-se que as avenidas paralelas ao Ribeirão Piracicamirim estão provavelmente sobre as áreas de antigo terraço do mesmo, fato que pode ser comprovado pela grande planura deste setor e que implica em nítidos riscos de inundações devido às enchentes sazonais do Ribeirão. Existem também áreas residenciais muito próximas ao curso d'água, o que traz também riscos à população ali instalada quanto às inundações. Outra questão refere-se aos trechos urbanos onde o respectivo Ribeirão voltou a entalhar, provavelmente devido a obras visando o aprofundamento do leito para a contenção das inundações.

Quanto às vertentes, como demonstra a carta clinográfica, são bem íngremes neste baixo curso. Todavia, como constatado in loco, estas se encontram totalmente descaracterizadas pela urbanização. Além disso, em toda a margem do Ribeirão Piracicamirim, não foi observado nenhum trecho onde a mata ciliar está preservada como manda a Lei 4.771/65, Código Florestal de Caça e Pesca. Este fato ajuda no desencadeamento dos processos erosivos nas vertentes do Piracicamirim. Além disso, ficou evidente a presença das redes clandestinas de esgotos, depósitos de lixo a céu aberto e grande poluição das águas da bacia.

Assim, considera-se que a bacia do Ribeirão Piracicamirim necessita de um melhor ordenamento espacial, a fim de amenizar os processos geomorfológicos que,

neste caso estão diretamente ligados ao uso e ocupação do solo, onde este não está compatível com a capacidade de suporte do meio físico. Dessa forma, a documentação cartográfica aqui apresentada pode auxiliar o processo de Planejamento Territorial da bacia já que esta apresenta os principais fenômenos geomorfológicos assim como as restrições legais ao uso da terra.

7 - Referências Bibliográficas

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Código Florestal**: Lei 4771/65. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 13 agosto/2006.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 303/2002**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em 17 jul./2006.

BRASIL, Senado Federal. **Lei nº 6766**, de 19 de dezembro de 1979. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/legislacao/>. Acesso em 10 jun./2006.

BRAGA,R; CARVALHO, P.F.C. Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – IGCE – UNESP, p. 113 – 127, 2003. Disponível em <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/publicacoes>. Acesso em 06/12/2005.

CARVALHO, F.P. de. Pesca – O Mosqueteiro Piracicabano. **Boletim Notícias Piracena**, Piracicaba, n.7, nov. 1995. Disponível em: <http://www.cena.usp.br/piracena/html/noticias/noticia7.htm>. Acesso em: 07/11/2005.

CUNHA, C.M.L. **Quantificação e Mapeamento das Perdas de Solo por Erosão com Base na Malha Fundiária**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1997.

CUNHA, C.M.L. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. 2001. 128f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 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: Confeção e Utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.21, p. 8-12, 1970.

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

Projeto Bacias Irmãs – Construindo capacidade na Sociedade Civil para a Gestão de Bacias Hidrográficas. Disponível em: <<http://www.baciasirmas.org.br>>. Acesso em 20/10/2005.

Inaugurada a ETE Piracicamirim. **Boletim Notícias Piracema**, Piracicaba, n. 29, jun. 1998.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **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.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** EMBRAPA, 1999.

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

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

MATTOS, S.H.V.L de; PEREZ FILHO, A. Avaliação da Qualidade Ambiental em Sistema Complexo: Bacia Hidrográfica do Córrego do Piçarrão (Campinas-SP). **Geografia.** Rio Claro, v.32, n.1, p.51-68, jan./abr. 2007.

MAURO, C.A. et al. Contribuição ao Planejamento Ambiental de Cosmópolis – SP – BR. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DA 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.** 1993. 156f. Tese (Doutorado em Geografia)- FFLCH, USP, São Paulo, 1993.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA-DIVISÃO DE GEOLOGIA E MINERALOGIA. **Carta Geológica do Brasil:** Quadrícula de Piracicaba (2762), escala 1:100.000, 1952.
OLIVEIRA, A.B.de. **A Análise Geomorfológica e Sócio Econômica como Instrumentos de Ação no Planejamento Urbano.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1997.

OLIVEIRA, J.B; JACOMINE, P.K.T.;CAMARGO, M.N. **Classes Gerais de Solos do Brasil- Guia auxiliar para seu reconhecimento.** FUNEP, Jaboticabal, 1992.

OMETTO, J.P. A Deteriorização das Microbacias Urbanas. **Boletim Notícias Piracena,** Piracicaba, n.28, maio 1998. Disponível em: <<http://www.cena.usp.br/piracena/html/noticias/noticia28.htm>. Acesso em 07/11/2005.

OMETTO, J.P. **Efeito das Mudanças do uso do Solo e Efluentes Domésticos sobre a Composição Química da Água e a Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos em Duas Pequenas Bacias Hidrográficas localizadas na Bacia do Rio Piracicaba (SP).** Tese (Doutorado em Ciências) Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura. CENA, USP, Piracicaba, 2001.

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.

TOLEDO, A.M.A. Evolução Espaço-Temporal da Estrutura da Paisagem e sua Influência na Composição Química das Águas Superficiais dos Ribeirões Piracicamirim e Cabras (SP). Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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

VERSTAPPEN, H.T; ZUIDAN, R.A. ITC System of Geomorphological Survey. Netherlands: ITC, 3º edição, 1975.