

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

Análise da Fragilidade Natural da Bacia do Córrego do Enxofre - Piracicaba (SP)

Lívia Pessanha Pessoa

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

Rio Claro (SP)

2015

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

Lívia Pessanha Pessoa

Análise da Fragilidade Natural do Sítio Urbano de
Piracicaba (SP)

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

Rio Claro - SP
2015

551.4a Pessoa, Livia Pessanha
P475a Análise da fragilidade natural da Bacia do Córrego do
Enxofre - Piracicaba (SP) / Livia Pessanha Pessoa. - Rio
Claro, 2015
45 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas
Orientador: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

1. Geomorfologia. 2. Ross, Jurandyr. 3. Modificação do
relevo. 4. Atividades antrópicas. I. Título.

Lívia Pessanha Pessoa

Análise da Fragilidade Natural da Bacia do Córrego do Enxofre – Piracicaba (SP)

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

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Prof. Dr. Roberto Braga

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher

Rio Claro, 09 de Abril de 2015.



Assinatura do (a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

Dedico especialmente aos meus pais Floriano e Márcia Valéria, que sempre me apoiaram em todos os momentos da graduação e a todos que estiveram comigo durante esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Uma das certezas que tenho é que não fazemos nada sozinhos. No decorrer da minha caminhada pela graduação e principalmente no decorrer da elaboração desta pesquisa, muitas foram as pessoas que fizeram parte de momentos maravilhosos e que auxiliaram meu crescimento como pessoa. A elas, meus profundos agradecimentos e admiração:

- A meus pais, Floriano e Márcia Valéria, que sempre me auxiliaram e deram suporte em todos os momentos de minha vida, aos meus irmãos Giselle, Gabriel e Samara pelos momentos de distração e divertimento em família, e ao meu companheiro Vinícius por sempre estar ao meu lado;
- À minha Professora Orientadora Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha, pela oportunidade, pelo carinho, pelos ensinamentos e principalmente pela confiança durante toda a minha graduação;
- Aos meus amigos Ivan (pela ajuda e ensinamentos), Samuel, Victória, Ana Carolina, Pedro, Fernanda, Karen, Clara e Lívia por todos os momentos de alegrias e amizade, sem os quais a graduação teria sido completamente diferente;
- Aos funcionários do DEPLAN, em especial Bira e Álvaro;
- À Professora Andréia Medinilha Pancher, com tantos ensinamentos e ao Professor Roberto Braga pelo auxílio no decorrer da pesquisa;
- Aos amigos do Laboratório de Geomorfologia, em especial à Letícia cuja paciência e companhia me foram de muita valia
- À Geoplan Júnior, sem a qual não teria muitas das experiências aplicadas à essa pesquisa.

É objeto de preocupação da Geografia de hoje, conhecer cada dia mais o ambiente natural de sobrevivência do homem, bem como entender o comportamento das sociedades humanas, suas relações com a natureza e suas relações socioeconômicas e sociais. É portanto de interesse da Geografia apreender como cada sociedade humana estrutura e organiza o espaço físico-territorial em face das imposições do meio natural, de um lado, e da capacidade técnica, do poder econômico e dos valores socioculturais de outro. (ROSS, 2005, p. 16)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal analisar a fragilidade natural da Bacia do córrego do Enxofre, localizada no Sítio Urbano de Piracicaba, através da análise de uma carta de Fragilidade Potencial obtida através do cruzamento de dados das cartas Geomorfológica, Pedológica, Declividade e Uso e Ocupação da terra.

A metodologia utilizada foi a proposta por Ross (1990, 1994), juntamente com idéias pautadas na Geomorfologia Antropogênica, para que os condicionantes antrópicos de modificação do relevo possam ser inseridos nas análises finais.

Os resultados obtidos demonstraram que a Bacia do córrego do Enxofre possui valores de fragilidade elevados, não sendo uma área propícia à ocupação antrópica.

Palavras chave: Geomorfologia Antropogênica; Fragilidade Potencial; Fragilidade Natural; Bacia do Córrego do Enxofre.

ABSTRACT

This research aims to analyze the natural fragility of Piracicaba Urban Site, through the analysis of a letter of Fragility Potential obtained through the data crossing the geomorphological cards, Pedologic Slope and use and occupation of the land to be developed during the project.

The methodology to be used is that proposed by Ross (1990, 1994) together with the guided ideas Anthropogenic geomorphology, so that the man-made conditions of modification of the relief can be inserted in the final analyzes.

The results showed that the Córrego do Enxofre Basin has high fragility of values, it is not a rich area for human occupation.

Keywords: Anthropogenic Geomorphology; Potential fragility; Natural fragility; Córrego do Enxofre Basin.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
1. Introdução	11
2. Localização e Caracterização da Área de Estudo.....	13
3. Método e Técnicas Cartográficas	18
3.1 O Conceito de Ecodinâmica.....	18
3.2 O Método.....	20
3.3 Técnicas Cartográficas.....	22
3.3.1 A carta de Fragilidade segundo a metodologia de Ross (1994)	22
3.3.2 Técnicas para a elaboração das Cartas Temáticas da bacia do Córrego do Enxofre.....	25
4 Análise dos Resultados	34
4.1 Análise das Cartas Temáticas.....	37
4.2 A Fragilidade da Bacia.....	40
5. Considerações Finais	47
6. Referências Bibliográficas	49
7. Anexos.....	51

1. Introdução

Devido à crescente alteração que o homem vem causando nos sistemas naturais, principalmente em bacias hidrográficas, estudos acerca das consequências dessa alteração, das melhores formas de se intervir e como ocupar o espaço natural se fizeram necessários. Essas intervenções antrópicas podem tornar os ambientes naturais mais ou menos fragilizados, sendo o principal fator de determinação dessa fragilidade os componentes naturais que compõe o espaço em questão. Todas as alterações que ocorrem na geologia, pedologia, vegetação, entre outros, ocasionam uma série de problemas que em longo prazo comprometem o funcionamento do sistema como um todo, alterando o equilíbrio dinâmico do mesmo. Dentro desse contexto, o conhecimento integrado de todas essas variáveis, juntamente com a avaliação da atividade antrópica sobre o espaço, possibilitam a classificação da fragilidade dos sistemas naturais.

A variável relevo configura-se como parte importante da análise pois é nele que o homem desenvolve suas atividades e conseqüentemente o modifica. É fruto de uma série de processos que necessitam de grandes fluxos de matéria e energia para ocorrerem, caracterizando dessa maneira, um sistema. Ross (1990, p.12) aponta que:

O entendimento do relevo passa, portanto pela compreensão de uma coisa maior que é a paisagem como um todo. Não se pode entender a gênese e a dinâmica das formas de relevo sem que se entenda os mecanismos motores de sua geração, sem que se perceba as diferentes interferências dos demais componentes em uma determinada Unidade da Paisagem.

Sendo resultado de uma série de processos, torna-se indispensável o estudo de todas as partes que o compõe para a compreensão do todo, como a pedologia, a geologia, o clima, além da ação antrópica. Segundo Ross (1994, p.3):

(...) as sociedades humanas não devem ser tratadas como elementos estranhos a natureza e portanto aos ecossistemas onde vivem. Ao

contrário, precisam ser vistas como parte fundamental desta dinâmica representada através dos fluxos energéticos que fazem o sistema como um todo funcionar”.

Neste contexto, a Geomorfologia constitui-se de ferramenta importante por estudar as formas de relevo e os processos atuais e pretéritos inerentes a sua colaboração (SILVEIRA, 2009).

A metodologia proposta por Ross (1990, 1994) demanda estudos acerca do relevo, geologia, solo, uso do solo e clima para que sejam gerados produtos cartográficos que sirvam de subsídios para a elaboração da fragilidade potencial de um dado local, além de trabalhos de campo que possam confirmar os dados obtidos em gabinete.

Assim, considerando a importância do estudo da fragilidade natural dos ambientes naturais, além das contribuições metodológicas de Ross (1990, 1994), a pesquisa buscou utilizar-se do conhecimento científico geográfico juntamente com os estudos e teorias em Geomorfologia, ciência necessária para a compreensão da dinâmica do relevo, para classificar a fragilidade natural da bacia do Córrego do Enxofre no município de Piracicaba, através da compreensão da relação entre os sistemas antrópico e natural mediante elaboração de cartas temáticas seguindo as técnicas do autor.

Através da análise dessas cartas temáticas, juntamente com a carta de fragilidade, e tendo como base a idéia de Ecodinâmica de Tricart (1977), buscou-se relacionar os pontos mais críticos do ponto de vista da fragilidade natural, com o tipo de ocupação e atividade existente e com documentos do Plano Diretor do município, tornando possível apontar onde existe ocupação em áreas problemáticas, bem como fazer uma comparação com as análises já realizadas no referente documento. A identificação das áreas críticas da bacia pode oferecer ainda, suporte para o planejamento da ocupação futura em áreas de expansão da mesma.

O município de Piracicaba, segundo a revisão de 2013 do Plano Diretor disponível no IPPLAP, aponta que a expansão do município se deu de forma desordenada, alegando que esse crescimento trouxe problemas na questão habitacional, dos transportes, saneamento básico, e inclusive de comprometimento dos recursos naturais, havendo um destaque para os

problemas gerados na bacia do rio Piracicaba. Dessa maneira, o estudo da Bacia do Córrego do Enxofre, afluente do Piracicaba, tornou-se interessante, principalmente no que diz respeito à sua fragilidade natural já que possui diversas atividades sendo realizadas em seu espaço, como mineração, indústria, cultivo e ocupação residencial ainda em expansão.

2. Localização e Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo, localizada no município de Piracicaba, compreende a bacia do ribeirão do Enxofre, que se distribui entre as coordenadas 22°40'28", 22°45'55" S e 47°41'09", 47°38'20" W, sendo o referido curso fluvial afluente do Rio Piracicaba (Figura 1). Segundo dados do IBGE (2014), o município conta com uma população estimada de 388.412 habitantes, com uma densidade demográfica de 264,47 hab/Km².

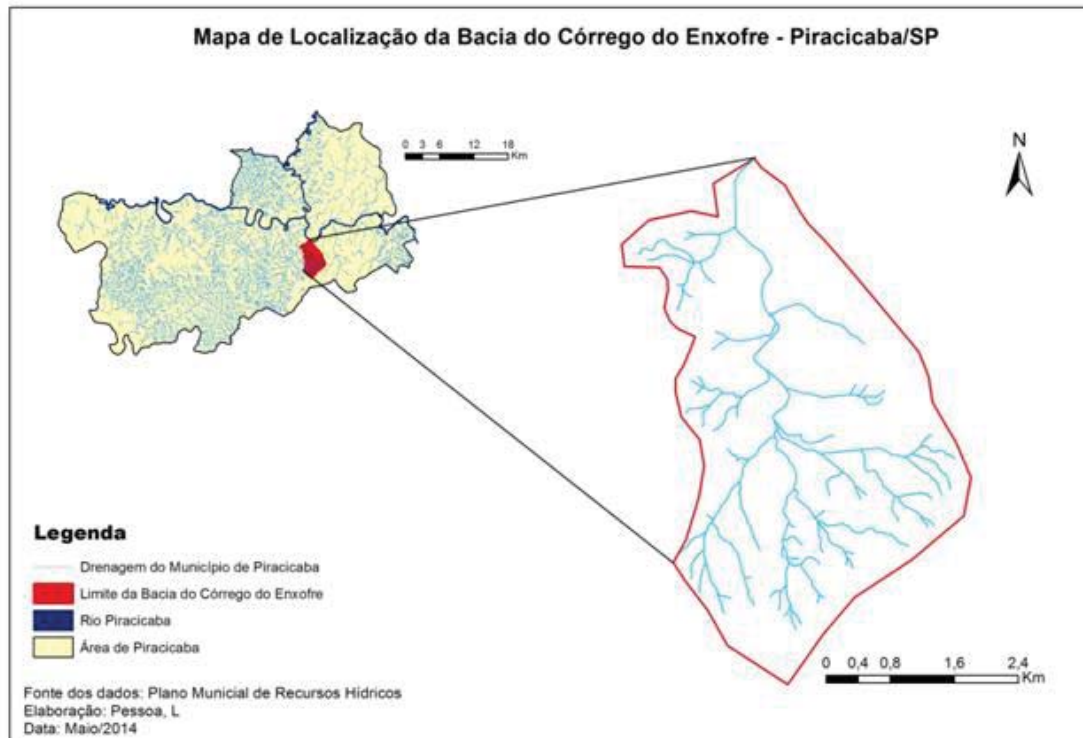


Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia do Enxofre – Piracicaba (SP)

Do ponto de vista geomorfológico, esta bacia encontra-se na Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná e na Unidade Morfoestrutural da Depressão Periférica Paulista (ROSS e MOROZ, 1997).

A Bacia Sedimentar do Paraná, segundo o IPT (1981), é uma unidade geotectônica em subsidência, o que permite um grande acúmulo de sedimentos além de lavas basálticas e sills de diabásio.

Ab'Sáber (1969) apresenta a Depressão Periférica Paulista com a forma “de um corredor de topografia colinosa de aproximadamente 50 Km de largura, nitidamente embutido entre a cuesta da Borda da Mata e o Monte Santo e as elevações cristalinas do acidentado Planalto Atlântico” (p.2). Segundo o IPT (1981), a Depressão Periférica apresenta uma mudança visível de movimentação do relevo, no qual se encontram relevos mais colinosos. De forma mais abrangente, compreende-se o relevo da Depressão Periférica como de colinas amplas, colinas médias e morrotes alongados e espigões. Nesta unidade, as drenagens são elementos importantes devido aos depósitos cenozoicos e à erosão causada pelas mesmas, tendo como destaque os rios Tietê, Paranapanema e Mogi Guaçu. Penteado (1976, p.15) afirma que “esses rios, como artérias principais de maior capacidade erosiva e provavelmente com interferências tectônicas teriam provocado capturas através de seus afluentes, de ‘primitivos consequentes’, que adaptando-se às estruturas, passaram a percorrer as cuestas com nítido desvio em seu traçado, a exemplo do Piracicaba, o Sorocaba (...) etc”. Almeida (1964), utilizando a divisão proposta por Deffontaine (1935), também agrupa a região da Depressão Periférica Paulista em três grandes zonas, sendo essas: Médio Tietê, Mogi-Guaçu e Paranapanema, todas delimitadas de acordo com as respectivas drenagens. A área de estudo localiza-se mais precisamente na zona do Médio Tietê.

A zona do Médio Tietê abrange uma rede de drenagem bem organizada, possuindo o rio Tietê e seus afluentes Piracicaba e Sorocaba como mais expressivos. Na porção sudoeste de Piracicaba, o relevo residual do tipo Mesas Basálticas encontra-se presente, apesar de os mais recorrentes serem os relevos de colinas amplas, colinas médias e relevos de morrotes alongados e espigões, assim como em toda a Depressão Periférica. Segundo o IPT (1981), esse tipo de relevo se enquadra nos relevos de degradação, que são

resultantes dos processos de denudação sobre áreas planálticas, e que possuem como principal critério de classificação as declividades das encostas e as amplitudes locais de relevo.

Ross e Moroz (1997), ao realizar o mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo, estabeleceram níveis de fragilidade potencial das diferentes zonas do relevo paulista. Segundo o documento, a zona do Médio Tietê possui fragilidades Baixa e Alta, tendo como fatores determinantes os índices crescentes de dissecação do relevo (a área apresenta índices Dt12 e Dt14) e os índices crescentes de fragilidade da litologia. Assim, segundo Ross e Moroz (1997), a área de estudo apresenta:

- Nível de Fragilidade Potencial Baixa: formas de dissecação baixa, vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa. Baixo potencial erosivo.

- Nível de Fragilidade Potencial Alta: formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas aos processos erosivos agressivos com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa.

Como apresentado no estudo de Ross e Moroz (1997), um fator determinante do nível de fragilidade de uma área é a litologia da mesma. Assim, a bacia do Córrego do Enxofre é constituída principalmente por litologias paleozóicas referentes ao Grupo São Bento, sendo essas da Formação Serra Geral, Botucatu e Pirambóia, com alguns pontos com litologias mesozóicas referentes ao Grupo Passa Dois, como a Formação Corumbataí (IGG, 1966). Com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo do IPT (1981), a Formação Serra Geral compreende um conjunto de derrames de basaltos toleíticos entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu, os quais possuem presença de arenitos de granulação fina e média. Já a formação Pirambóia é marcada por camadas arenosas de coloração vermelha, possuindo fração argilosa. Por fim, a formação Corumbataí, que no Estado de São Paulo aflora continuamente do divisor de águas dos rios Tietê e Piracicaba (p.61).

Outro condicionante do nível de fragilidade refere-se aos solos. Os solos encontrados na Bacia do Córrego do Enxofre, de acordo com o Mapeamento realizado pelo IAC (1989) são os Podzólicos Vermelho – Escuros (Nitossolos), Cambissolos e Latossolos Vermelho – Escuros (Figura 2).

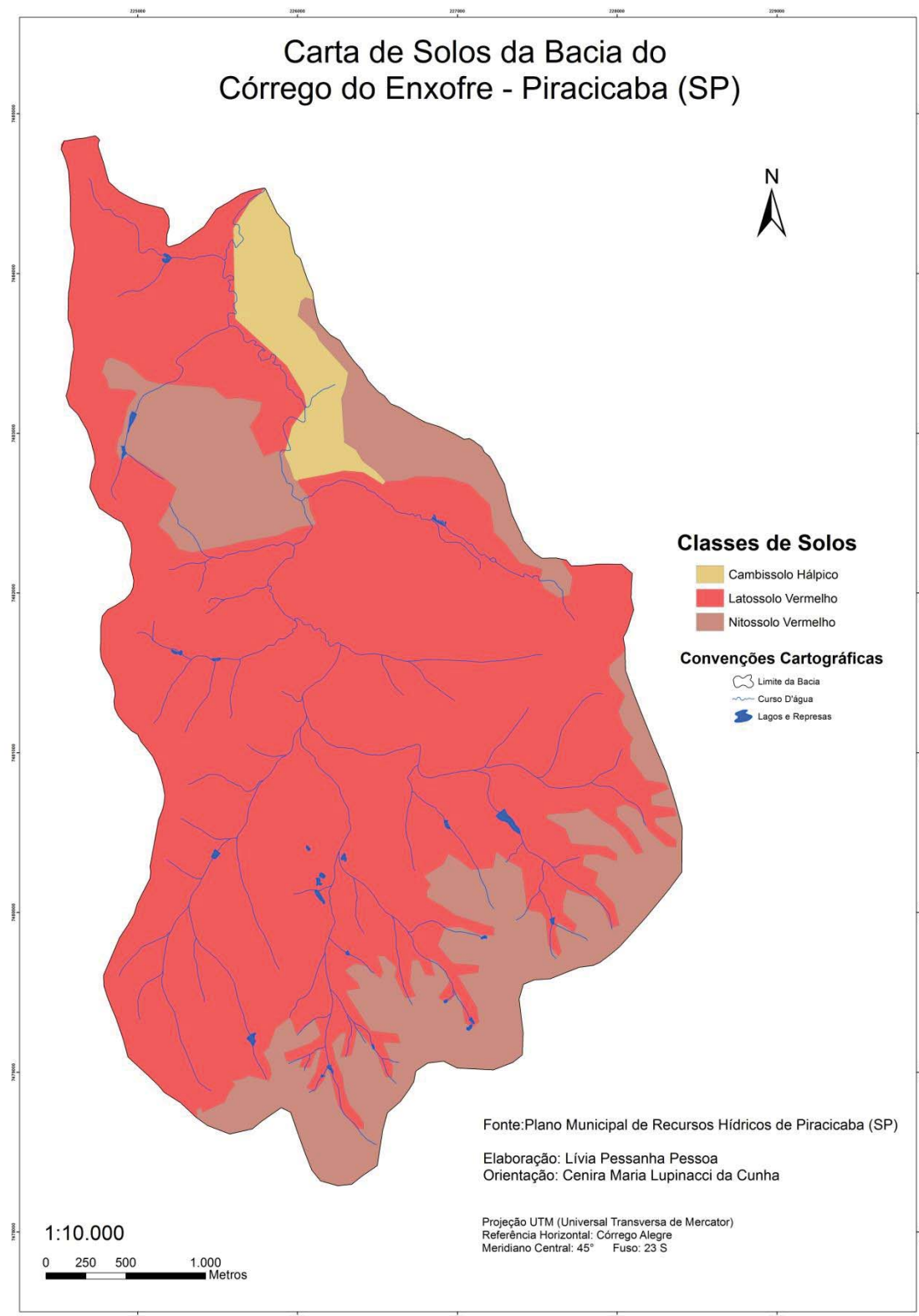


Figura 2 - Mapa Pedológico da Bacia do Córrego do Enxofre – Piracicaba/ SP

Os Latossolos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos elaborado pela EMBRAPA (2006), são solos bem evoluídos, em avançado estágio de intemperização. São normalmente profundos, com pouca diferenciação entre seus horizontes. Estão presentes em regiões equatoriais e tropicais, apesar de também serem encontrados em áreas subtropicais. São originados a partir de variados tipos de rochas e sedimentos, sendo distribuídos por grandes superfícies de erosão, terraços fluviais antigos, pedimentos, e normalmente em relevos planos e ondulados.

Os Nitossolos (Terra Roxa) são profundos e moderadamente ácidos. Possuem textura argilosa e horizonte B bem espesso e desenvolvido. Os Cambissolos, no entanto, possuem suas características de acordo com o ambiente em que estão inseridos, podendo ser profundos ou rasos, fortemente drenados ou pouco drenados e com variadas colorações.

Como citado acima, os diferentes tipos de solos dependem de condições climáticas e litológicas para seu desenvolvimento. Segundo Coltri (2006), o município de Piracicaba encontra-se em uma área de transição das correntes de circulação geral, o que confere à região um clima variado, ocasionando em dois períodos diferentes: um quente e chuvoso e outro mais ameno e seco. De acordo com a classificação de Köppen, “o clima local é do tipo ‘Cwa’, ou seja, tropical úmido, com três meses mais secos (junho, julho e agosto)” (Coltri, p. 34). A temperatura média do mês mais quente é maior que 22°C e a do mais frio não ultrapassa os 16°C. As precipitações médias são de 1.253mm/ano e a umidade relativa do ar varia em torno de 74% (p. 34).

Esses fatores naturais apresentados interagem diretamente na ocupação antrópica do espaço, bem como em algumas atividades econômicas exercidas no mesmo. A bacia do córrego do Enxofre possui presença marcante de pastos e encontra-se submetido à um nítido processo de expansão urbana. As culturas canavieiras não são expressivas na área da bacia, havendo apenas dois pontos mais destacados. Nota-se também a presença de áreas verdes principalmente ao redor de cursos d’água, porém em pouca quantidade na área construída do município.

De acordo com o Plano Diretor do Município de Piracicaba, levando em consideração a análise da carta de Divisão da Macrozona Urbana elaborada pelo IPPLAP (2014), a área de estudo encontra-se inserida nas zonas ZEIPC

(Zona Especial de Interesse de Paisagem Construída), ZOCFA (Zona de Ocupação Controlada por Fragilidade Ambiental) e ZAP (Zona de Condensamento Prioritário). Por outro lado, analisando a carta de Zona de Ocupação Restrita, também elaborada pelo IPPLAP (2014), a bacia do Córrego do Enxofre não encontra-se dentro de área restrita à ocupação.

3. Métodos e Técnicas Cartográficas

3.1 O Conceito de Ecodinâmica

O homem sempre foi dependente dos recursos naturais, porém, com o avanço das técnicas e com o aumento das populações, a apropriação desses recursos aumentou de maneira significativa para que fossem supridas as necessidades de maiores produções de bens de consumo, sendo a primeira revolução industrial o ponto inicial dessa aceleração devido aos avanços em estudos do solo, geologia, clima e outras variáveis que permitiam o maior entendimento da dinâmica dos recursos naturais disponíveis para o avanço da indústria.

No Brasil, a exploração dos recursos se deu mais no setor agrícola, com os grandes engenhos de açúcar no início da colonização e mais tarde com a produção de café, algodão e também com a extração de ouro. Para que essas produções se instalassem, muita vegetação natural foi derrubada, como se observa atualmente no Vale do Paraíba, principal cenário da produção de café. O sistema agrícola adotado, baseado na rotatividade de terras, empobreceu o solo e acelerou os processos de erosão. Esses fatos foram acompanhados de avanço na indústria, despejo de resíduos em cursos d'água, aceleração do desmatamento para cultivo e criação de gado, além de desperdício de recursos naturais.

Para compreender melhor essa dependência e influência do homem frente ao meio ambiente, este trabalho se baseia na idéia da Ecodinâmica proposta por Tricart (1977), que mais tarde foi utilizada por Ross (1994) para o estudo da fragilidade dos ambientes.

Tricart (1977) afirma que o homem participa dos ecossistemas em que vive através das modificações que realiza no meio natural para a aquisição de recursos, e em contrapartida, os ecossistemas reagem induzindo que estes se adaptem a diferentes situações. Afirma ainda que não existe nenhum ecossistema que não tenha sido afetado pelo homem, e sim diferentes tipos e intensidades de alterações.

Para se entender melhor essa idéia, deve-se compreender o que é sistema. Para Tricart (1977; p.19) o sistema nada mais é do que “um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia”, sendo que esses fluxos criam relações de dependência mútua. Assim, para a análise do meio ambiente e de todos os seus componentes, o sistema é o melhor instrumento, por fornecer uma visão de conjunto e dinamismo do meio natural.

Essa dinâmica natural fez com que fosse necessária a divisão dos meios ecodinâmicos em três grandes tipos, levando em consideração a intensidade dos processos atuais existentes em cada um, sendo esses: meios estáveis, meios intergrades e meios fortemente instáveis.

Os meios estáveis são aqueles que possuem uma evolução lenta, no qual o tempo de atuação de diversos fatores como, por exemplo, o clima, é longo. Tricart (1977; p. 34) apresenta certas características dos meios estáveis:

- Cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese;
- Dissecção moderada, sem incisão violenta dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios, e vertentes de lenta evolução;
- Ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis de desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos”.

Os meios *intergrades* por sua vez, são os meios de transição entre os estáveis e os instáveis. O que caracteriza esse meio é a forte ação da pedogênese e da morfogênese em um mesmo espaço. Possuem uma tendência maior a se transformarem em meios instáveis por serem mais delicados e suscetíveis a fenômenos de amplificação.

Por fim, os meios fortemente instáveis são aqueles que “a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, ao qual outros elementos são subordinados” (TRICART, 1977;

p. 49), e onde as ações antrópicas somam-se às ações naturais, tornando a degradação mais fácil de ocorrer.

Assim, os sistemas são mais ou menos instáveis de acordo com a intensidade dos processos que os formam. Essa definição torna-se importante para o estudo das relações existentes entre esses diferentes processos que atuam sobre determinado espaço, e que atingem de maneira direta o homem e sua ocupação. Através disso, a gestão do território frente à crescente ocupação e apropriação dos recursos naturais torna-se mais eficiente. Como aponta Tricart (1977; p. 29), “uma consciência mais aguda das interações entre os vários elementos do meio ambiente é necessária para evitar, no planejamento, consequências inesperadas”.

3.2 O Método

A proposta da pesquisa foi realizar uma análise da fragilidade ambiental da Bacia do Córrego do Enxofre, tendo como base a metodologia proposta por Ross (1994), a qual utiliza o conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977).

Segundo Ross (1994), a fragilidade de um ambiente varia de acordo com suas características genéticas, sendo que muitas regiões possuíam um equilíbrio dinâmico até a chegada das sociedades humanas, que transformaram o ambiente natural de acordo com suas necessidades, principalmente a busca por recursos naturais. Ross (1994) aponta que com o avanço do conhecimento técnico-científico, as civilizações passaram a crescer mais e a durar mais, havendo a necessidade de buscar novos espaços e novas fontes de recursos. No Brasil, Ross (1994) comenta que a disparidade social, bem como a economia baseada em produção agrícola como a cana de açúcar, o café e atividades como a mineração sempre foram acompanhadas por grandes degradações ambientais e desperdício de recursos. Afirma ainda que as intervenções humanas devem ser bem planejadas, “com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas a potencialidade dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes”. (ROSS, 1994, p.2)

Diante disso, a proposta de Ross (1994) para o estudo da fragilidade se baseia na compreensão das características e da dinâmica do meio físico e do meio antrópico, realizando posteriormente uma integração entre todos os componentes estudados. Deve-se, portanto, entender que os mais variados ambientes encontrados na Terra, são ecossistemas que realizam diferentes trocas de energia e matéria, como é apresentado na Teoria Geral dos Sistemas, a qual afirma que na natureza as trocas de energia e matéria ocorrem em equilíbrio, sendo este, porém, frequentemente alterado pelas ações antrópicas. Por isso, entender a dinâmica do solo, do relevo, clima, entre outros componentes naturais, é fundamental para a compreensão do sistema natural, sendo que a presença do homem cada vez maior em vários ecossistemas, não deve ser isolada das variáveis de estudo da fragilidade. Para Ross (1994), estudar a atuação do homem no meio natural é de extrema importância, uma vez que este se posiciona como um grande agente de alteração do meio físico, sendo esta alteração feita de maneira muito mais rápida do que a capacidade de regeneração do ambiente.

Devido ao fato da alteração do homem induzir na maior parte das vezes, grandes processos degenerativos, o autor afirma que “é cada vez mais urgente que se faça inserções antrópicas absolutamente compatíveis com a potencialidade dos recursos de um lado e com a fragilidade dos ecossistemas ou ambientes naturais de outro” (ROSS, 1994, p.3).

A partir desses aspectos, Ross (1990) utiliza a divisão feita por Tricart (1977) em ambientes estáveis (quando se encontram em equilíbrio) e instáveis (quando não se encontram em equilíbrio), para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis (ou de Instabilidade Potencial) e Instáveis (ou de Instabilidade Emergente), sendo as primeiras com ausência de atividades antrópicas e a segunda com presença de atividades antrópicas, que alteraram de maneira intensa o meio natural. Ross (1990) classificou ainda as Unidades Ecodinâmicas Instáveis em vários graus de intensidade, variando de muito fraco a muito forte. A partir disso, Ross (1994) apresenta como devem ser feitos os estudos de fragilidade dos ambientes naturais.

Para que a análise empírica da fragilidade possa ser realizada, Ross (1994) apresenta como ponto de partida estudos básicos do relevo, subsolo, uso da terra e do clima. Todos esses estudos devem ser acompanhados de

trabalhos de campo e gabinete, para que possam ser gerados produtos cartográficos como geologia, geomorfologia, pedologia, uso do solo, declividade, entre outros. Esses produtos irão fornecer subsídios para a análise da fragilidade potencial de uma determinada área de estudo, através da atribuição de graus de fragilidade que variam de um a cinco, dependendo de suas características. Assim, quando sobrepostas todas as cartas contendo os graus de fragilidade, será possível obter a fragilidade potencial da área.

A carta de fragilidade, portanto, irá identificar na área de estudo, as principais manchas de Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis, e será produto do cruzamento entre as variáveis estudadas acima, contendo como fator principal os níveis de fragilidade atribuídos previamente.

3.3 Técnicas Cartográficas

3.3.1 A carta de Fragilidade segundo a metodologia de Ross (1994)

Ross (1994) aponta que o zoneamento ambiental deve ser feito através da compreensão da dinâmica natural e do meio sócio-econômico em que o homem atua e interfere constantemente. Essas duas variáveis não podem ser analisadas separadamente devido ao fato de pertencerem a um ecossistema comum, que realiza constantes trocas de energia e matéria. Diante disso, as cartas de declividade, solos, uso da terra, dissecação do relevo são de extrema importância para a análise da fragilidade potencial de uma determinada área. A fragilidade dos ambientes naturais, segundo Ross (1994; p.3), “deve ser avaliada quando pretende-se aplicá-la ao planejamento territorial ambiental, baseada no conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977)”.

Ross (1994) apresenta, a classificação da fragilidade de cada um dos componentes necessários para a execução da carta de fragilidade, que configura-se como um produto síntese de todas as cartas temáticas citadas. Todas as classificações são feitas variando do mais fraco (classe 1) para o

- Carta Pedológica: Os critérios utilizados são a textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas, e profundidade dos horizontes superficiais, que relacionados com o relevo, clima e outros fatores, puderam fornecer subsídios para a classificação da fragilidade de cada tipo de solo (Quadro 3):

Classes de Fragilidade	Tipos de Solos
1-Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho amarelo textura argilosa.
2-Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho amarelo textura media/argilosa
3-Média	Latossolo Vermelho amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-amarelo textura media/argilosa.
4-Forte	Podzólico Vermelho-amarelo textura media/arenosa, Cambissolos
5-Muito Forte	Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas.

Quadro 3- Classes de fragilidade de acordo com os tipos de solos. FONTE: ROSS (1994)

- Carta de Uso e Ocupação da Terra: Através de análise de imagens de satélite e trabalhos de campo, são analisados os graus de impermeabilização do solo de acordo com o uso de cada setor (Quadro 4):

Graus de Proteção	Tipos de Cobertura Vegetal
1- Muito Alta	Florestas/Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade.
2- Alta	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária Cerrado Denso, Capoeira Densa). Mata Homogênea de Pinus densa,

3-Média	Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas
4-Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento)
5-Muito baixa a nula	áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Quadro 4- Graus de proteção de acordo com o tipo de cobertura vegetal. FONTE: ROSS (1994)

Por fim, através do cruzamento de todas as variáveis de fragilidade das cartas temáticas, é possível obter-se a fragilidade potencial de uma determinada área.

3.3.2 Técnicas para a elaboração das Cartas Temáticas da bacia do Córrego do Enxofre

Segundo Castro e Viadana (2002), a carta topográfica possui papel fundamental no estudo de uma bacia, pois possibilita a delimitação da mesma, bem como fornece possibilidades de localização, através das latitudes e longitudes, além de viabilizar a análise de elementos altimétricos (através das

curvas de nível e pontos cotados) e planimétricos (através da rede de drenagem, rede viária, entre outros)

Diante disso, a primeira etapa da elaboração dos mapas temáticos da pesquisa consistiu no georreferenciamento das cartas topográficas referentes à área da bacia do Córrego do Enxofre sendo elas: Piracicaba III (SF-23-Y-A-IV-2-SO-F) e Piracicaba II (SF-23-Y-A-IV-4-NO-B), ambas elaboradas pelo Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, seguida de digitalização das curvas de nível e delimitação da área da bacia. Após esses passos, foram georreferenciadas as fotografias aéreas do município fornecidas pela EMPLASA, e em seguida iniciou-se o processo de elaboração dos mapas de declividade, geomorfologia, uso e ocupação do solo e fragilidade do relevo.

3.3.2.1 A Carta de Declividade

A carta de declividade foi elaborada no software ArcMap10, através da digitalização das curvas de nível das cartas topográficas na escala 1:10.000, com a ferramenta *editor*.

Após a edição, com os respectivos valores de cada uma das curvas na tabela de atributos, foi criado um modelo numérico do terreno (MNT), e em seguida a declividade através dos seguintes passos:

- 1- Ativar a ferramenta 3D Analyst: botão direito na barra de ferramentas > *customize > toolbars > 3D Analyst*

- 2- Criar um TIN: ferramenta ativada *3D Analyst > create TIN from features* > selecionar o shape que contém as curvas de nível previamente digitalizadas e com seus respectivos valores; > *seetings for selected layer > Height Source > elevation > triangulate as hard line > OK*.

- 3- Reclassificar as classes de altitude do TIN: O arquivo gerado através das etapas anteriores possui classes estabelecidas pelo próprio ArcGis. Porém, podemos reclassificar de acordo com as análises que se deseja fazer. Para

isso, basta clicar com o botão direito no arquivo criado, selecionar a opção *properties > symbology > elevation > classification* > escolher os intervalos das classes. Após a escolha dos intervalos, ir a *classify > selecionar a opção manual* e escolher os novos valores.

4- Criar o Slope: no layer do TIN criado anteriormente, clicar com o *botão direito > properties > symbology > add > add renderer > face slope with graduated color ramp > add > dismiss*. Feito isso, escolher a quantidade de classes (no caso, 5) e em seguida selecionar as classes, que para a pesquisa foram baseadas na proposta de Ross (1994), a saber: 0-6, 6-12, 12-20, 20-30 e >30%.

5- Gerar a Declividade: *Arc toolbox > 3D analyst > conversion > from TIN > TIN to Raster*. Em *input TIN*, adicionar o TIN gerado anteriormente; em *attribute*, escolher *slope as percentage*; em *Z factor* digitar 1; OK. Feito isso, estipular as classes de declividade bem como as cores que seriam utilizadas para cada classe.

6- Corrigir os erros gerados pelo ArcMap ao gerar a Declividade: Ao gerar a declividade, o *ArcMap* não classifica de maneira correta todas as medidas de declividade entre as curvas de nível. Com isso, vários pontos do mapa ficam incorretos, havendo a necessidade de correção manual. Assim, foram criados cinco novos *shapes* de polígonos, correspondentes a cada uma das classes de declividade que foram estipuladas anteriormente. Após serem criados, esses *shapes* foram carregados no projeto e, utilizando a ferramenta *measure* (régua do *ArcMap*), foram feitas medidas entre as curvas de nível; a partir disso, todo o mapa foi revisado. Nos locais onde as medidas estavam incorretas foram feitos polígonos a fim de corrigi-las. Em casos de concavidades e topo de morros, foi feito o mesmo processo do ábaco: foi traçada uma linha, dividindo a concavidade no centro, e utilizando uma escala pré definida através da metade do valor do ábaco, foram feitas medidas do limite extremo da curva de nível até a linha criada. Esse processo foi realizado em todas as concavidades do mapa, bem como entre os cursos d'água e as curvas de nível.

7- Estipular o grau de Fragilidade de cada classe, segundo Ross (1994):
Após serem feitas todas as correções, foram estipuladas para cada classe, um grau de fragilidade:

- classe 1-6% = fragilidade 1
- classe 6-12%= fragilidade 2
- classe 12-20%= fragilidade 3
- classe 20-30%= fragilidade 4
- classe >30%= fragilidade 5

Como todos os shapes se encontravam separados, havendo necessidade de carregar um por um no projeto para visualizar o mapa inteiro, foi realizado o comando *merge* para unir todos os *shapes* em um só. Para isso, selecionou-se a ferramenta *Data Management Tools > General > Merge*. Em *Input Datasets* acrescentaram-se todos os *shapes* correspondentes às classes, e em *Output Dataset* foi escolhida a pasta para que o arquivo fosse salvo. O resultado foi um único *shape* contendo todas as correções feitas utilizando os polígonos. Os graus de fragilidade correspondentes a cada classe foram acrescentados na tabela de atributos do *shape*.

8- Transformar o novo shape gerado em Raster: Esse passo foi necessário, pois para gerar o mapa de fragilidade ambiental proposto por Ross (1994), a ferramenta utilizada no *ArcMap* exigia que todos os outros mapas estivessem no formato *Raster* para que a sobreposição entre todos esses fosse realizada. Para isso, utilizou-se o comando *Arc ToolBox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify*. O resultado é um arquivo raster com todas as informações de fragilidade na tabela de atributos.

3.3.2.2 A carta Geomorfológica de Detalhe

O mapeamento geomorfológico, por fornecer informações sobre o relevo de determinada área, surge como importante ferramenta para a análise e identificação de áreas propícias ao surgimento de problemas para a ocupação humana. Segundo Cunha e Queiroz (2012, p. 3 e 4):

A cartografia geomorfológica constitui um tipo de mapeamento cuja complexidade é inerente ao próprio objeto de representação. O relevo apresenta, também, uma diversidade de formas e de gêneses, geradas por complicados mecanismos que atuam no presente e que atuaram no passado (...). Assim, a classificação genética e cronológica do relevo em estudo permite identificar formas ativas e processos operantes, possibilitando avaliar as consequências das interferências antrópicas sobre tais áreas.

Ross (1994), citando Demek (1967), aponta que a carta geomorfológica de detalhe deve ser baseada em três unidades de taxonomia: as superfícies geneticamente homogêneas, as formas de relevo e os tipos de relevo. A menor forma de representação do relevo, segundo Demek (1967) são os elementos das formas, sendo esses as vertentes côncavas e convexas, tipos de fundo de vale, entre outros. Porém, de maneira abrangente, os mapas geomorfológicos devem conter obrigatoriamente informações dos tipos de formas de relevo, gênese e idade da mesma.

Elaborada no software ArcMap 10 através da interpretação de fotografias aéreas do município de Piracicaba, a Carta da Bacia do Córrego do Enxofre seguiu a proposta de Ross (1990), que se baseia no mapeamento das diferentes formas de relevo. Ross (1994) aponta que em se tratando de escalas de detalhe, como a utilizada na pesquisa (1:10.000), a análise do relevo deve contemplar as formas de vertentes e as classes de declividade.

A simbologia utilizada na elaboração da carta foi elaborada de acordo com as orientações técnicas de Paschoal, Tomazini e Cunha (2010), possibilitando o mapeamento das seguintes formas de relevo: vertentes côncavas, convexas; fundo de vale plano, em “U” e retificado; cavas e resíduos de mineração; rupturas abruptas do relevo; terraços agrícolas e sulcos erosivos.

Ross (1990) sugere ainda o mapeamento dos índices de dissecação do relevo, estabelecidos preferencialmente a partir de dados numéricos da rugosidade topográfica. A intensidade dessa rugosidade topográfica irá fornecer a intensidade da dissecação do relevo.

Para que fosse determinada a intensidade da dissecação do relevo da Bacia do Córrego do Enxofre, primeiramente foram demarcadas as rupturas abruptas no relevo da bacia, para em seguida, através da interpretação das curvas de nível e das rupturas mapeadas, realizar-se a divisão dessa em setores de fragilidade. Determinados os setores, a densidade de drenagem (Dd) foi calculada através da média do comprimento dos canais de cada setor da bacia. Em seguida foi realizada a identificação dos maiores e menores valores das curvas de nível de cada setor, para que fossem obtidos os valores referentes ao grau de entalhamento dos rios.

Obtidos os valores de entalhamento dos rios e de densidade de drenagem, foi organizado o Quadro 5, estipulando-se classes para os graus de dissecação segundo a metodologia proposta por Ross (1990):

Grau de Entalhamento	Densidade de Drenagem				
	Muito Baixa (1) > 650	Baixa (2) 450 - 650	Média (3) 300 - 450	Alta (4) 160 - 300	Muito Alta (5) ≤ 100
≤ 30	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1
31 - 49	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2
50 - 69	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3
≥ 70	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4

Quadro 5 – Índices de dissecação do relevo da bacia do Córrego do Enxofre.
FONTE: Adaptado de ROSS (1994)

3.3.2.3 Carta de Uso e Ocupação da terra

As bacias hidrográficas possuem uma ampla variedade de feições, coexistindo diversos usos da terra. A Carta de Uso e Ocupação da terra foi elaborada através da interpretação das mesmas fotografias aéreas utilizadas na elaboração da carta geomorfológica, sendo utilizado também o software ArcMap 9.2.

Foram identificados na área de estudo os principais tipos de uso da terra, sendo principalmente agricultura, pastagem e mineração, além de áreas destinadas à futura expansão urbana bem como áreas com presença de vegetação herbácea e alguns focos de vegetação mais densa (Tabela 1):

Tipos de Uso	Observações
Cobertura Herbácea Urbana	Área destinada a futura urbanização
Solo exposto	Áreas onde o solo não possui nenhuma vegetação
Horti/Fruticultura	Presença de pequenas plantações
Cana de Açúcar	Monocultura canavieira
Mineração	Área destinada à mineração
Pastagem	Gramíneas utilizadas para a pastagem de gado
Área Construída	Áreas de chácaras, espaço de lazer, sítios e atividades Peri – urbanas
Indústria	Locais com grandes galpões e normalmente próximos às rodovias
Área Verde	Vegetação expressiva localizada tanto na área urbana quanto em área de proteção permanente (APP), pasto ou declives acentuados
Área Urbanizada	Densa urbanização

Tabela 1 - Tipos de Uso da terra. Organização: Pessoa 2013

Identificadas todas as categorias, foram feitos polígonos correspondentes a cada uma dessas, mapeando-se dessa forma todos os usos da área da bacia do Córrego do Enxofre.

Após o preenchimento de toda a área da bacia com os diferentes usos do solo, foram atribuídas as categorias de fragilidade de acordo com Ross (1994) e Silveira (2007) na tabela de atributos do *layer* de uso e ocupação.

3.3.2.4 Carta de Fragilidade

Como apresentado anteriormente, a carta de fragilidade proposta por Ross (1994) é produto da junção das variáveis solos, relevo, uso da terra e declividade. De acordo com Ross (2004, p.2), “esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais”.

Para a elaboração da carta de fragilidade ambiental da área da bacia do Córrego do Enxofre, foram realizadas as seguintes etapas de trabalho:

- A **primeira etapa** consistiu na elaboração de uma tabela (Tabela 2), com base nos dados apresentados nos estudos de Ross (1990) e Silveira (2007), contendo todas as variáveis necessárias para a análise da fragilidade, atribuindo-se valores de 1 a 5, ou seja, do mais instável para o menos instável, ou do mais protegido para o menos protegido em se tratando de uso da terra:

Variáveis	Níveis de Fragilidade		
	Ross	Silveira	Bacia do Enxofre
<u>SOLOS</u>			
-Cambissolo Hápico	ALTO (5)	-----	ALTO (5)
- Latossolo Vermelho	BAIXO (2)	MUITO BAIXO (1)	BAIXO(2)
-Nitossolo Vermelho	MÉDIO (3)	MÉDIO (3)	MÉDIO (3)
<u>USO E OCUPAÇÃO</u>			
- Solo Exposto	MUITO ALTO (5)	MUITO ALTO (5)	MUITO ALTO (5)
-cobertura Herbácea	-----	MUITO ALTO (5)	MÉDIO (3)
Urbana			
-Cultura Cíclica	MUITO ALTO (5)	MUITO ALTO (5)	MUITO ALTO (5)
- Monocultura	BAIXO (2)	MUITO ALTO (5)	MUITO ALTO (5)
- Mineração	-----	MUITO ALTO (5)	MUITO ALTO (5)
- Pasto	ALTO (5)	ALTO (4)	ALTO (4)
- Área Construída	-----	MÉDIO (3)	ALTO (4)
- Indústria	-----	ALTO (4)	ALTO (4)
- Área Verde	BAIXO (2)	BAIXO (2)	MUITO BAIXO (1)

- Área Urbanizada	-----	ALTO (2)	ALTO (4)
<u>DECLIVIDADE</u>			
- 0 – 6%	MUITO FRACO (1)	MUITO FRACO (1)	MUITO FRACO (1)
- 6 – 12%	FRACO (2)	FRACO (2)	FRACO (2)
- 12 – 20%	MÉDIO (3)	MÉDIO (3)	MÉDIO (3)
- 20 – 30%	ALTO (4)	ALTO (4)	ALTO (4)
- >30 %	MUITO ALTO (5)	MUITO ALTO (5)	MUITO ALTO (5)
<u>SETORES</u>			
1.1			BAIXO (2)
3.1			BAIXO (2)
2.2			MÉDIO (3)
3.3			MÉDIO (3)
4.2			ALTO (4)
5.3			ALTO (4)
4.4			MUITO ALTO (5)
5.4			MUITO ALTO (5)

Tabela 2 – Níveis de Fragilidade de acordo com variáveis para elaboração de carta de fragilidade segundo Ross (1994) e Silveira (2009).
Organização: Pessoa, 2013

- Na **segunda etapa** foram reunidos todos os arquivos vetoriais referentes às cartas temáticas geradas para que todos fossem transformados para arquivos do tipo *raster* através do comando do Arcmap 9.2: *ArcTool Boox > Conversion Tools > to Raster > Feature to Raster*. Para a carta de declividade esse passo não foi necessário, pois a conversão já havia sido feita anteriormente por outro caminho devido às limitações do *software* em reclassificar um projeto que possuía arquivos diferentes, sendo eles do tipo *shape* e do tipo *feature*.

- Na **terceira etapa** a carta de fragilidade da bacia do Córrego do Enxofre foi gerada através da ferramenta *Weigthed Overlay* seguindo os passos: *Arctool Box > Spatial Analyst Tools > Overlay > Weigthed Overlay*. Nessa ferramenta foi selecionada a coluna referente às classes de fragilidade definidas anteriormente, obtendo-se o mapa final com o cruzamento de todas as classes referentes a todos os mapas realizados no decorrer da pesquisa.

4 Análise dos Resultados

Para a realização da análise dos produtos cartográficos elaborados a partir dos dados obtidos no decorrer da pesquisa, será feita uma apresentação das informações de cada carta elaborada. Para uma melhor apresentação dessas informações, a bacia do Córrego do Enxofre foi dividida em quatro setores, sendo eles: Alta Bacia, onde está concentrada a grande maioria das nascentes, sendo dividida em **Alta bacia Oeste** e **Alta Bacia Leste**; **Média Bacia**; e **Baixa bacia**, sendo esta última o setor onde o córrego do Enxofre deságua no rio Piracicaba (Figuras 3 e 4):

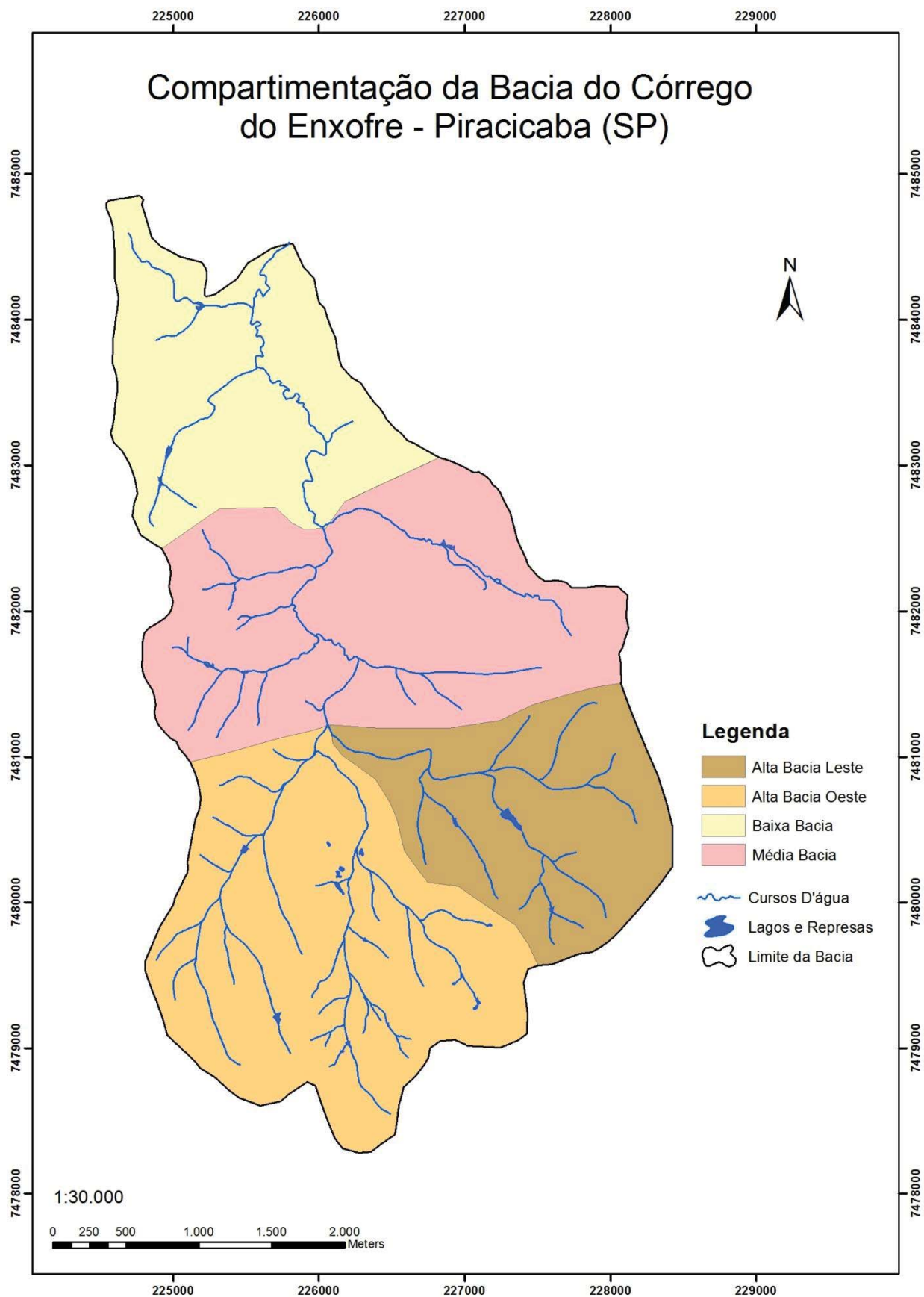


Figura 3 – Compartimentação da bacia do Córrego do Enxofre (SP)
Organização: Pessoa, 2013

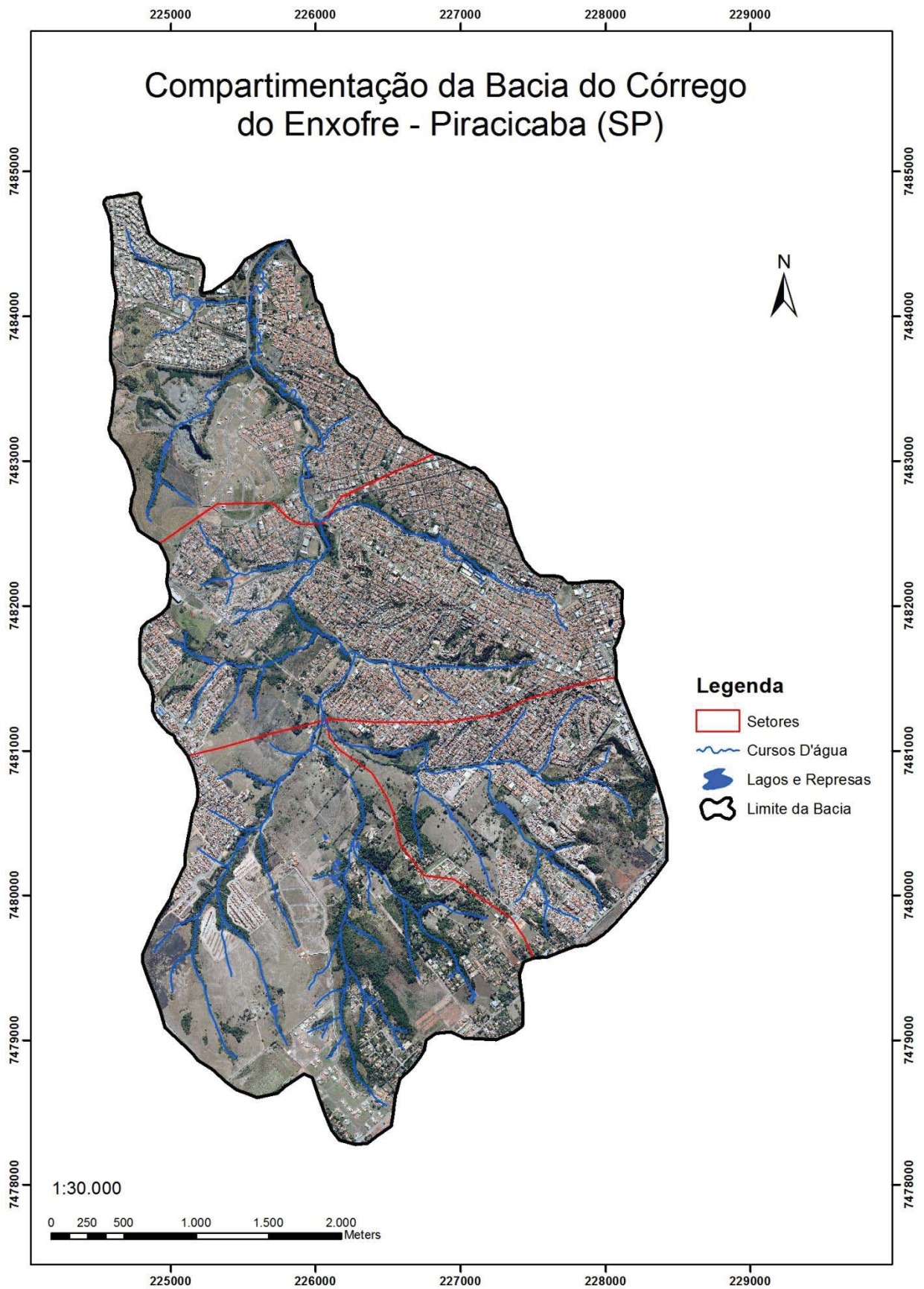


Figura 4 – Compartimentação 2 da bacia do Córrego do Enxofre (SP)
Organização: Pessoa 2013

Em seguida, a análise será feita com base na Carta de Fragilidade da área, através dos níveis de fragilidade de cada setor, sobrepondo-os às atividades desenvolvidas em cada uma dessas áreas, tendo também como item de comparação as cartas elaboradas para o plano diretor do município de Piracicaba que indicam as zonas de ocupação restrita, zonas especiais de interesse ambiental bem como o zoneamento urbano de Piracicaba. Através disso, pretende-se compreender a relação existente entre a ocupação antrópica e os aspectos naturais da área de estudo.

4.1 Análise das Cartas Temáticas

O setor da **Baixa Bacia** é marcado predominantemente por declives menos acentuados (6 -| 12%) havendo porém, declives mais acentuados (Anexo 1) em áreas mais próximas às nascentes, o que configura-se como fragilidade alta. Porém, do ponto de vista dos setores de fragilidade (Anexo 2), o setor da baixa bacia é bem heterogêneo, apresentando áreas onde a dimensão interfluvial é baixa (varia de 450 -| 650m) e o grau de entalhamento dos canais varia, principalmente entre 31 -| 69m (fragilidade média a alta).

Do ponto de vista morfológico (Anexo 2), o setor da baixa bacia possui alguns canais de primeira ordem bem entalhados, sendo que os canais principais possuem fundo plano. A grande maioria dos topos são convexos ou planos, havendo presença de cavas de mineração formando grandes degraus, além de resíduos de mineração dispostos em montes, que acabam por deformar a topografia do local. Os terraços agrícolas encontram-se dispostos no entorno das cavas de mineração e próximos aos lagos.

Em alguns pontos dos canais de primeira ordem, é possível observar que houve retificação além de presença de urbanização em áreas que deveriam ser de proteção permanente (APP) (Anexo 3). No entorno do canal principal, existem fragmentos contínuos de vegetação que sofrem uma interrupção abrupta conforme se aproxima do **setor da média bacia**, bem como ao redor dos lagos principais próximos ao local de mineração. As áreas urbanizadas e destinadas à futura urbanização ocupam a maior parte do setor

da baixa bacia, sendo as pastagens e locais destinados à agricultura concentrados apenas na porção oeste do mesmo. O tipo de solo que predomina neste setor da baixa bacia é o Latossolo Vermelho (Figura 2), caracterizado por fragilidade baixa, existindo, porém grandes manchas de Nitossolos Vermelho, de fragilidade média, ambos profundos e bem desenvolvidos. Nota-se também uma faixa de Cambissolo Háptico (com fragilidade alta), que acompanha a margem direita do canal principal, sendo esse um solo pouco desenvolvido e com baixa permeabilidade por ser pouco profundo e possuir grandes quantidades de silte, o que o torna mais propenso à erosão (como a formação de sulcos) quando existem, por exemplo, as enxurradas.

A **Média Bacia** é marcada por declives mais baixos (Anexo 1), assim como a baixa bacia (6 -| 12%), porém, localmente, de forma restrita do ponto de vista espacial, ocorre declividade mais alta que nos demais locais do resto da bacia. As áreas com declividades mais acentuadas encontram-se concentradas na margem direita do canal principal, onde as vertentes encontram-se mais irregulares. Nota-se que os vales são bem encaixados, salvo apenas o canal principal, onde se observa áreas de planície. O grau de entalhamento predominante é alto ($\geq 70\text{m}$) (Anexo 2) e as distâncias interfluviais médias variam de média a alta (300 a 100m), existindo, porém, valores mais baixos nas áreas de morros com topos aplainados na borda oeste, leste e em um ponto isolado afastado da margem direita do canal principal, cujos valores de entalhamento dos canais é $\leq 30\text{m}$ (fragilidade baixa) e dimensão interfluvial $>650\text{m}$ (fragilidade muito baixa).

Do ponto de vista geomorfológico (Anexo 2), é possível notar a presença de várias rupturas abruptas no relevo e a presença de topos aplainados. Grande parte do canal principal possui fundo plano sendo alguns canais de primeira ordem bem entalhados, e em alguns locais onde a drenagem adentra a área urbana, esta encontra-se canalizada. Neste setor da bacia é possível encontrar cultivos de pequeno porte e áreas de pastagens (Anexo 3) que coexistem com pequenas manchas de vegetação, as quais, em grande parte, acompanham os canais fluviais.

O tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho (Figura 2), com pouca diferenciação entre seus horizontes, configurando-se no solo mais resistente à erosão, sendo este caracterizado por baixa fragilidade.

Os setores da alta bacia foram divididos em leste e oeste devido ao tamanho de suas áreas e por serem distintos do ponto de vista de uso e ocupação da terra. Assim, o setor da **Alta Bacia Oeste** apresenta declividades semelhantes as dos outros setores (maior parte entre 6 -| 12%) (Anexo 1) com valores mais altos nas áreas de nascentes e de canais de primeira ordem. Dentre todos os setores que dividem a bacia, este é o que possui maior quantidade de canais de primeira ordem bem como de lagos/represas. O grau de entalhamento dos canais e a dimensão interfluvial variam entre fragilidade alta e muito alta (50 - 69m e ≥ 70 m para o grau de entalhamento e 160 -| 300 e ≤ 100 para a dimensão interfluvial) (Anexo 2). Os pontos com valores mais baixos de fragilidade encontram-se associados aos topos aplainados na borda oeste do setor.

Assim como a média bacia, apresenta várias rupturas topográficas (Figura 6) sendo uma delas de grande extensão. Segundo Paschoal, Cunha e Tomazini (2010, p. 7), “as rupturas topográficas marcam a evolução da vertente, ou seja, evidenciam que ao longo da vertente há um processo erosivo diferenciado; estas rupturas podem ter sua origem em fatores naturais, (...) ou então podem estar atrelados ao tipo de ocupação da terra empregado pelo homem”. Todas as rupturas mapeadas possuem presença de ocupação antrópica em suas bordas bem como presença de cursos d’água.

É bem evidente que nesse setor, a expansão urbana encontra-se em evolução, uma vez que podemos encontrar diversos loteamentos e grupos habitacionais em construção (Anexo 3). É também o setor que possui maior quantidade de área de pastagens e cobertura vegetal.

Do ponto de vista dos solos (Figura 2), há predomínio dos Latossolos Vermelhos na porção central e nas áreas de nascentes observa-se a presença de Nitossolo vermelho, solo associado à rochas basálticas e ultra basálticas e que, quando não se encontram em áreas de relevo acidentado, são propícios à uso agrícola e pastoril.

Por fim, o setor da **Alta Bacia Leste** possui predomínio de declividades baixas (Anexo 1), sendo que os valores maiores encontram-se distribuídos no entorno das nascentes. O grau de entalhamento predominante dos canais (Anexo 2) varia de 31 – 49m (grau de entalhamento médio) a ≥ 70 m (alto) e a dimensão interfluvial é alta, variando de 160 -| 130m. Os valores mais baixos encontram-se nas bordas do setor, sendo esses ≤ 30 m para o grau de entalhamento (fraco) e >650 m para a dimensão interfluvial (muito fraco).

Quanto à geomorfologia (Anexo 2), o setor apresenta grande extensão de vales encaixados, além de canais retinizados. Assim como a Alta Bacia Leste, também apresenta rupturas topográficas que se encontram inteiramente inseridas no meio urbano. Verifica-se presença de topos planos nas bordas do setor bem como vertentes mais inclinadas próximas a esses.

É uma área onde o avanço da urbanização também se encontra em evolução (Anexo 3), e é nítida a presença marcante de pastos em meio a construções. Grande parte da vegetação ao longo dos cursos d'água foi retirada, restando apenas pequenas manchas distribuídas ao longo de sua extensão. Quanto aos solos (Figura 2), a distribuição dos mesmos é semelhante à Alta Bacia Oeste, onde os Nitossolos Vermelhos ocupam as bordas do setor e os Latossolos Vermelhos a porção central.

De uma maneira geral, a bacia do Córrego do Enxofre possui declividades baixas, sendo os pontos mais altos associados à vertentes mais íngremes.

4.2 A Fragilidade da Bacia

A carta de Fragilidade da bacia do Córrego do Enxofre (Anexo 4), levando-se em consideração as classes propostas por Ross (1994), as quais variam de 1 a 5 (do mais fraco para o mais forte), demonstrou que a bacia não possui áreas com fragilidade muito baixa. Toda a extensão da bacia está enquadrada entre as classes 2 a 5, ou seja, do baixo até muito alto. Os locais em que existem níveis de fragilidade mais altos são nas áreas de acumulação de planície e terraço (Aptf) e áreas de nascentes.

Nota-se, que a maior parte dos locais onde a fragilidade é mais baixa (classe 2), são os que possuem presença de vegetação e os que se encontram em área de topos mais planos. Ross (1994) aponta que, locais onde existem topos planos ou ligeiramente convexos, com drenagem de fraco entalhamento e declividades entre 5% e 10% irão apresentar fragilidades mais baixas, sendo o que se observa na carta de fragilidade da bacia do Córrego do Enxofre. As áreas onde as declividades são maiores, a fragilidade é maior devido aos riscos de deslizamentos ou escorregamentos, assim como da erosão laminar e linear.

As áreas onde existem grandes extensões de pasto ou de área urbana apresentaram índices de fragilidades médios a altos, e o local onde foi instalada a atividade mineradora, índices altos a muito altos.

De uma maneira geral, toda a extensão da bacia possui poucos locais onde a fragilidade é baixa, e, portanto, passíveis de ocupação. Este fato não corresponde ao observado através das fotografias aéreas, já que a urbanização na bacia é bem intensa, havendo poucos locais onde essa ainda não ocorreu.

Em se tratando de urbanização, levando em consideração o Plano Diretor do município de Piracicaba, a cidade foi dividida em nove zonas urbanas (Anexo 5), a saber:

- I – Zona de Adensamento Prioritário (ZAP)
- II – Zona de Ocupação Restrita (ZOR)
- III – Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA)
- IV – Zona de Adensamento Secundário (ZAS)
- V – Zona de Ocupação Controlada por Infraestrutura (ZOCIE)
- VI – Zona de Ocupação Controlada por Fragilidade Ambiental (ZOCFA)
- VII – Zona Especial de Interesse da Paisagem Construída (ZEIPC)
- VIII – Zona Especial Industrial (ZEI)

IX – Zona Especial Aeroportuária (ZEA)

Todas as zonas têm como objetivo, segundo o artigo 34 do Plano Diretor de 2006, p.12:

I – Incentivar, coibir ou qualificar a ocupação, compatibilizando a capacidade de infraestrutura e a proteção do meio ambiente;

II – A contenção da expansão da área urbana que acarrete degradação socioambiental;

III – A minimização dos custos de implantação, manutenção e otimização da infraestrutura urbana e serviços públicos essenciais;

IV – Ordenar o processo de expansão territorial e o desenvolvimento do município”.

Para a análise da fragilidade na bacia, consideram-se as zonas de adensamento prioritário (ZAP), zona de ocupação restrita (ZOR), zona especial de interesse ambiental (ZEIA), e zona de adensamento secundário (ZAS). De acordo com o Plano Diretor de 2006:

- Zona de Adensamento Prioritário (ZAP): Art. 36. “É a região mais consolidada da cidade que não apresenta fragilidade ambiental e possui as melhores condições de infraestrutura (água e esgoto), acesso, transporte, lazer, educação e cultura.” (PIRACICABA, 2006, p. 13)

- Zona de Ocupação Controlada por Fragilidade Ambiental (ZOCFA): Art. 49. “(...) é composta por áreas do território que embora possuam condições de infraestrutura, apresentam fragilidades ambientais, como solo sujeito a altos índices de erosão, não recomendável para o adensamento populacional.” (PIRACICABA, 2006, p.16)

- Zona de Ocupação Restrita (ZOR): Art. 53. “(...) é composta por áreas do território com infraestrutura deficitária e apresentam fragilidade ambiental, com alta declividade, altos índices de erosão do solo e forte presença de recursos hídricos.” (PIRACICABA, 2006, p. 17)

- Zona Especial de Interesse da Paisagem Construída (ZEIPC): Art. 59.
 “(...) é constituída por porções do território que possuem ocupação consolidada, predominantemente, por uso residencial, de serviços e comércio de apoio à moradia, não sendo permitido o uso industrial, devendo ser observadas, ainda, de forma integral, as restrições particulares dos loteamentos, registradas na Serventia Imobiliária competente.”
 (PIRACICABA, 2006, p. 19)

De acordo com o mapa de Zoneamento Urbano de Piracicaba (Anexo 5), a bacia do Córrego do Enxofre, encontra-se inserida nas zonas ZEIPC 13, ZAP 1 e ZOCFA 2, ou seja, na zona especial de interesse da paisagem construída, zona de adensamento prioritário e apenas uma pequena área a leste da bacia sendo zona de ocupação controlada por fragilidade ambiental.

Ao analisar o Zoneamento Urbano do Plano Diretor de Piracicaba, nota-se que a maior parte da área da bacia encontra-se sob a zona de adensamento prioritário, enquanto a segunda maior parte sob a zona especial de interesse da paisagem construída. Comparando essas zonas com a carta de fragilidade da bacia do Córrego do Enxofre (Anexo 4), constata-se que existem classificações preocupantes por parte do zoneamento, uma vez que toda a bacia encontra-se classificada com média e alta fragilidade (classes 3 e 4).

Nas áreas de acumulação de planície e terraço (Apt) existe um adensamento urbano bem intenso nas áreas mais próximas do encontro do córrego do Enxofre com o rio Piracicaba. Essa região, segundo a carta de fragilidade possui os maiores valores de fragilidade (classe 4 e 5), e de acordo com o zoneamento urbano de Piracicaba, é classificada apenas como zona especial de interesse da paisagem construída, que de acordo com o Artigo 59, Subseção I do Plano Diretor de Piracicaba, p. 19:

“(...) ZEIPC é constituída por porções do território que possuem ocupação consolidada, predominantemente, por uso residencial, de serviços e comércio de apoio à moradia, não sendo permitido o uso industrial, devendo ser observada ainda, de forma integral, as restrições particulares dos loteamentos, registradas na Serventia Imobiliária competente.”
 (PIRACICABA, 2006)

Além de ser uma área de acumulação, é também marcada pela presença de Cambissolos, que possuem fragilidade alta.

Outra área que possui fragilidades altas segundo a carta de fragilidade da bacia, é a classificada como ZAP 1, ou seja, Zona de Adensamento Prioritário, que se localiza à margem direita do córrego do Enxofre. Nesta região, marcada majoritariamente por Latossolos Vermelhos, observa-se presença de rupturas abruptas, grande quantidade de canais temporários o que pode acarretar em enxurradas em períodos chuvosos e consequentemente à erosão mais acelerada, com possível formação de sulcos erosivos. As áreas onde a fragilidade é menor se concentram nos topos de morros mais planos.

O setor classificado como ZOCFA ocupa apenas uma pequena parte ao extremo oeste da margem esquerda do córrego do Enxofre, local que possui vários topos de morros aplainados, porém, grande quantidade de pasto, presença de atividade mineradora, e pouca vegetação nas margens dos cursos d'água. Mesmo com esses pontos, existe ocupação antrópica, e diversos indícios de que esta se encontra em expansão.

Se a carta de fragilidade fosse determinante para a “administração” da ocupação antrópica, o cenário deveria ser diferente do observado atualmente. O Gráfico 1 demonstra a presença de todas as variáveis mapeadas na carta de uso e ocupação da terra, e a área urbana é a que ocupa a maior parcela da área total da bacia e o pasto é a segunda variável.

Segundo a classificação da fragilidade das variáveis de uso e ocupação da terra elaborada por Silveira (2009), adaptada de Ross (1990 e 1991) (Tabela 3), as áreas urbanizadas possuem grau de proteção média, portanto, média fragilidade, sendo que as áreas urbanizadas sem infraestrutura, grau de proteção baixa, portanto, alta fragilidade:

GRAUS DE PROTEÇÃO	TIPOS DE COBERTURA
1 – Muito alta	Matas
2 – Alta	
3 – Média	Pasto Sujo; Áreas Construídas; Áreas Urbanizadas; Áreas Verdes Urbanas; Áreas Alagadas.
4 – Baixa	Pastagem; Silvicultura; Culturas de Ciclo Longo; Áreas Urbanizadas sem Infra-estrutura; Indústrias.
5 – Muito baixa	Solo exposto; Cobertura Herbácea Urbana e Peri-urbana; Mineração; Cana-de-açúcar; Cultura de Ciclo Curto.

Tabela 3- Graus de Proteção de acordo com o tipo de cobertura. FONTE: SILVEIRA (2009)

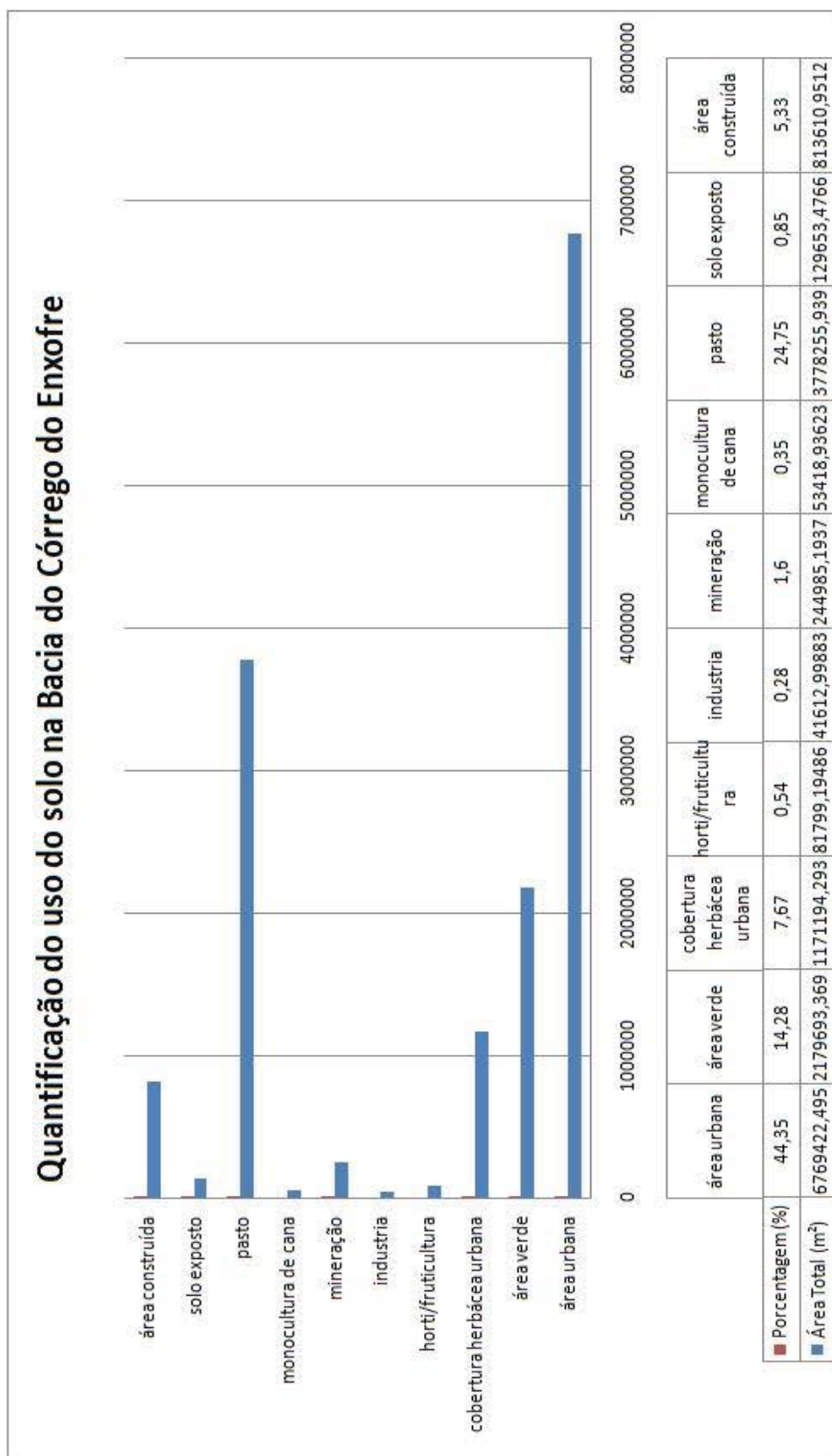


Gráfico 1 – Quantificação do uso e ocupação da Terra da bacia do Córrego do Enxofre – Piracicaba (SP)
Organização: Pessoa, 2013

Dessa maneira, a presença de grandes áreas urbanizadas em uma bacia que possui níveis de fragilidade mais elevados ocasiona em problemas de equilíbrio e conseqüentemente, uma série de problemas sociais.

5. Considerações Finais

Através do estudo dos produtos cartográficos obtidos no decorrer da pesquisa, utilizando a abordagem sistêmica, juntamente com a bibliografia elaborada por Ross (1990, 1994) e Silveira (2009), foi possível fazer um diagnostico da fragilidade potencial da área da bacia do Córrego do Enxofre.

A carta de declividade (Anexo 1) possibilitou a análise do grau de inclinação das vertentes através das classes estipuladas (em porcentagem) com base na metodologia de Ross (1994). Essa variável é de grande importância para a análise dos processos que atuam sob as vertentes, oferecendo subsídios para a tomada de decisão sobre as melhores áreas a serem ocupadas pelo homem.

A carta de solos (Figura 2) possibilitou localizar as áreas mais suscetíveis a processos erosivos intensos, enquanto que a carta geomorfológica de detalhe (Anexo 2) possibilitou a visualização das formas presentes na bacia, como concavidades, rupturas topográficas, terraços agrícolas, e outras feições resultantes da ação antrópica, que auxiliam no planejamento da ocupação do meio natural.

O mapeamento do uso e ocupação da terra (Anexo 3) forneceu um panorama detalhado das interferências antrópicas de superfície, complementando as informações das demais cartas elaboradas.

Através das informações de todas as cartas, foi possível constatar que a bacia do Córrego do Enxofre possui declividade baixa na maior parte de sua área, existindo pontos com declividades maiores em áreas de nascentes e onde existem rupturas topográficas. A maior parte da bacia possui dimensão

interfluvial com alta fragilidade e grau de entalhamento com fragilidade muito alta.

A maior parte da bacia é composta pelos Latossolos Vermelhos que apresentam baixa fragilidade, e mais da metade é ocupada pela área urbana.

Utilizando as cartas elaboradas, a fragilidade potencial da bacia do Córrego do Enxofre (Anexo 4) pode ser gerada, demonstrando que a bacia possui graus elevados de fragilidade, sendo a maior parte de classe 3 (média) e em áreas de acumulação (Aptf) fragilidade 4 (alta).

O plano diretor do município classifica a área da bacia como zona de adensamento prioritário, zona especial de interesse da paisagem construída e apenas uma pequena parte sendo zona de ocupação controlada por fragilidade ambiental. Isso demonstra o quanto a carta de fragilidade potencial de uma área é ferramenta importante para a tomada de decisão levando-se em conta a ocupação antrópica em áreas naturais. Devem ser levadas em consideração todas as variáveis necessárias para garantir um diagnóstico completo. Segundo Ross (2005, p.1): “O mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições”.

Tendo em vista que o objetivo inicial da pesquisa era de avaliar os aspectos físicos que compõe o terreno sobre o qual se assenta a área urbana de Piracicaba para identificar os setores que apresentam maior fragilidade potencial, conclui-se que os resultados obtidos forneceram subsídios para a classificação da fragilidade potencial da área de estudo, podendo auxiliar na compreensão dos processos de ocupação e os possíveis impactos que podem causar no meio natural e social.

6. Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A.N. A Depressão Periférica Paulista: Um Setor das Águas de Circundesnudação Pós-Cretácea na Bacia do Paraná. **Geomorfologia**, São Paulo, n 15, p. 1-42, 1969.
- ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geológico**. São Paulo, n 41, p. 167-263, 1964
- 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.
- COLTRI, P.P. **Influência do Uso e Cobertura do solo no Clima de Piracicaba, São Paulo: Análise de Séries Históricas, Ilhas de Calor e Técnicas de Sensoriamento Remoto**. 2006. Tese de Mestrado para a obtenção de título de Mestre em Agronomia. 2006. Esalq – USP, Piracicaba, 2006.
- CUNHA, C.M.L; QUEIROZ, D.S. **A Cartografia Geomorfológica de Detalhe: Uma Proposta visando à Multidisciplinaridade**. Climep, Rio Claro (SP), vol 7, n 2, p 22, 2012.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF. 2006
- IAC – INSTITUTO AGRÔNOMICO DE CAMPINAS. **Carta Pedológica Semi-Detalhada 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. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=353870>. Acesso: 15 de Julho de 2014.
- IGG, INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Folha Geológica de Piracicaba** (SF 23-M 300), escala 1:100.000, 1966.
- 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.
- PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L., 2010. **Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP**. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia. Recife, p:1-13. 2010.
- PENTEADO, M.M. **Geomorfologia do Setor Centro-Occidental da Depressão Periférica**. São Paulo, IGEO/USP, 1976. (Série Teses e Monografias, n 22).
- PIRACICABA, Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba. **Lei Complementar nº 186, de 10 de Outubro de 2006**. Disponível em: www.ipplap.com.br/docs/plano_diretor_camarapdf. Acesso: 23 de Outubro de 2014.
- ROSS, J.L.S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Ed. Contexto, 1990.

_____. **Geografia do Brasil**. São Paulo, 2005, Edusp.

_____. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63 -74, 1994.

ROSS, J.L.S; KAWAKUBO, F.S; MORATO, R.G; CAMPOS, K.C; LUCHINARI,A. Caracterização Empírica da Fragilidade Ambiental utilizando Geoprocessamento. **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia, INPE, p. 2203-2210, 2005.

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

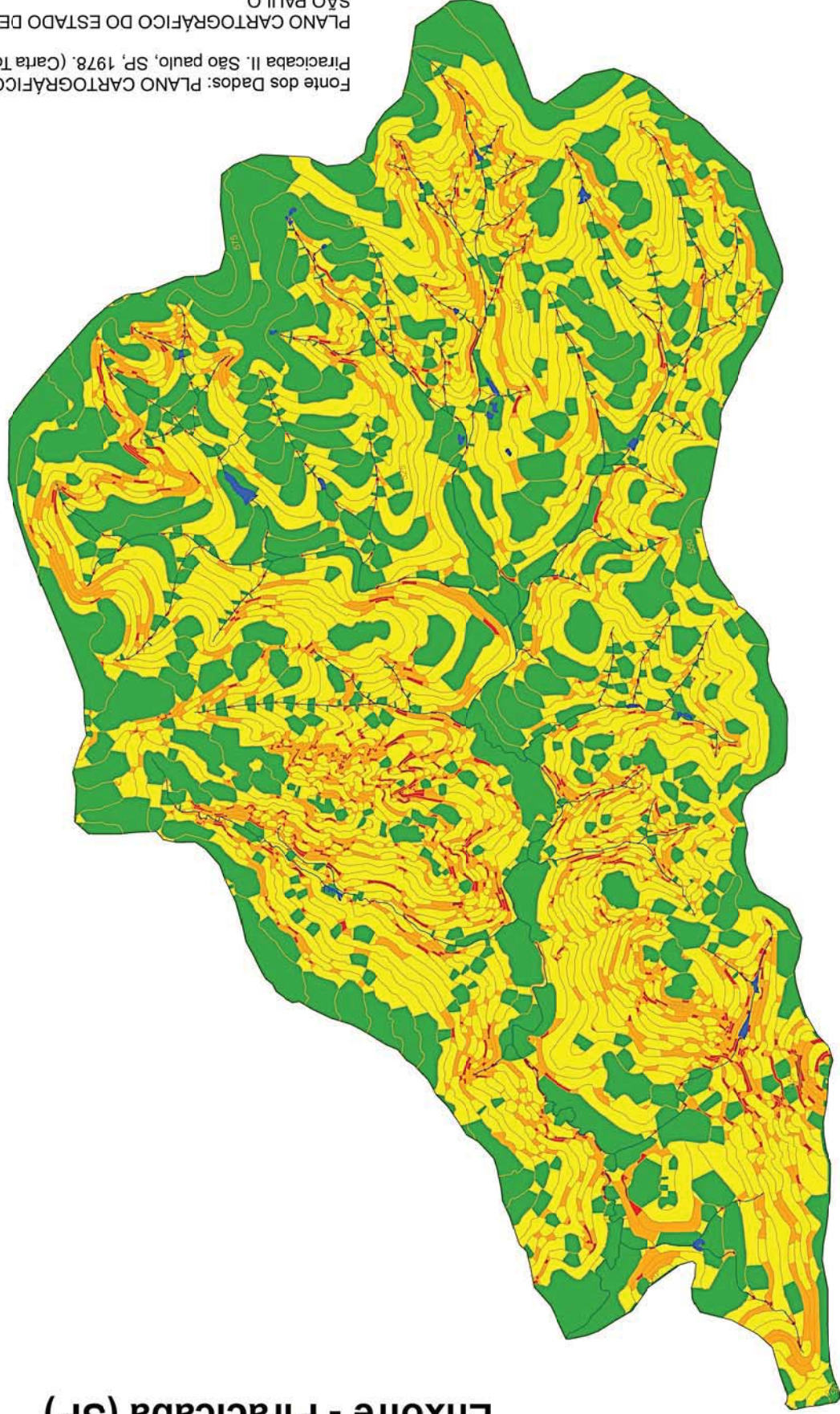
SILVEIRA, A. **Análise Geomorfológica e de Uso da Terra da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto (SP): Subsídio ao Planejamento Ambiental**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, 2007.

SILVEIRA, **Diagnóstico Ambiental do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP): Uma abordagem Geográfica**. 2009. Tese de Mestrado pelo Programa de Pós – Graduação em Geografia, Unesp, 2009.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica - SUPREN, 1977.

7. Anexos

Carta de Declividade da Bacia do Córrego do Enxofre - Piracicaba (SP)



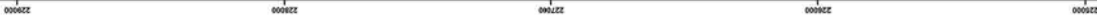
Fonte dos Dados: PLANO CARTOGRAFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Piracicaba II, São paulo, SP, 1978. (Carta Topográfica. Escala 1:10.000)
PLANO CARTOGRAFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Piracicaba III, São Paulo, SP, 1979. (Carta Topográfica. Escala 1:10.000)

Elaboração: Livia Pessanha Pessoa
Orientação: Prof. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator)
Referência Horizontal: Córrego Alegre
Meridiano central: 45°
Fuso: 23

1:10.000

0 500 1.000 2.000 metros



Elaboração: Livia Pessanha Pessoa
Orientação: Profa. Dra. Genira Maria Lupinacci da Cunha

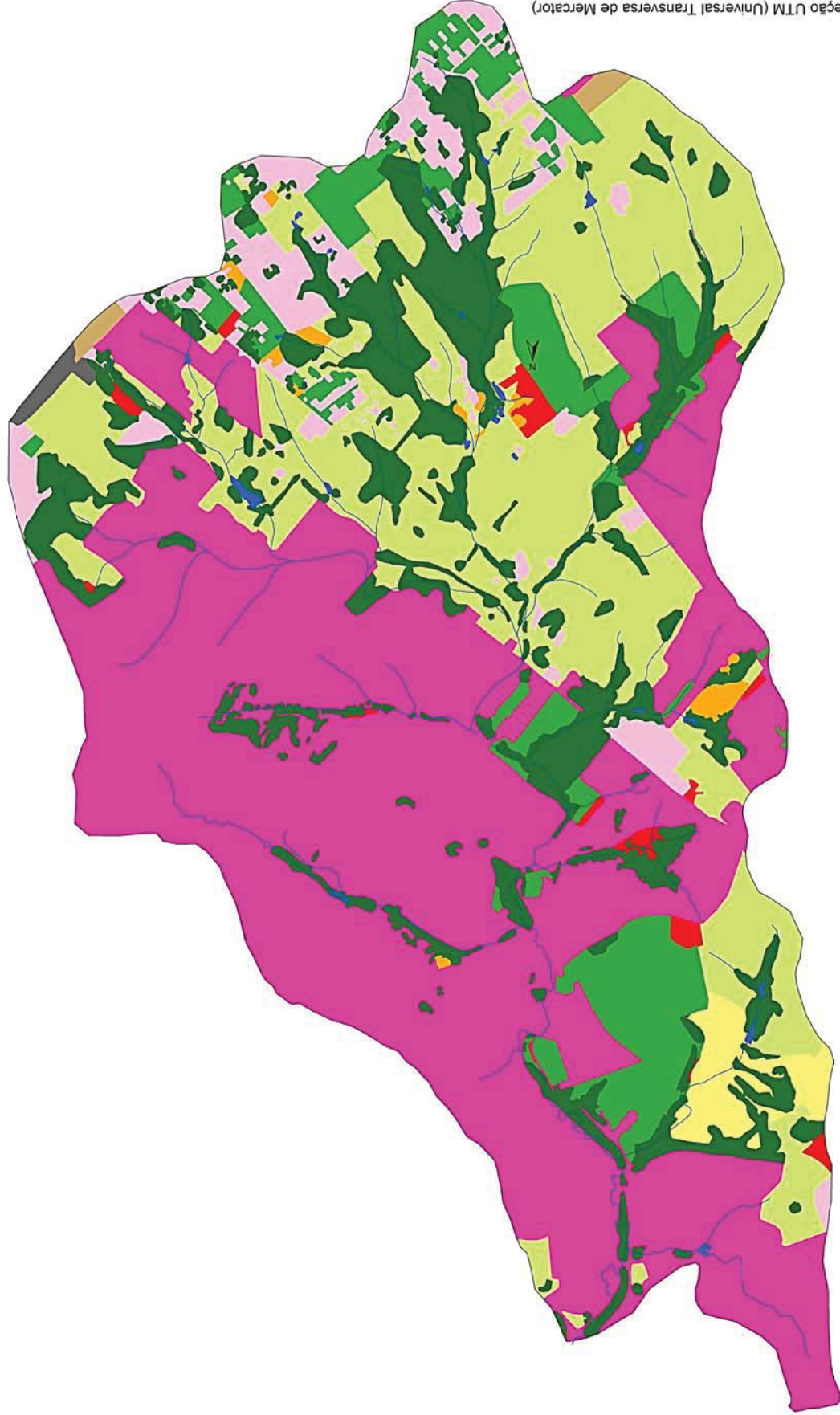
Convenções Cartográficas

	Curso D'água
	Curva de Nível
	Limite da Bacia

[illegible]

Carta de Uso e Ocupação da terra da Bacia do córrego do Enxofre - Piracicaba (SP)

- Classes**
- Área Verde
 - Indústria
 - Área Construída
 - Pasto
 - Mineração
 - Cana de Açúcar
 - Horti/Fruticultura
 - Cobertura Herbácea Urbana
 - Solo Exposto
 - Área Urbanizada
- Convenções Cartográficas**
- Limite da Bacia
 - Lagos e Represas
 - Curso D'água



Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator)
Referência Horizontal: Córrego Alegre
Meridiano Central: 45° Fuso: 23 S

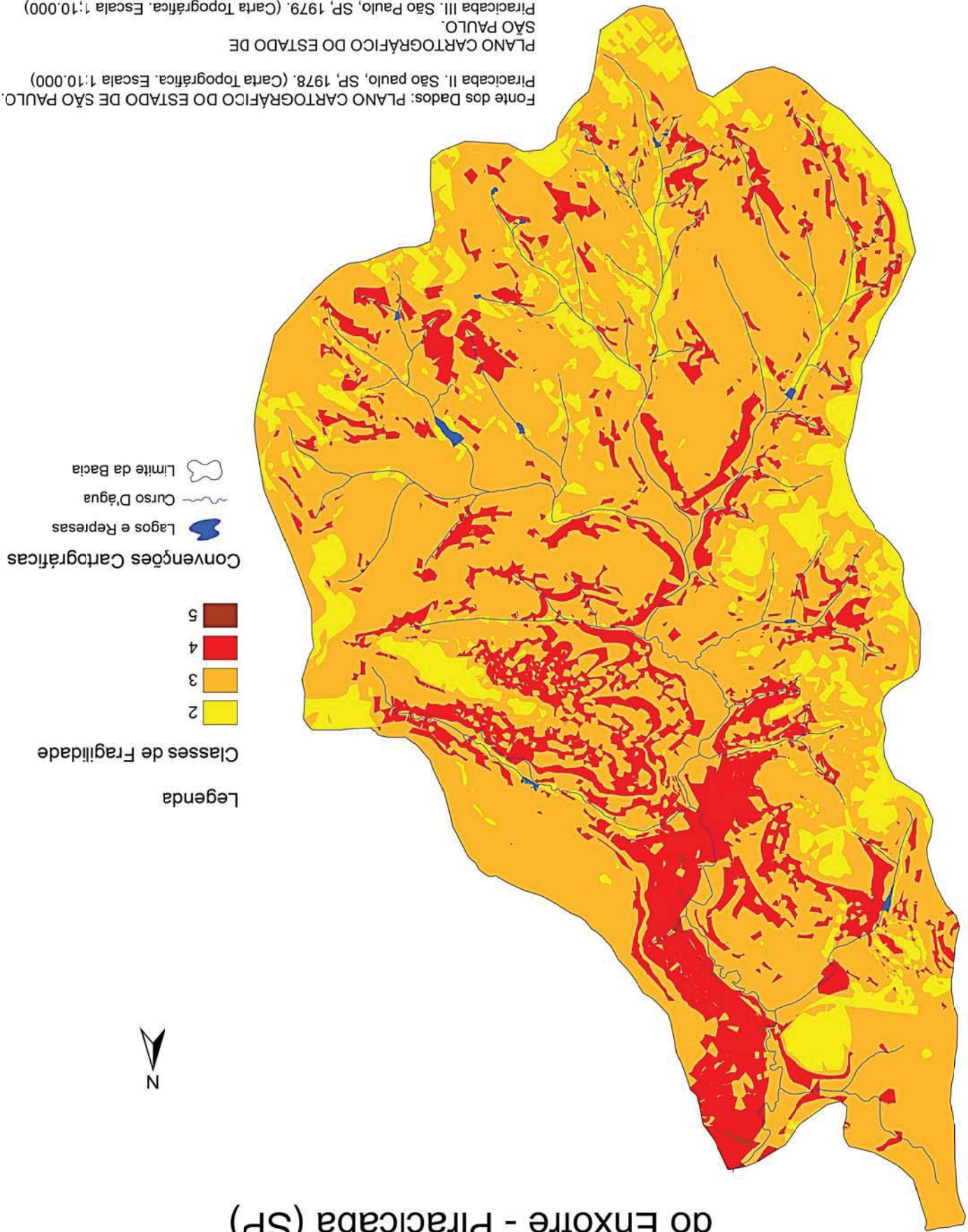
1:10.000

0 250 500 1.000
Metros

Elaboração: Livia Pessanha Pessoa
Orientação: Cenira Maia Lupinacci da Cunha

Fonte: EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO - EMPLASA
Ortofotos SF-23-Y-A-IV-2-SO e SF-23-Y-A-IV-4-NO, São Paulo (SP), 2010/2011

Fragilidade Natural da bacia do Córrego do Enxofre - Piracicaba (SP)



Projção UTM (Universal Transversa de Mercator)
Referência Horizontal: Córrego Alegre
Fuso: 23 S

1:10.000

0 500 1.000 2.000
Metros

Elaboração: Livia Pessanha Pessoa
Orientação: Prof. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Fonte dos Dados: PLANO CARTOGRAFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Piracicaba II. São paulo, SP, 1978. (Carta Topográfica. Escala 1:10.000)
PLANO CARTOGRAFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Piracicaba III. São Paulo, SP, 1979. (Carta Topográfica. Escala 1:10.000)
EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO - EMPLASA, SF-23-Y-A-IV-2-SO e SF-23-Y-A-IV-4-NO. São Paulo, SP, 2010/11 (Ortofotos)

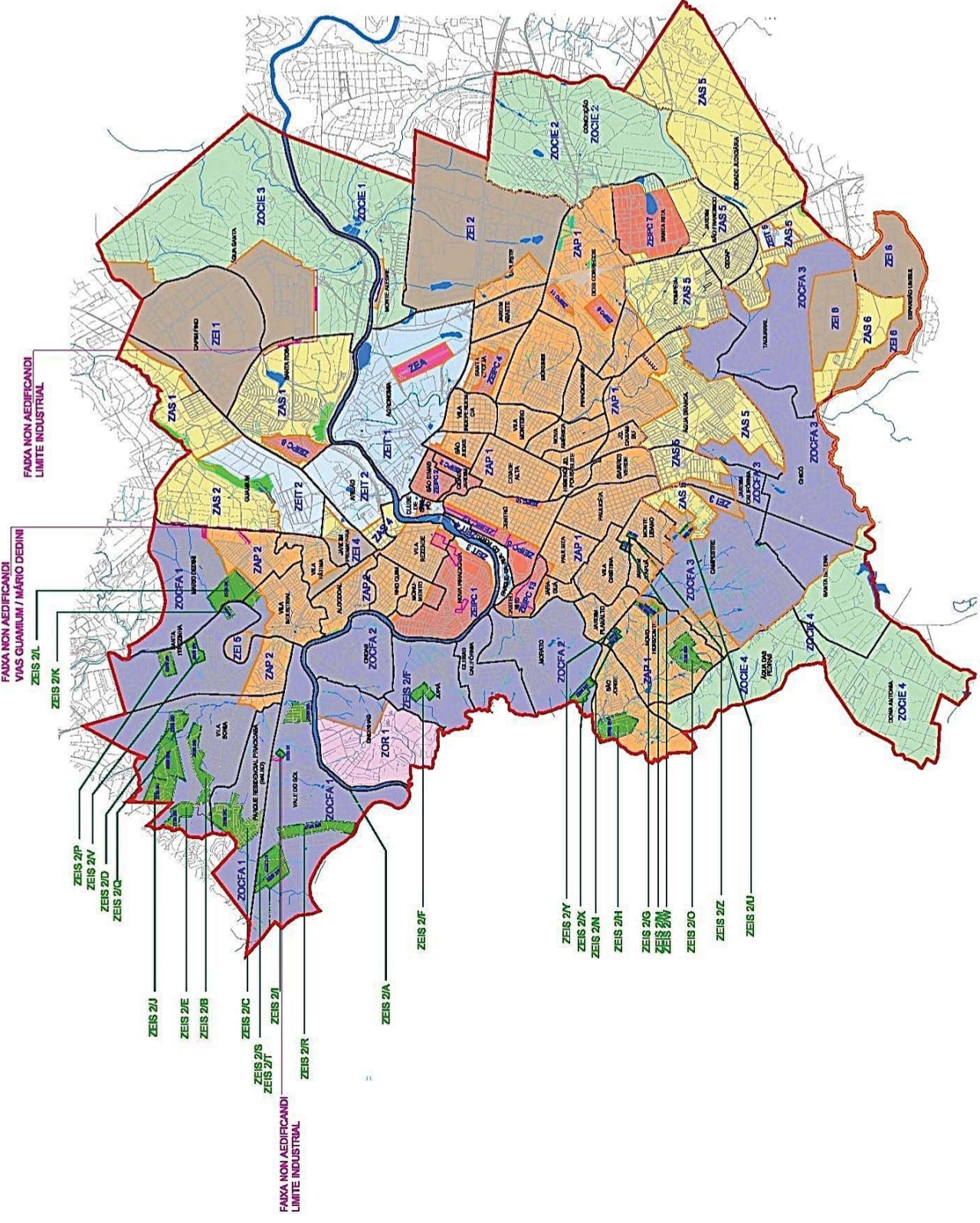


Divisão da Macrozona Urbana Distrito Sede do Município de Praticaba

Anexo I
Data: abril/2014
Escala: 1:50.000

Base cartográfica elaborada a partir de
levantamento feito pelo IBGE - 2002

IPPLAP
INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PRATICABA



Legenda:

- Zona de Adensamento Prioritário - ZAP
- Zona de Adensamento Secundário - ZAS
- Zona de Ocupação Restrita - ZOR
- Zona de Ocupação Controlada por Infraestrutura - ZOCIE
- Zona Especial de Interesse Social - ZEIS
- Zona Especial de Interesse da Paisagem Construída - ZOEI
- Zona Especial Industrial - ZEIP
- Zona Especial Institucional - ZEIT
- Zona Especial Aeroportuária - ZEA
- Zona de Ocupação Controlada por Fragilidade Ambiental - ZOCFA
- Faixas não edificáveis - FAIXA NON AEDIFICANDI
- Perímetro Urbano