



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - RIO CLARO



ECOLOGIA

ISABELLA CRUZ FAGUNDES

**CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DO
MUNICÍPIO DE IPEÚNA - SP**



Rio Claro
2011

ISABELLA CRUZ FAGUNDES

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE IPEÚNA -
SP

Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Ecólogo

Rio Claro
2011

551.4a81 Fagundes, Isabella Cruz
F156c Caracterização fisiográfica do município de Ipeúna - SP /
Isabella Cruz Fagundes. - Rio Claro : [s.n.], 2011
83 f. : il., figs., quadros + mapa

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ecologia) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Rio Claro

Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda

1. Geomorfologia – Brasil. 2. Fisiografia. 3.
Fotointerpretação. 4. Análise fisiográfica. 5. Evolução da
paisagem. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Dedico este trabalho à minha mãe, Mary.

AGRADECIMENTOS

Sou grata à minha família, Mã, Pai, Má e Rafa, todos mestres para mim.

Agradeço à FAPESP, que tornou possível a realização deste trabalho.

Agradeço ao Professor Jairo pela possibilidade de importantes discussões, que me fizeram crescer como pessoa e profissional. Obrigada também a todos seus orientados, que de alguma forma, me orientaram também.

Obrigada amigos queridos da família Ecologia e agregados, sei que sentirei muita falta dos que estão longe, que de alguma forma serão sempre presentes! Alguns dos amigos farão parte de minha vida para sempre, assim eu espero! Amo muito vocês!

Obrigada aos amigos antigos de colégio, que compartilharam comigo suas experiências e crescimentos no decorrer de suas faculdades.

"As regras da natureza não podem ser contornadas. Elas são impessoais e implacáveis. Mas é com ela que jogamos. Ao aceitar o desafio da natureza e entrar no jogo, embarcamos numa emocionante viagem ao sabor do vento, cujos benefícios serão proporcionais ao tempo e empenho que lhe dedicamos - o menor deles será chegar aos 80 anos e ainda conseguir amarrar os próprios sapatos, e o maior, a oportunidade de provar a essência da vida em si." B. K. S. Iyengar

RESUMO

A ocupação humana desordenada e sem planejamento pode resultar em impactos ambientais como esgotamento do solo, perda de cobertura vegetal, erosão e perda de solo, assoreamento de leitos fluviais, contaminação das águas (superficiais e profundas), entre outros. Estas conseqüências estão presentes também no município de Ipeúna-SP, onde predominam as pastagens e o cultivo de cana-de-açúcar. Este quadro atual mostra a necessidade de se desenvolver estudos e levantamentos que contemplem diversos fatores ambientais (bióticos e abióticos) básicos para o entendimento das características, potencialidades e fragilidades da área, possíveis de subsidiar o planejamento e a gestão do uso da terra e adequar a utilização dos recursos naturais disponíveis com conservação do meio ambiente. O estudo da fisiografia permite a caracterização e classificação das paisagens terrestres levando em consideração os fatores formadores destas paisagens (clima atual e passado, hidrologia, geologia, geomorfologia e indiretamente aspectos bióticos) e as relações (processos) que os afetam. Desta forma, o objetivo da pesquisa foi investigar as características fisiográficas do município de Ipeúna-SP e, assim, contribuir para o melhor conhecimento dos aspectos do meio físico. Para atingir o objetivo foram realizadas as técnicas de interpretação de fotografias aéreas em escala 1:25.000, geoprocessamento e levantamentos de campo. A sistemática de trabalho adotada se resume a duas etapas: I) diagnóstico zero e; II) análise fisiográfica. O resultado final é o Mapa Fisiográfico em escala 1:50.000. A análise fisiográfica permitiu identificar e compreender os processos endógenos e exógenos que atuam e atuaram na evolução paisagem. O município de Ipeúna-SP é caracterizado por paisagens policíclicas de origem aluvial, coluvial/aluvial e estrutural. A subdivisão das paisagens em unidades menores evidenciou a presença de subpaisagens do tipo planície de inundação e terraço para as paisagens aluviais e; topos e taludes para as paisagens coluviais/aluviais e estruturais.

Palavras-chave: fotointerpretação, análise fisiográfica, evolução da paisagem.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Localização do município de Ipeúna-SP.....	10
Figura 2: Síntese das etapas de trabalho.....	13
Figura 3: Estrutura piramidal de hierarquização da paisagem pelo método da Análise Fisiográfica.....	15
Figura 4: Distribuição espacial das “três Bacias do Paraná” durante o Siluriano/Devoniano, Carbonífero/Permiano e Jurássico/Cretáceo. FONTE: Zalán et al. (1990).....	19
Figura 5: Diagrama em roseta das extensões de lineamentos, obtido a partir de levantamentos aeromagnetométricos na bacia. FONTE: Zalán et al. (1990).....	20
Figura 6: Coluna Litoestratigráfica da Bacia do Paraná. FONTE: Milani et al. (1994).....	23
Figura 7: Mapa de unidades litoestratigráficas do município de Ipeúna-SP. Adaptado de Sousa (1997).....	24
Figura 8: Afloramentos da Formação Tatuí no centro-leste paulista. FONTE: ASSINE et al., 2003.....	27
Figura 9: Perfil da Formação Rio Claro, Cava Mineração Mandu (Ajapi-SP). FONTE: Ferreira (2005).....	35
Figura 10: Mapa Geomorfológico do município de Ipeúna-SP, escala 1:500.000. Adaptado de Ross & Moroz (1997).....	37
Figura 11: Perfil de direção E-W da Depressão Periférica Paulista, esquematizando as superfícies e os níveis de aplainamento sugeridos por Penteadó (1968).....	38
Figura 12: Rede hidrográfica do município de Ipeúna com destaque aos rios principais.....	42
Figura 13: Área da região de Ipeúna do Mapa Pedológico do estado de São Paulo realizado por Oliveira et al. (1999), em escala 1:500.000.....	44
Figura 14: Mapa de Coberturas de Alteração Intempérica da Quadrícula São Carlos, compilado de Volkmer (1993).....	46
Figura 15: Distribuição da disponibilidade hídrica da região do Planalto Ocidental (A) e da Depressão Periférica (B) paulistas, período de 1974 a 1990. FONTE: Jiménez-Rueda (1993).....	50
Figura 16: Mapa de uso e ocupação do solo. FONTE: Valente (2001).....	52
Figura 17: Mapa de uso e ocupação do solo de Ipeúna. FONTE: Rodrigues (2009).....	54
Figura 18: Limites da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá que estão dentro da Bacia do Rio Corumbataí. FONTE: IPEF (2002).....	54
Figura 19: Pontos de assoreamento do Rio Passa Cinco-SP. FONTE: Zoratto (2009).....	55

Figura 20: Mapa de Localização dos Atrativos Turísticos em Ipeúna. FONTE: Rodrigues (2009).....	58
Figura 21: Mapa Fisiográfico do município de Ipeúna-SP, representando as paisagens fisiográficas.....	60
Figura 22: Paisagens representativas da unidade da Planície de Inundação do Rio Passa Cinco. A) vale encaixado em trecho do Rio Passa Cinco; B) presença de cascalhos na planície do Rio Passa Cinco; C) presença de areia grossa na planície do Rio Passa Cinco; D) assimetria das margens do Rio Passa Cinco.....	62
Figura 23: Trecho do Planalto baixo 1 (P2) representando a densidade textural baixa e tonalidade em níveis de cinza claro.....	64
Figura 24: Materiais representativos da paisagem Planalto baixo 1. A) perfil de Cambissolo típico dos topos; B e C) rocha alterada da Formação Corumbataí.....	66
Figura 25: Paisagens representativas do Planalto baixo1. A e B) material depositado por paleocanal.....	66
Figura 26: A) material lotossólico sobre rocha alterada da Formação Corumbataí; B) perfil de Latossolo, típico da unidade que representa o Planalto baixo 2.....	67
Figura 27: Paisagens representantes do Planalto médio. A) talude comum da paisagem Planalto médio: convexos na parte superior e côncavos na inferior; B) rocha alterada da Formação Corumbataí; C) rocha alterada da Formação Pirambóia; D) perfil de topo do Planalto médio, com evidências de antigo ambiente aluvial nos horizontes superficiais e rocha alterada da Formação Pirambóia nos horizontes profundos.....	68
Figura 28: Paisagens representativas do Planalto alto. A) visão de topo plano, suavemente convexo, típico do Planalto alto; B) rocha estratificada alterada da Formação Botucatu, comum nos taludes do Planalto alto; C) depósito colúvio/aluvial de seixos m linha sobre rocha alterada da Formação Botucatu.....	70
Figura 29: Paisagens representativas do planalto muito baixo. A) talude côncavo, comum nessas paisagens; B) rocha aflorante da Formação Itararé; C) rocha alterada da Formação Tatuí.....	72
Figura 30: Paisagens representativas do Planalto muito alto. A) visão do grande desnível que caracteriza a feição de cuesta; B e C) taludes retilíneos gerados por processos erosivos severos, e abaixo deles os leques coalescentes ou taludes côncavos; D) solo litólico formado por baalto, típico dessa paisagem.....	73

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1: Uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Corumbataí. FONTE: Valente (2001).....	52
Quadro 2: Uso e cobertura do solo nas duas sub-bacias onde está inserida Ipeúna, dentro da Bacia do Rio Corumbataí-SP. FONTE: Valente (2001).....	53
Quadro 3: Organização hierárquica das unidades fisiográficas do município de Ipeúna-SP.....	59

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo geral.....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1. Diagnóstico Zero.....	13
3.2. Análise Fisiográfica.....	14
3.3. Levantamento de Campo.....	16
4. DIAGNÓSTICO ZERO.....	17
4.1. Geologia.....	17
4.1.1. Grupo Itararé Indiviso.....	24
4.1.2. Formação Tatuí.....	26
4.1.3. Formação Irati.....	28
4.1.4. Formação Corumbataí.....	29
4.1.5. Formação Pirambóia.....	30
4.1.6. Formação Botucatu.....	31
4.1.7. Formação Serra Geral.....	32
4.1.8. Formação Itaqueri.....	33
4.1.9. Formação Rio Claro.....	34
4.1.10. Coberturas Quaternárias.....	36
4.2. Geomorfologia regional.....	36
4.2.1. Superfícies de Cimeira.....	39
4.2.2. Superfície Intermediária.....	39
4.2.3. Superfícies Interplanálticas.....	40
4.2.4. Baixos níveis.....	41
4.3. Hidrografia.....	41
4.4. Pedologia.....	43
4.4.1. Coberturas de Alteração Intempérica (CAI).....	45
4.5. Clima.....	48
4.6. Vegetação e Uso da Terra.....	51
5. RESULTADO E DISCUSSÕES.....	58
5.1. Paisagem Aluvial.....	61
5.1.1. Planície de Inundação do Rio Passa Cinco (A1).....	61
5.1.2. Planície de Inundação do Rio Cabeças (A2).....	62
5.1.3. Planície de Inundação do Rio Corumbataí (A3).....	62
5.2. Paisagem Coluvial/Aluvial.....	63
5.2.1. Planalto baixo1 (P2).....	63
5.2.2. Planalto baixo2 (P3).....	67
5.2.3. Planalto médio (P4).....	67
5.2.4. Planalto alto (P5).....	69
5.3. Paisagem Estrutural.....	71
5.3.1. Planalto muito baixo (P1).....	71
5.3.2. Planalto muito alto (P6).....	72
6. CONCLUSÕES.....	74
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
8. ANEXOS.....	82
8.1. Anexo 1.....	82
8.2. Anexo 2.....	83

1. INTRODUÇÃO

O homem vem ocupando e substituindo paisagens naturais por áreas urbanas e agrícolas, entrecortando-as por rodovias, dutos ou linhas de transmissão. Tais atividades humanas se desenvolvem sobre os solos e quando aplicadas de maneira desordenada interferem nas relações e dinâmicas naturais da paisagem, resultando em impactos ambientais como esgotamento do solo, perda de cobertura vegetal, erosão e perda de solo, assoreamento de leitos fluviais, contaminação das águas (superficiais e profundas), perda de biodiversidade entre outros.

Este quadro atual mostra a necessidade de se desenvolver estudos acerca das características, potencialidades e fragilidades da área, ou seja, levantamentos que contemplem diversos fatores ambientais - bióticos e abióticos -, para subsidiar ações sustentáveis de ordenação e monitoramento do espaço.

Medeiros e Câmara (2001) lembraram que o conceito de *desenvolvimento sustentado*, consagrado na Rio-92, estabelece que as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos, a curto, médio e longo prazo. Desta forma, quanto maior for o conhecimento sobre a área e seus aspectos ambientais, mais adequada será a utilização dos recursos naturais disponíveis (SHIMBO & JIMÉNEZ-RUEDA, 2007), pois o estudo da organização do espaço permite determinar como uma ação se insere na dinâmica natural do meio. Torna-se, portanto, viável corrigir certos aspectos desfavoráveis e facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece (TRICART, 1977), podendo aliar ocupação antrópica à conservação do meio ambiente.

O entendimento dos elementos do meio físico e suas inter-relações são indispensáveis em estudos de impacto ambiental, zoneamentos geoambientais, Plano Diretor Municipal, planos de manejo, estratégias de conservação, projetos de aptidão agrícola, de engenharia, de recursos hídricos, de proteção ambiental, de expansão urbana e outros planos e políticas estratégicas que visem ao uso racional e sustentável dos recursos naturais (MORAES & JIMÉNEZ-RUEDA, 2008).

Na área do município de Ipeúna (SP), localizado na Bacia do Rio Corumbataí, foram realizados diversos estudos do meio físico, como geologia (SOUSA, 1997 e 2002); formações superficiais (OKA-FIORI, 1987; MELO, 1995); geomorfologia (PENTEADO, 1968;

FACINCANI, 2000) e cobertura pedológica (PRADO *et al.* 1981; OLIVEIRA & PRADO, 1989; VOLKMER, 1993). Entretanto, esses estudos não tiveram como objetivo estudar a área integral do município de Ipeúna, pois suas áreas de estudo foram definidas por cartas topográficas ou bacias hidrográficas que quase nunca coincidem com os limites administrativos do município, dificultando a integração desses dados para fins de planejamento municipal.

A falta de estudos que privilegiam a integração dos aspectos do meio físico e que considerem a área administrativa do município de Ipeúna gerou a motivação para a presente pesquisa, que tem como objetivo estudar a fisiografia do município de Ipeúna.

O município de Ipeúna está localizado na porção centro-leste do estado de São Paulo (Figura 1) e faz parte da microrregião de Rio Claro, a qual está inserida na região administrativa de Campinas. Tem Rio Claro como município vizinho a leste, Itirapina e São Pedro a oeste, e Charqueada ao sul. Possui uma superfície de 191 Km² (IBGE, 2010) e está inserido inteiramente na Bacia do Rio Corumbataí. A principal via de acesso é a rodovia SP-191, que corta o município e o liga a Rio Claro.

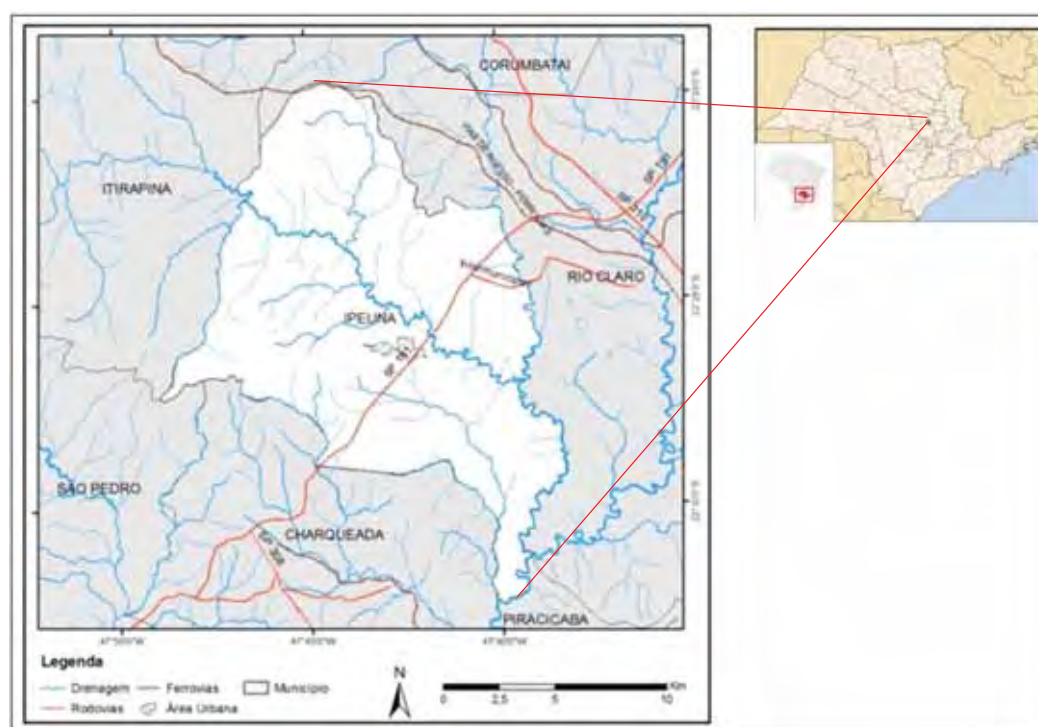


Figura 1: Localização do município de Ipeúna-SP.

Para contextualizar o município de Ipeúna, segue abaixo um breve histórico de sua formação e ocupação. O princípio da ocupação na região do município de Ipeúna se deu no século XVIII, quando ocorria a crise da economia do açúcar devido à concorrência com o produto oriundo das Antilhas, que desencadeou o advento das Bandeiras rumo ao interior da colônia em busca de gemas e metais preciosos. As bandeiras com destino a Cuiabá foram responsáveis pela formação do primeiro povoado na região, o de Piracicaba, em 1766, seguido pelo de Rio Claro em 1800. Posteriormente, em 1890 formou-se o povoado de Ipeúna (FILISSETTI, 2000), atualmente um município com 5.164 habitantes (IBGE, 2010). O advento, em 1876, do ramal férreo Campinas - Rio Claro, da Cia Paulista de Vias Férreas e Fluviais foi o catalisador do processo de ocupação na região, que se caracterizou principalmente pelo cultivo de café (DINIZ, 1984). Nas últimas décadas, a intensificação do uso dos solos foi caracterizada principalmente por plantio de cana-de-açúcar, abertura de áreas para pastagem e expansão urbana.

Tal processo desconsiderou a fragilidade das terras e tem causado sérios problemas ambientais, como o exemplo do município de Águas de São Pedro, onde se percebe que o uso e ocupação por pastagens em áreas de Neossolos Quartzarênicos resultaram na exposição dos solos e nos processos de erosão dos mesmos, provocando a formação de voçorocas de grandes dimensões (QUARESMA & PEREZ FILHO, 2006) e o conseqüente comprometimento das moradias nos arredores.

Na sub-bacia do Rio Corumbataí, onde se insere o município de Ipeúna, o elevado nível de desmatamento e fragmentação florestal resultou em remanescentes de apenas 11,11% de floresta e 1,25% de cerrado originais, quase que restritos somente a terrenos muito declivosos e trechos isolados de mata ciliar (VALENTE & VETTORAZZI, 2002).

Visto quão necessária é a realização de pesquisas com o objetivo de compreender as propriedades e características do meio físico que sirvam de base para indicar uso e ocupação mais racionais, foi aplicado o método de análise fisiográfica como ferramenta para compreender os aspectos das paisagens de Ipeúna, SP, inclusive formação, distribuição e caracterização dos solos que as compõem.

A análise fisiográfica procura compartimentar o terreno, classificando-o em unidades hierárquicas onde os processos endogenéticos e exogenéticos ocorridos apresentam alto grau de semelhança e sincronia. Tais unidades são classificadas através da análise integrada das formas do relevo, grau de dissecação, hipsometria, declividade, quebra do relevo, drenagem, comportamento estrutural, vegetação natural e processos pedogenéticos (SHIMBO & JIMÉNEZ-RUEDA, 2007). Cada unidade fisiográfica possui uma fisionomia reconhecível e

diferenciável das adjacentes, na qual se espera uma morfogênese específica e certa homogeneidade pedológica (SOUZA & JIMENÉZ-RUEDA, 2007).

Segundo Vedovello (2000), a utilização de critérios de compartimentação baseados na origem geomórfica comum apóia-se no princípio de que terrenos com aspectos fisiográficos e histórias tectônica e climática similares, deveriam apresentar comportamento semelhante.

A fisiografia, apesar de ser estreitamente relacionada com a geomorfologia, é mais abrangente que esta, pois estuda não apenas a litosfera e as origens, formas e idades do relevo, mas também a hidrosfera, a atmosfera e a biosfera (VILOTTA, 2005). Segundo Goosen (1968), a fisiografia corresponde à geografia de solos, pois enfoca o estudo das características externas das paisagens e a influência que elas exercem sobre as características internas ou pedológicas das mesmas.

O Estudo Fisiográfico tem como objetivo compreender e relacionar as características externas (geoformas) e internas (solos) das paisagens, considerando para isso aspectos de geologia, climas passado e atual, hidrografia, geomorfologia e, indiretamente, aspectos bióticos - incluindo a atividade humana (VILOTTA 1992). A descrição, classificação e correlação das paisagens terrestres, características de certos processos fisiográficos, poderá, então, conduzir ao reconhecimento de padrões de solo (GOOSEN, 1968).

O princípio básico da fisiografia é a existência de uma relação direta entre as propriedades externas de uma paisagem e suas características internas, expressas nos perfis de solos (BARBOSA et al., 2005). Portanto, trata do entendimento dos processos envolvidos na gênese e evolução das paisagens que, por sua vez, permite conhecer as características internas dos solos existentes, considerando que os mesmos são registros e testemunhos de eventos geológicos, geomorfológicos e climáticos ao longo do tempo (BARBOSA et al., 2005; BOTERO, 1978; GOOSEN, 1971; VILLOTTA, 1992 e 2005).

Assim, é possível prever as características pedológicas existentes em um determinado local ao se entender a fisiografia de tais paisagens (BARBOSA et al., 2005). Ao mesmo tempo, a partir dos perfis de solo compreende-se os processos que atuam nas diferentes paisagens, pois ambos são determinados pelos mesmos fatores. Dessa forma, para efetuar um bom estudo pedológico se faz necessário o bom conhecimento da fisiografia do local.

2. OBJETIVOS

2.1. *Objetivo geral*

Realizar a análise fisiográfica: a delimitação e caracterização das unidades fisiográficas, o que tem uma relação direta com os solos presentes no município de Ipeúna-SP.

2.2. *Objetivos específicos*

- Gerar um banco de dados georreferenciado com as informações adquiridas na etapa Diagnóstico Zero e com dados fisiográficos gerados durante a presente pesquisa;

- Identificar e cartografar as unidades da paisagem pelo método da análise fisiográfica;
- Reconhecer e caracterizar os solos relacionados a cada unidade de paisagem;
- Integrar, correlacionar e interpretar os dados gerados, para definir e caracterizar as unidades fisiográficas do município de Ipeúna-SP.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão apresentados e explanados os procedimentos aplicados no trabalho, cujo desenvolvimento está sintetizado no esquema abaixo (Figura 2).

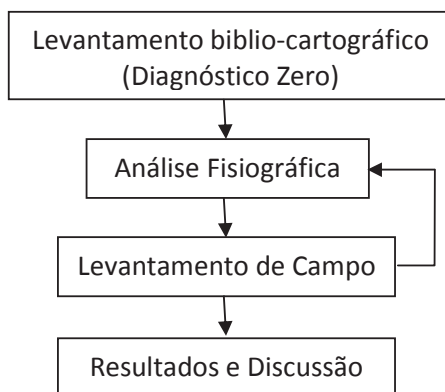


Figura 2 : Síntese das etapas de trabalho.

3.1. **Diagnóstico Zero**

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e cartográfica sobre a área de estudo e sua região, o que permite detectar as características físicas, bióticas e sócio-econômicas ainda não suficientemente conhecidas e reorganizar as informações, homogeneizando as escalas para reduzir as diferenças dos níveis de informação e tornar possível a comparação na escala desejada (1:25.000).

Foram levantados aspectos a respeito da geologia, geomorfologia, hidrografia, pedologia, clima, vegetação e uso da terra, através de artigos científicos, monografias, dissertações, teses e dados de órgãos públicos. As informações cartográficas básicas utilizadas foram as cartas topográficas de Rio Claro, Itirapina e Piracicaba em escala 1:50.000, levantadas pelo IBGE, em 1969, adquiridas em arquivos digitais e georreferenciadas no software ArcGIS 9.3, elaborando-se um mosaico das mesmas.

A fotointerpretação foi aplicada sobre fotografias aéreas em escala 1:25.000 do levantamento de 1972 do IBC, através do uso de estereoscópio de mesa da marca “Wild Heerbrugg”, procurando traçar as unidades de acordo com a escala 1:50.000, apresentada no mapa final.

3.2. Análise Fisiográfica

O método da Análise Fisiográfica foi primeiramente mencionado por Buringh (1954) e posteriormente desenvolvido por diversos pesquisadores, com destaque aos trabalhos de Doeko Goosen, por ser um dos pioneiros a aplicar este método no estudo dos solos tropicais da América do Sul, principalmente em solos colombianos (ex. GOOSEN, 1971); Alfred Zink (ex. ZINK, 1987); Hugo Villota (ex. VILLOTA, 1983), que conjuntamente com Pedro J. Botero trabalharam no desenvolvimento de um sistema de classificação fisiográfica (BOTERO, 1978; VILLOTA, 1992) e; Jairo R. Jiménez-Rueda, pela aplicação deste método em inúmeros estudos e pesquisas dedicadas a compreensão dos solos e paisagens brasileiras, e suas aplicações em projetos de zoneamento e planejamento ambiental (ex. JIMÉNEZ-RUEDA, 1980 e 1993; JIMÉNEZ-RUEDA *et al.*, 1989, 1993 e 1998).

Baseando-se no conceito de que “solos são tanto perfis como paisagens” (USDA, 1951), tal análise parte da identificação e caracterização sistemáticas das geoformas e atributos morfométricos (como dissecação, declividade, drenagem, entre outros), com o apoio dos fundamentos da geomorfologia, porém dentro de um contexto climático específico e buscando sempre a caracterização dos materiais litológicos mais superficiais. Tais elementos do meio permitirão o entendimento das condições de gênese (origem, evolução e composição)

das paisagens e suas geoformas, as quais apresentam estreita associação com os processos pedogênicos, possibilitando o reconhecimento dos solos associados a cada paisagem (VILLOTA, 2005).

Portanto, análise fisiográfica procura compartimentar o terreno, classificando-o em unidades hierárquicas onde os processos endogenéticos e exogenéticos ocorridos apresentam alto grau de semelhança e sincronia e, por isso, certa homogeneidade pedológica. Tal classificação fisiográfica segue um sistema com estrutura piramidal, proposto pelo CIAF (Centro Interamericano de Fotointerpretación) (Figura 3), no qual é possível hierarquizar uma zona qualquer, do geral ao particular, a partir do estabelecimento de seis níveis categóricos: Província Fisiográfica, Unidade Climática, Grande Paisagem, Paisagem, Sub-paisagem e Elementos da Paisagem (VILLOTA, 1992).

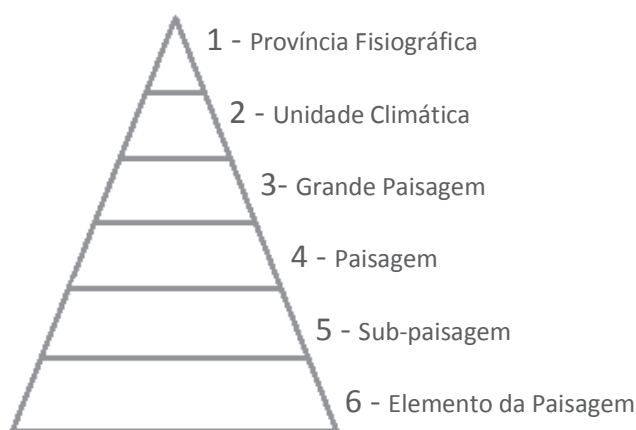


Figura 3: Estrutura piramidal de hierarquização da paisagem pelo método da Análise Fisiográfica.

No vértice estão as estruturas geológicas continentais como o 1º nível categórico, definido como *Província Fisiográfica*. No interior das províncias fisiográficas podem prevalecer uma ou mais *Unidades Climáticas* (2º nível categórico), compreendendo terras onde os condicionantes climáticos (temperatura, precipitação e evaporação) são uniformes. O 3º nível categórico corresponde a unidades genéticas de relevo, denominado de *Grande Paisagem*, que compreende uma associação de paisagens que apresentam parentesco geológico, climático e morfológico, definidos através dos processos endógenos e exógenos que o originaram e distinguíveis em imagens de satélite em levantamentos exploratórios.

No interior das grandes paisagens podem ser identificadas unidades que apresentam condições morfológicas específicas, com alta similaridade entre material superficial, gênese, idade relativa, topografia e clima, que resultam em uma alta homogeneidade pedológica e

potencial de uso da terra. Essas unidades são definidas como *Paisagens Fisiográficas*, inseridas no 4º nível categórico, as quais são as “unidades fundamentais” da análise fisiográfica, pois são essas que determinam o potencial natural da terra. Para a representação cartográfica, Verstappen (1983) propôs cores específicas para as paisagens segundo sua origem, as quais foram utilizadas na apresentação do Mapa Fisiográfico do presente trabalho.

O 5º nível categórico compreende as *Sub-paisagens*, que são divisões das paisagens fisiográficas definidas a partir de unidades básicas das paisagens (ex. várzea, dique marginal, terraço, encosta, topo), relacionadas a processos morfogenéticos ativos. Esse nível hierárquico é utilizado em estudos detalhados, com escalas superiores a 1:100.000, podendo ser espacializado no mapa ou apenas em forma descritiva no texto complementar. O 6º e último nível categórico são os *Elementos da Paisagem*, e deve levar em consideração as formas de relevo e parâmetros morfométricos (ex. altitude relativa, dissecação do terreno, declividade, forma de encosta, drenagem, entre), podendo ser estabelecido apenas em fotografias aéreas de grandes escalas, para levantamentos de detalhe ou ultradetalhe.

A realização dessa etapa contou com fotointerpretação em estereoscópio das fotografias aéreas em escala 1:25.000. Segundo Goosen (1968) e Soares e Fiori (1976), a interpretação de fotos aéreas é o estudo da imagem dos objetos fotografados e a dedução e avaliação de seus significados e funções. Anteriormente às saídas de campo, foi realizada a fotointerpretação inicial das fotografias aéreas e confeccionado um mapa fisiográfico preliminar em escala 1:50.000.

Este reconhecimento preliminar permite determinar a localização dos pontos de maior importância a serem observados. Após o levantamento em campo, se pôde compreender melhor os aspectos fisiográficos observados durante a confecção do mapa preliminar e, assim, reinterpretá-lo e corrigir seus limites onde necessário para a confecção do Mapa Fisiográfico final. É importante constar que foi feita extrapolação dos dados, pois nem todas as unidades fisiográficas puderam ser visitadas. Os dados obtidos na etapa de fotointerpretação foram digitalizados em *scanner* A4, georreferenciados com base nas cartas topográficas do IBGE em escala 1:50.000 e vetorizados através do *software* ArcGIS 9.3. O produto final é apresentado no Anexo 1 com o título “Mapa Fisiográfico do município de Ipeúna-SP”.

3.3. Levantamento de Campo

O trabalho de campo seguiu o roteiro estabelecido com base no mapa fisiográfico preliminar, procurando cobrir todas as unidades fisiográficas, confirmar os limites pré-estabelecidos pela fotointerpretação e detectar possíveis variações na paisagem.

Os perfis foram descritos morfologicamente (cor - Munsell Soil Color Chart (1994) -, profundidade dos horizontes, classe textural, estrutura, consistência, transição, mosqueamento, presença de cutans, nódulos e concreções, entre outros) seguindo recomendações de Lemos e Santos (1996), em afloramentos naturais e cortes de estradas, contando com material convencional em levantamentos de campo (IBGE, 2007), e localizados com o auxílio de GPS.

4. DIAGNÓSTICO ZERO

4.1. Geologia

A área situa-se na borda nordeste da Bacia sedimentar do Paraná, porção centro-leste do estado de São Paulo. Os primeiros estudos sobre a bacia remontam ao séc. XIX, sendo a bacia intracratônica brasileira mais bem estudada, especialmente no que se refere à sua superfície, por conta da ausência vegetacional e dos excelentes afloramentos e de sua localização próxima à região mais desenvolvida do Brasil (ZALÁN *et al.*, 1990).

A Bacia do Paraná, situada completamente sobre a crosta continental, na Plataforma Sul-Americana, desenvolveu-se em seguida à estabilização que sucedeu ao término do Ciclo Brasileiro (700-450 Ma). Tal ciclo orogênico teve natureza compressional e causou intensa deformação e granitogênese, seguidas pelo espessamento da litosfera e um considerável aumento no gradiente geotérmico. Assim, a hipótese da origem da Bacia do Paraná está ligada ao esfriamento do Ciclo Brasileiro, ocorrido entre 500-450 Ma, que provavelmente desencadeou o mecanismo de subsidência e criou a depressão inicial da referida bacia, cujos primeiros sedimentos datam de aproximadamente 440 Ma, logo após o intervalo de tempo citado. Iniciado o processo de sedimentação, o peso dos depósitos associado ao resfriamento induziu a subsidência que acolheu as sequências Siluriana e Devoniana (ZALÁN *et al.*, 1990).

A bacia é preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas, cujas idades variam entre o Siluriano e o Cretáceo. Abrange uma área de cerca de 1.400.000 km², estendendo-se pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. Dois terços da porção brasileira são cobertos por

derrames de lava basáltica e a espessura máxima de rochas sedimentares e vulcânicas gira em torno de 8.000m (ZALÁN *et al.*, 1990).

Os crátons Amazônico e do São Francisco, mantendo-se fora da bacia, desempenharam papel importante na delimitação da Bacia do Paraná no Brasil e no desenvolvimento de arqueamentos e flexuras marginais nas bordas, além de, provavelmente, terem atuado como partes das áreas-fonte supridoras de seus detritos (ALMEIDA, 1981).

O conjunto de rochas que constituem a bacia são resultado de deposições em, no mínimo, três diferentes ambientes tectônicos, ou seja, três fases de subsidência (Figura 4), decorrentes da dinâmica de placas que conduziu a evolução do Gondwana no tempo geológico (ZALÁN *et al.*, 1990). A “primeira bacia” ou primeira fase de subsidência compreende a seqüência Siluriana/Devoniana, depositada num golfo aberto para o proto-Pacífico e seguida da transgressão Devoniana; a “segunda bacia” é a etapa Carbonífero/Permiana, cuja subsidência deve ter origem na sobrecarga das geleiras continentais associada a uma fase de reativação distensional; e a “terceira bacia” comporta a seqüência Triássica/Jurássica/Eo-Cretácica, quando não mais havia mar e a sedimentação se deu em ambiente flúvio-eólico e posterior deserto de dunas, seguido do magmatismo basáltico que foi, provavelmente, o causador da terceira subsidência (ZALÁN *et al.*, 1990).

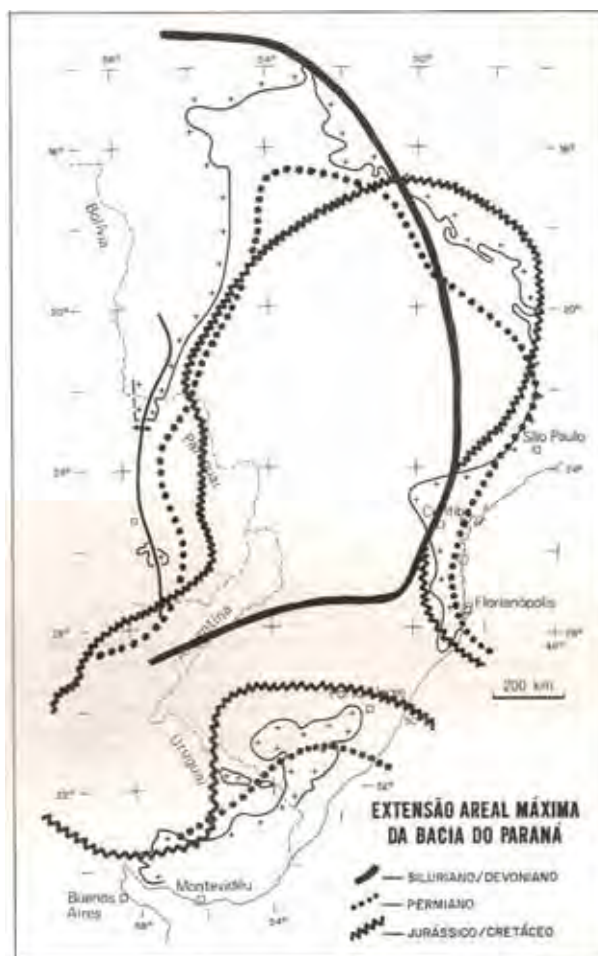


Figura 4: Distribuição espacial das “três Bacias do Paraná” durante o Siluriano/Devoniano, Carbonífero/Permiano e Jurássico/Cretáceo. FONTE: Zalán et al. (1990).

O desenvolvimento estratigráfico-estrutural da bacia foi acentuadamente influenciado por estruturas orientadas a NNE-NE e NW (Figura 5), direções que são antigas e condicionadas pelo embasamento pré-Siluriano. As primeiras predominam a oriente da bacia e a segunda direção é transversal às bordas (Arcos de Ponta Grossa e de Campo Grande e Alinhamento Estrutural de Guapiara). Há ainda os lineamentos EW, que se desenvolveram mais tarde, no início do Triássico, provavelmente relacionados ao desenvolvimento do Atlântico Sul, já que estes são paralelos às zonas de fraturas oceânicas (ALMEIDA, 1981). Os principais estilos estruturais presentes na bacia são deformações associadas às intrusões ígneas básicas e as associadas às reativações dos grandes lineamentos, que consistem de estruturas em flor, dobras e falhas reversas escalonadas ou grandes falhas normais. Assim, há um surpreendente número de zonas de fraqueza pré-existentes, partindo o embasamento em centenas de megablocos, blocos e sub-blocos que sofreram movimentações tanto verticais

quanto horizontais e, mesmo não terem sido de grande escala, influenciaram mudanças e distribuições de fácies sedimentares, bem como originaram deformações localizadas (ZALÁN et al., 1990).

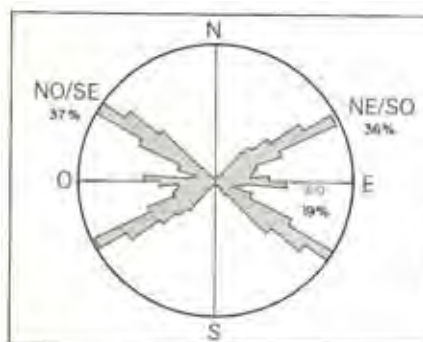


Figura 5: Diagrama em roseta das extensões de lineamentos, obtido a partir de levantamentos aeromagnetométricos na bacia. FONTE: Zalán et al. (1990).

No nordeste da bacia, onde está localizada a área de estudo, as falhas existentes agiram sobre as unidades litoestratigráficas, distribuindo-as na forma de blocos soerguidos e abatidos, permitindo assim, que unidades mais jovens aflorem ao lado de unidades mais antigas, havendo inclinação das camadas de pequeno porte e com mergulhos de 2° a 5° (SOUSA, 2002).

Fagundes et al. (2010) associou informações de feições anômalas, topografia e traços de junta para obter o panorama da erodibilidade da área que abrange a quadrícula São Carlos-SP e constatou a forte influência tectônica na área onde se situa Ipeúna. Este local apresentou alta densidade de traços de junta; Zonas de Variação de Máximo 1 e 2 e cruzamento das mesmas; feições anômalas Baixo Estrutural em Baixo Topográfico e Baixo Estrutural em Alto Topográfico; e linhas de forma truncadas, características que definiram a erodibilidade da área como muito alta.

Segundo Zalán et al. (1990), o limite na borda nordeste da bacia aparenta ser de natureza erosional, sem maior atividade tectônica. Tal autor defende que o estilo estrutural que prevalece em bacias intracratônicas se limita às reativações de falhamentos do embasamento, distantes de causarem grandes distúrbios. Riccomini et al. (1991) e Sousa (2002) caracterizaram a atividade tectônica que resultou em altos estruturais no flanco nordeste da Bacia do Paraná, no estado de São Paulo, onde está situado o município de Ipeúna. Dentre estas feições na Bacia do Paraná, destaca-se para a região de Ipeúna, o alto estrutural de Pitanga, localizado ao sul do referido município. A caracterização tectônica

permite rastrear a evolução do campo de esforços das falhas e relacioná-las à geração e deformação dos depósitos sedimentares (SOUSA, 2002).

O mapa geológico de detalhe da região do alto estrutural de Pitanga foi elaborado por Andrade e Soares (1971 apud SOUSA, 2002) durante levantamentos geológicos na região de Rio Claro e Piracicaba. Tais autores verificaram a relação do alçamento das camadas mais antigas com o sistema de falhas Rio das Pedras-Piracicaba-Ipeúna de direção aproximada N10°W e sistema de falhas Passa Cinco-Cabeça, direcionado N45°W, definindo a estrutura de Pitanga.

O sistema de falhas Passa Cinco-Cabeça é considerado o mais importante dentro da estrutura de Pitanga e apresenta cerca de sete falhas que ocorrem ao longo do Rio Passa Cinco até seu cruzamento com os rios da Cabeça e Corumbataí, falhas estas responsáveis pelo abatimento relativo do bloco NE e soerguimento relativo do bloco SW, sendo algumas delas preenchidas por rochas básicas que não são afetadas por elas, indicando que as falhas já existiam quando do desenvolvimento da Formação Serra Geral. Neste sistema há evidências de atividade neotectônica, as quais provavelmente promoveram a reorganização da drenagem, sugerida pelas anomalias de drenagem do tipo capturas, longos trechos retilíneos, deflexões e assimetria dos rios, meandros abandonados, vales suspensos, escarpas, facetas trapezoidais, entre outros (SOUSA, 2002).

Sousa (1997) reconheceu pelo menos três etapas para o desenvolvimento das falhas formadoras da Estrutura de Pitanga, sendo a primeira delas marcada por falhas normais apontando para distensão aproximada E-W, que coincidem com a origem dos desnivelamentos do relevo atual. A segunda é marcada por falhas sindeposicionais à Formação Rio Claro - e provavelmente responsáveis pela deposição de seus sedimentos - com indicação de tectônica distensiva de direção NW-SE; e a terceira é marcada por falhas inversas e transcorrentes, de direção NW-SE, que deformaram a Formação Rio Claro.

Sousa (2002) elaborou um mapa de lineamentos da área que compreende as folhas topográficas de Rio Claro, Piracicaba, Capivari, Itirapina, São Pedro e Laras, e observou que a direção NW-SE é a mais expressiva, sendo menos freqüente a orientação NE-SW. Segundo a autora, os lineamentos E-W na porção Norte, próximos de Ipeúna, controlam fortemente os principais desnivelamentos altimétricos do relevo, bem como as principais frentes de dissecação fluvial da região, tendo influências na esculturação das serras de São Pedro, Itaqueri e adjacências.

Este quadro está associado às atividades tectônicas que ocorreram no Brasil a partir do Mioceno Superior, relacionadas a um regime transcorrente vinculado à rotação da Placa Sul Americana para Oeste (HASUI, 1990).

Quanto à estratigrafia da bacia, consiste basicamente de cinco sequências deposicionais principais, que variam do Ordoviciano ao Cretáceo, sendo o preenchimento da bacia predominantemente siliciclástico e capeado por derrames de lavas basálticas. A primeira coluna estratigráfica da bacia foi estabelecida por White, seguida de inúmeras outras propostas (ZALÁN *et al.*, 1990).

A área de estudo apresenta rochas de idades que variam desde o Permo-Carbonífero (Grupo Itararé, Formações Tatuí, Irati e Corumbataí) até o Cretáceo superior, incluindo os derrames de rochas básicas (Formações Pirambóia, Botucatu, Serra Geral e Itaqueri) e ainda os sedimentos neoceno-zóicos (Formação Rio Claro e coberturas associadas, e aluviões) (Figura 6). As unidades litoestratigráficas tomadas como base para o desenvolvimento do presente trabalho referem-se ao mapeamento de Sousa (1997), em escala 1:100.000 (Figura 7). Tal mapeamento foi escolhido, dentre inúmeros outros, como Mezzalira (1966) junto ao IGG em escala 1:100.000, Bistrichi *et al.* (1981) junto ao IPT em escala 1:500.000, RADAMBRASIL (BRASIL, 1983) em escala 1:1000.000, Melo (1995) em escala 1:250.000 e outros, por apresentar maior nível de detalhamento, em função de ter sido desenvolvido mediante a análise e interpretação de fotos aéreas em escala 1:25.000.

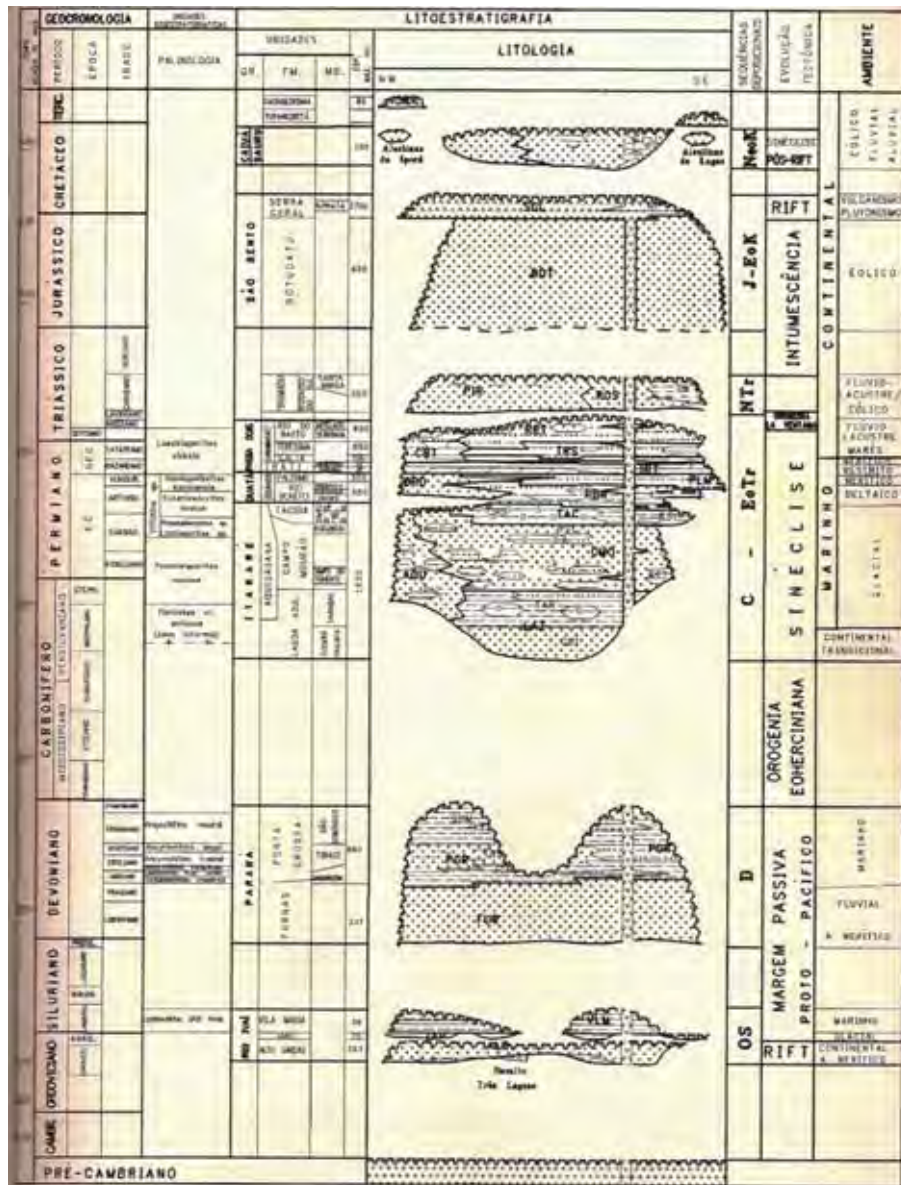


Figura 6: Coluna Litoestratigráfica da Bacia do Paraná. FONTE: Milani et al. (1994).

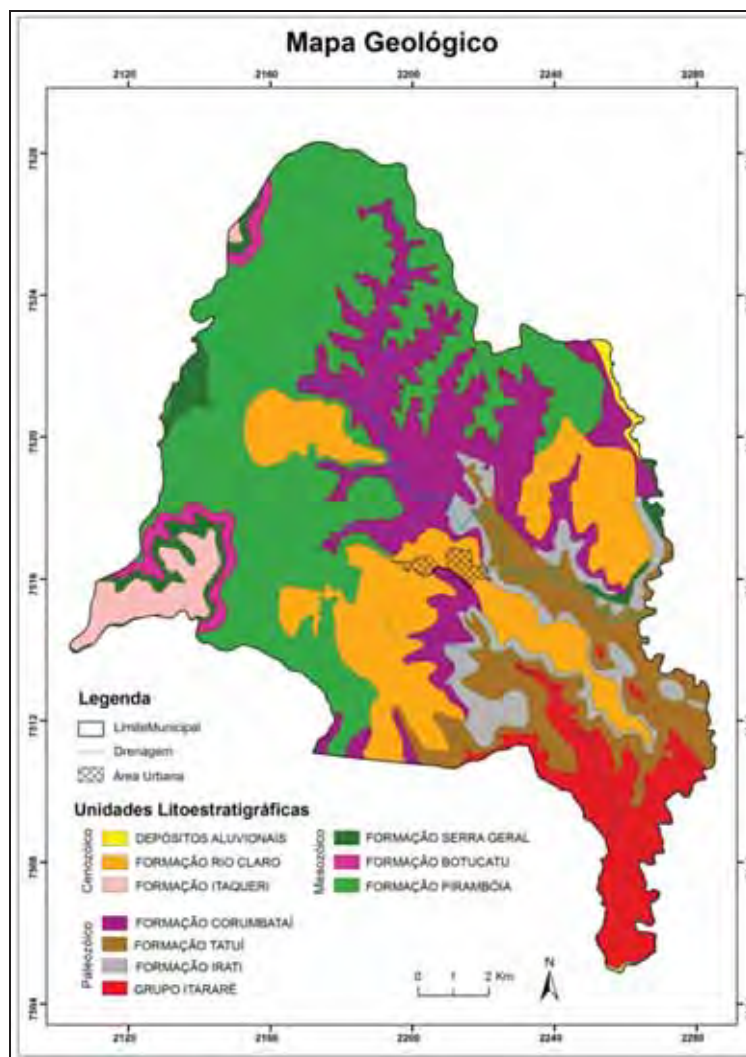


Figura 7: Mapa de unidades litoestratigráficas do município de Ipeúna-SP. Adaptado de Sousa (1997).

4.1.1. Grupo Itararé Indiviso

Foi primeiramente descrito por Oliveira (1916 apud MEZZALIRA, 1981) e é a base do Super grupo Tubarão, o qual está subjacente ao Grupo Passa Dois e possui espessura superior a 1000 m e está presente em uma área muito ampla, de mais de 1000.000 km² nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, aflorando em duas faixas a leste e oeste da Bacia do Paraná (MEZZALIRA, 1981)

O topo do Grupo Itararé é caracterizado por uma discordância erosiva sobre diamictitos ou arenitos imaturos de granulação média a grosseira, sobre a qual se assenta a

Formação Tatuí (SOARES & LANDIM, 1973). A unidade Itararé foi originalmente definida com “série” e frequentemente referida como “subgrupo” e, atualmente, está consolidada como Grupo Itararé. Suas ocorrências são significativas no centro e sul do estado de São Paulo e a maior espessura se dá no centro-leste da bacia com 1200 m (LANDIM *et al.*, 1980).

Apresenta sedimentos de origem glacial, flúvio-glacial, raramente marinhos e é constituído por diamictitos, arenitos, arenitos conglomeráticos, conglomerados, siltitos, tilitos e varvitos, além de carvão em camadas de pequena espessura (0,30 a 0,70 m) (MEZZALIRA, 1981).

Os ritmitos e varvitos estão presentes principalmente na porção inferior e exibem lâminas cinza-escuras de argilito e/ou siltito alternadas com lâminas cinza-claras de siltito e/ou arenito fino, onde se encontra seixos “pingados”. Esse material intercalado pode ocorrer em forma maciça ou com estratificação cruzada e marcas de ondas, o que indica condições de deposição não constantemente rítmicas (LANDIM *et al.*, 1980).

Os diamictitos constituem aproximadamente um décimo da litologia do Grupo Itararé, muito comuns na porção inferior e em sua maioria com 5 m de espessura. Alguns indicam verdadeiros tilitos e outros, a maioria, são levemente estratificados contendo lentes de arenito amarrotadas. Os seixos são, em média, 30% e se constituem de quartzos, quartzitos, metagrauvacas, granitos, etc. (LANDIM *et al.*, 1980).

Na região nordeste do estado de São Paulo, foram encontradas como evidências de glaciação, estruturas descritas como possíveis drumlins (LANDIM *et al.*, 1980).

Os principais minerais leves presentes no Itararé, estudados no sul do estado de São Paulo, são quartzo, feldspato e fragmentos de rochas. A matriz é predominantemente caulínítica e micácea (muscovita e biotitas finas). Os minerais pesados encontrados são: zircão, turmalina, rutilo, granada, apatita, estauroлита, monazita, muscovita, cianita, epidoto, biotita, sillimanita, magnetita e ilmenita, leucoxênio e limonita (WU, 1989).

Paleogeograficamente, esta seqüência Permo-Carbonífera representa um extenso mar epicontinental com entrada pelo sul e extensão para o norte, possivelmente extrapolando os limites atuais da bacia (ZALÁN *et al.*, 1990). O conteúdo paleontológico é escasso, predominando fósseis vegetais (esporos, restos de lepidodendron, de equisetum, de pteridosperma) e sendo os fósseis de animais sempre associados a fases marinhas (lamelibrânquios, gastrópodos, braquiópodos, etc.) (LANDIM *et al.*, 1980). Os depósitos do Grupo Itararé são afetados por grandes falhamentos normais e seus sedimentos refletem grande instabilidade tectônica à época de sua deposição, sendo fácies de deslizamento e

variações faciológicas laterais abruptas, marcas registradas nos depósitos desse grupo (ZALÁN *et al.*, 1990).

Nas bordas norte e nordeste da Bacia do Paraná, porção nordeste do estado de São Paulo e nos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás, ocorre uma variação lateral na composição do Grupo Itararé, apresentando depósitos constituídos por materiais vermelhos arroxeados, essencialmente arenosos, que provavelmente representam antigos leques aluviais, denominado Formação Aquidauana (LANDIM *et al.*, 1980).

4.1.2. Formação Tatuí

A Formação Tatuí foi originalmente descrita pela Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo (1917, apud MEZZALIRA, 1981) e sua localidade-tipo encontra-se na região de Tatuí, no estado de São Paulo. Apresenta-se bem desenvolvida na faixa de afloramentos do centro-leste do estado de São Paulo (Figura 8). Na área de estudo essa formação aflora na confluência dos rios Passa Cinco e Cabeça e no vale do rio Corumbataí, sendo constituída por siltitos, argilitos, arenitos e níveis de silixitos (SOUSA, 2002).

Sousa (2002) encontrou vários planos de falhas menores às margens do Rio Passa Cinco, com movimentações normal, inversa e transcorrente nos siltitos avermelhados da Formação Tatuí.

Está inserida no ciclo pós-glacial, junto com as Formações Irati e Estrada Nova, correspondendo ao episódio de transgressão em toda a bacia, que marca a fase inicial de tal ciclo. O membro inferior desta unidade é caracterizado por siltitos e arenitos muito finos de cor marrom avermelhada (SOARES, 1972). O membro superior apresenta siltitos de cores claras, amareladas e esverdeadas na parte inferior, intercalando corpos acanalados de arenitos na base e bancos de lentes de arenitos na parte superior, onde a coloração é mais acinzentada.

Nota-se que o padrão das cores mostra condições mais redutoras para o topo, refletindo a evolução, por colmatção (deposição de partículas finas na superfície e nos interstícios de um meio poroso permeável), para uma fase parálica que caracterizará a bacia na unidade seguinte. A caracterização ambiental seria a evolução de condições continentais (discordância pré-Tatuí) para supra-maré (Tatuí inferior), e intermaré (Tatuí superior). No fim desta transgressão, há retirada das águas por elevação da bacia acima do nível base (LANDIM *et al.*, 1980).

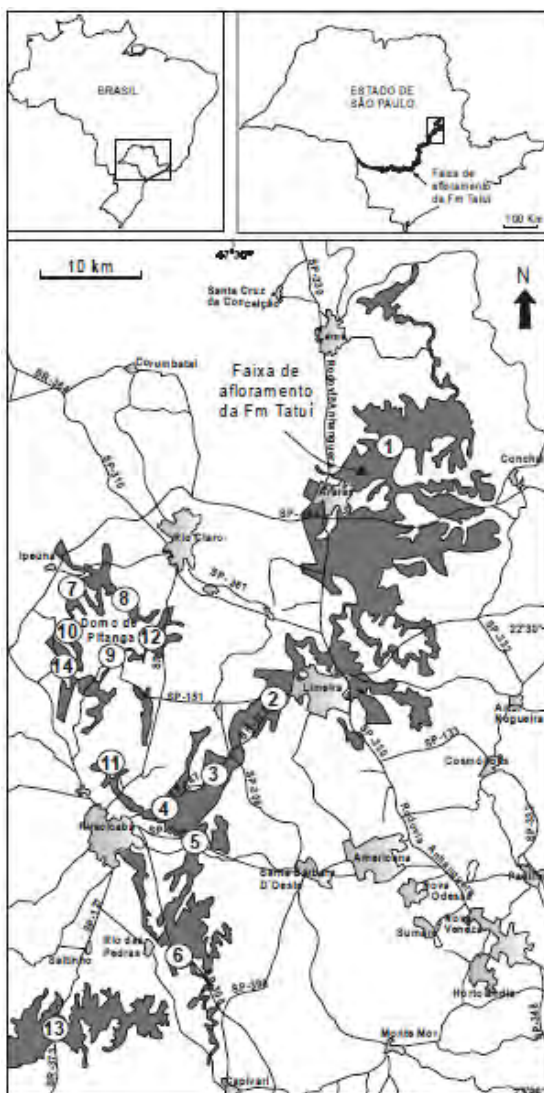


Figura 8: Afloramentos da Formação Tatuí no centro-leste paulista. FONTE: ASSINE *et al.*, 2003.

Soares (1972) identificou quatro episódios de discontinuidades no Tatuí: a base, o topo e dois intermediários. A desconformidade basal, que denominou L1, foi considerada a superfície erosiva mais expressiva, separando o ciclo glacial (Grupo Itararé) do pós-glacial (Formação Tatuí). A discontinuidade L2 foi a base para a subdivisão da Formação Tatuí em dois membros, sendo que o superior apresenta uma discontinuidade interna L3 e a discontinuidade superior L4, que separa a Formação Tatuí da Formação Irati. Assine *et al.* (2003) sugeriram que a área-fonte de tal unidade fica ao norte, na época da deposição da Formação Tatuí.

A espessura da unidade tem pouca variação no estado de São Paulo, nunca ultrapassando 100 m, o que reflete condições uniformes de subsidência. No flanco nordeste da

bacia sua espessura está reduzida, inferior a 30 m (LANDIM *et al.*, 1980). O principal recurso mineral associado a esta unidade é a argila para cerâmicas.

Segundo dados palinológicos e correlações com as Formações Palermo e Rio Bonito, Daemon & Quadros (1970) posicionam as rochas desta formação no limite Kunguriano/Kazaniano.

4.1.3. Formação Irati

A Formação Irati foi assim denominada por White (1908, apud MEZZALIRA, 1981). O ambiente de formação corresponde ao ápice do evento transgressional que afetou a seqüência Permo-carbonífera da bacia (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

Constitui a base do Grupo Passa Dois, sobrepõe concordantemente o Super Grupo Tubarão e é sobreposto pelo Grupo São Bento através de uma discordância erosiva (LANDIM *et al.*, 1980).

No início da sedimentação do Grupo Passa Dois, no Permiano Superior, a Bacia do Paraná se apresentava como um extenso Golfo dominado essencialmente por um mar epinerítico, hidrodinamicamente de baixa energia e com pouco ou nenhum suprimento terrígeno, condição esta propícia ao desenvolvimentos de colônias de algas. Posteriormente, soerguimentos do Arco de Assunção geraram um aumento do suprimento terrígeno, o que interrompeu a tendência retrogradacional até então estabelecida e gerou o desenvolvimento de deltas prográdantes nas desembocaduras dos rios. A progradação deltaica efetiva de oeste para leste isolou a parte norte do golfo, o que criou condições para o desenvolvimento de uma planície de maré em São Paulo (LANDIM *et al.*, 1980).

Daemon e Quadros (1970) situam a deposição dos sedimentos da Formação Irati no Permiano Superior (Kazaniano).

Na região de Ipeúna tem suas principais exposições ao sul do município e junto ao Distrito de Assistência, no município de Rio Claro, onde se encontram áreas de exploração de calcário e dolomitos, utilizados na indústria cimenteira e como corretivos de solos.

É dividida em dois membros: o Membro Taquaral na base da formação e o Membro Assistência como a seção superior, sendo o contato entre eles concordante (BARBOSA & GOMES, 1958 apud MEZZALIRA, 1981).

O Membro Taquaral é composto por argilitos, folhelhos cinza escuro a cinza claro e siltitos cinza, com espessuras entre 10 e 20 m. Suas características litológicas e sedimentares indicam deposição em ambiente marinho de águas calmas, abaixo do nível de ação das ondas.

Restos de peixes, de crustáceos do gênero *Clarkecaris* e da Flora *Dadoxylon* são os fósseis mais freqüentemente encontrados (SCHNEIDER et al., 1974).

O Membro Assistência é constituído por folhelhos cinza escuro e preto pirobetuminosos, onde há laminação paralela, associados a calcário, por vezes dolomíticos. Nos leitos carbonáticos observam-se marcas ondulares, laminação cruzada e convoluta, oolitos, brechas intraformacionais e laminação algálica. Há estratificação rítmica formada pela intercalação de camadas de folhelhos e calcários (SCHNEIDER et al., 1974).

A unidade apresenta espessuras da ordem de 30 m. Suas características indicam ambiente deposicional marinho de águas rasas. Os fósseis da unidade são os répteis *Mesosaurus brasiliensis* e *Stereosternum tumidum*, além de restos de peixes, de vegetais, carapaças de crustáceos e palinomorfos (SCHNEIDER et al., 1974).

4.1.4. Formação Corumbataí

A denominação desta formação foi descrita pela primeira vez em 1916 pela antiga Comissão Geográfica e Geológica (MEZZALIRA, 1981).

No estado de São Paulo, a Formação Corumbataí tem suas exposições principalmente ao longo do vale do rio Corumbataí e afluentes como o ribeirão Morro Grande, ribeirão Ferraz, ribeirão Jacutinga, ribeirão Claro, rio Passa Cinco e seu afluente ribeirão Cabeça. A espessura desta unidade em superfície, no estado de São Paulo, situa-se em torno de 130 m (SCHNEIDER et al., 1974).

Assenta-se concordantemente sobre a Formação Irati (Membro Assistência) e está em contato discordante com a Formação Pirambóia e a Formação Rio Claro (SOUSA, 2002). Em sua parte inferior, é caracterizada por argilitos, folhelhos e siltitos cinza escuros; na parte superior constitui-se por siltitos e folhelhos arroxeados e avermelhados com estratificação plano-paralela e intercalações de bancos carbonáticos e camadas de arenitos muito finos, além de apresentar fendas de ressecamento, laminação *flaser*, estratificação cruzada de pequeno porte, marcas onduladas e estruturas estromatolíticas associadas com calcários oolíticos (SCHNEIDER et al., 1974).

As características litológicas e sedimentares da parte inferior da unidade indicam deposição em ambiente marinho de águas gradativamente mais rasas, em condições climáticas redutoras, e na parte superior foram encontrados estromatólitos em abundância que, associados à laminação *flaser*, oolitos e fragmentos de conchas, indicam condições climáticas oxidantes, ambiente litorâneo de águas rasas, sob influência de marés, com freqüentes

avanços progradacionais de sedimentação litorânea e dominado por extensos tapetes de algas (SCHNEIDER *et al.*, 1974). As condições ambientais descritas são encontradas em estuários, lagunas, baías ou em áreas protegidas por barreiras ou deltas (LANDIM *et al.*, 1980).

A ocorrência de fósseis na Formação Corumbataí é representada por lamelibrânquios, ostracodes, restos de peixes, de vegetais e palinomorfos, cuja deposição ocorreu no Permiano Superior (Kazaniano) (SCHNEIDER *et al.*, 1974). A deposição final da Formação Corumbataí deve ter-se estendido provavelmente até o Eotriássico (ZALÁN *et al.*, 1990).

4.1.5. Formação Pirambóia

As formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral constituem o Grupo São Bento, que varia do Triássico ao Cretáceo Inferior (MEZZALIRA, 1981). Segundo Almeida e Barbosa (1953), as condições climáticas evoluíram de quente e úmida para desértica, havendo um membro inferior predominantemente aquoso (Arenito Pirambóia) e outro superior eólico (Arenito Botucatu).

O termo Formação Pirambóia foi utilizado pela primeira vez por Pacheco (1927, apud SCHNEIDER *et al.*, 1974) para designar os arenitos de origem eólica/fluviial que ocorrem na porção basal do Grupo São Bento, com área-tipo nas imediações de Pirambóia, Estado de São Paulo. É uma das unidades de maior ocorrência no centro-leste de São Paulo (LANDIM *et al.*, 1980).

A espessura máxima em superfície é de 270 m na região de Anhembi e São Pedro, São Paulo. O contato inferior com a Formação Corumbataí é discordante e o superior, com a Formação Botucatu, é considerado concordante (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

As feições morfológicas mais características da área de ocorrência da Formação Pirambóia são as encostas escalonadas e os extensos areais existentes sobre as colinas tabuliformes. Excetua-se a parte inferior desta unidade, caracterizada por pequenas colinas com encostas côncavo-convexas, onde o solo desenvolvido permite utilização agrícola (LANDIM *et al.*, 1980).

A Formação Pirambóia constitui-se de arenitos esbranquiçados, amarelados, avermelhados, médios e muito finos, silto-argilosos – onde se encontra estratificação plano-paralela, grãos polidos, subangulares e subarredondados, com intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos. Localmente, ocorrem arenitos conglomeráticos com seixos de argila e, em sua porção basal, uma camada areno-argilosa, de 1 a 2 m de espessura, com seixos

angulares de sílex (SCHNEIDER *et al.*, 1974). Suas areias quartzosas são fonte de matéria prima industrial e suas camadas de arenitos são parte constituinte do Aquífero Guarani.

As características ambientais que perduraram durante sua deposição são um tanto quanto controversas na literatura, porém, atualmente a idéia que predomina é a de transição de um ambiente marinho raso para um clima desértico, reconhecido por uma associação de depósitos eólicos de dunas, interdunas e lençóis de areia, entremeados por depósitos fluviais originados em ambiente continental aquoso (ASSINE & SOARES, 1995). Segundo Schneider *et al.* (1974), o ambiente de deposição seria continental fluvial, havendo deposição por rios meandrantos e em pequenas lagoas associadas, em condições climáticas oxidantes. Para Zalán *et al.* (1990), nas sequências mesozóicas, o mar não retornou mais à bacia, sendo as sequências estratigráficas do Triássico e Juro-Cretáceo depósitos continentais controlados unicamente por tectonismo. A superfície pré-Pirambóia foi peneplanizada, processo que deve ter envolvido um largo intervalo do Triássico, dando indícios de que a deposição se deu no Triássico Médio e se estendeu até o Jurássico Inferior (LANDIM *et al.*, 1980). Os fósseis encontrados são conchostráceos, ostracodes e restos vegetais, do período Triássico (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

4.1.6. Formação Botucatu

Gonzaga de Campos (1889, apud SCHNEIDER *et al.*, 1974) introduziu o termo Botucatu para denominar os arenitos que constituem a serra de mesmo nome no Estado de São Paulo, porém a definição original incluía os sedimentos pertencentes à Formação Pirambóia. Com espessuras que variam de 50 a 150 m, a unidade ocorre em afloramentos no flanco leste e sul da Bacia do Paraná (LANDIM *et al.*, 1980).

A Formação Botucatu constitui-se de arenitos avermelhados, finos a médios, friáveis, com grãos foscos e geralmente bem arredondados, ocorrendo estratificação cruzada tangencial em grandes cunhas e, na parte basal, estratificação plano-paralela e cruzada acanalada (SCHNEIDER *et al.*, 1974). O pacote sedimentar desta formação constitui uma unidade depositada em ambiente desértico e as características texturais dessas areias eólicas se mantêm uniformes em toda a faixa. É admitida a existência de derrames basálticos com caráter de rocha intrusiva (LANDIM *et al.*, 1980). Segundo Zalán *et al.* (1990), a sequência Juro-Cretácica representa um gigantesco “mar” de dunas arenosas, seguindo uma tendência desértica mundial da época. Para Almeida (1956), uma área superior a 1.300.000 km² foi

entulhada pelas dunas, formadas por ventos que sopravam do norte e removiam aluviões trazidos por “oueds” procedentes dos planaltos cristalinos às bordas da bacia.

Os fósseis nessa unidade são raros. Por relações estratigráficas, foi atribuída a idade Juro-Cretácica à Formação Botucatu, cujo limite superior coincide com o início da fase mais intensa do vulcanismo (SCHNEIDER *et al.*, 1974; LANDIM *et al.*, 1980).

O contato inferior com a Formação Pirambóia é considerado concordante enquanto que com o embasamento e as formações Furnas, Ponta Grossa, Aquidauana, Corumbataí, Rio do Rasto e Rosário do Sul é discordante. O superior, com a Formação Serra Geral é discordante (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

4.1.7. Formação Serra Geral

A denominação desta unidade foi utilizada por White (1908 apud SCHNEIDER *et al.*, 1974) indicando as exposições ocorrentes na Serra Geral, em São Joaquim, Santa Catarina. A formação apresenta ocorrência generalizada na bacia e sua maior espessura encontrada foi de 1529 m no poço 2-PE-1-SP (LANDIM *et al.*, 1980).

Na região de Ipeúna, no leito de alguns rios como Piracicaba, Corumbataí, Tietê, Passa Cinco, da Cabeça, e de alguns de seus afluentes, além de alguns ribeirões como Jacaré-Pepira e dos Pintos, são frequentes *sills* e diques de diabásio que exercem papel fundamental na sedimentação (soleiras) e nas feições geomorfológicas, como no aparecimento de corredeiras, cachoeiras e quedas d'água. A unidade está presente também nas serras de São Pedro e Itaqueri (Figura 10) e preenchendo fraturas e falhas nas estruturas de Pitanga, Pau d'Alho e Jibóia. (SOUSA, 2002).

A Formação Serra Geral é constituída por espessa seção de lavas basálticas, toleíticas, de textura afanítica, coloração cinza escura a negra, amigdaloidal no topo dos derrames e com desenvolvimento de juntas verticais e horizontais, havendo intercalações de arenitos finos a médios, com estratificação cruzada tangencial iguais aos da Formação Botucatu. Seu contato inferior é discordante com os arenitos da Formação Botucatu e o contato superior é também discordante com as Formações Caiuá, Bauru e Cachoeirinha (LANDIM *et al.*, 1980).

A Formação Serra Geral é resultado do intenso vulcanismo de fissura iniciado quando ainda perduravam as condições desérticas de sedimentação da Formação Botucatu, fato este atestado pela presença de inúmeros corpos arenosos de origem eólica na parte basal da formação (SCHNEIDER *et al.*, 1974). A emissão de lavas à superfície fazia-se sem fenômenos explosivos violentos, sendo muito raros os depósitos piroclásticos (ALMEIDA,

1956). Zalán et al. (1990) explica que o imenso deserto até então estabelecido sofreu um forte evento tectônico no Juro-Cretáceo do Gondwana que reativou vigorosamente as falhas NW pré-existentes e criou, provavelmente, várias outras paralelas a esta direção, o que promoveu o condicionamento de corpos ígneos intrusivos e a extrusão do mais volumoso derrame de lavas do planeta. O peso das lavas pressionou a crosta, causando um importante período de subsidência e estruturação da bacia.

Dados radiométricos indicam que a idade principal de vulcanismo situa-se no Cretáceo Inferior (120-130 Ma), tendo já ocorrido derrames precursores no Jurássico Superior (CORDANI & VANDOROS, 1967, apud SCHNEIDER et al., 1974).

A evolução estratigráfica da Bacia do Paraná praticamente se extinguiu no final de estágio de rifte da separação entre África e América do Sul, há 115 Ma. Os depósitos pós lava do Cretáceo e do Terciário indicam, contudo, que a evolução estrutural não foi interrompida, sendo identificados movimentos no centro da Placa Sul-Americana (ZALÁN et al., 1990).

4.1.8. Formação Itaqueri

Almeida e Barbosa (1953) foram os primeiros a denominar como Formação Itaqueri os sedimentos areno-conglomeráticos que capeiam as Serras de São Carlos, Itaqueri, São Pedro, Cuscuzeiro e outras áreas elevadas do nordeste (região de Franca) e cento (região de Marília) do estado de São Paulo.

Os mesmos autores a definem como uma seqüência referente à base do Grupo Bauru, com espessura de até 125 m, caracterizada pela alternância de arenitos com matriz argilosa, folhelhos, conglomerados e arenitos intensamente silicificados, destacando a predominância dos primeiros. Quase que invariavelmente, os arenitos apresentam cores avermelhadas e manchas brancas irregulares evidenciando plintificação. Na região da área de estudo, os conglomerados são mal selecionados e ricos em fragmentos angulosos, sustentados por matriz arenosa, e os diamictitos apresentam fragmentos, seixos e até calhaus de quartzo, quartzito e rochas vulcânicas. Localmente ocorrem níveis de lateritas de até 1m de espessura, com seixos e clastos angulosos de “ferricrete” e lateritas com aspecto brechóide (SOUSA, 2002).

Estudos mais recentes sugerem que a idade da Formação Itaqueri esteja entre o Paleoceno e o Eoceno (RICCOMINI, 1997), porém esse assunto permanece em aberto até que sejam realizados estudos mais aprofundados sobre a distribuição espacial desses sedimentos, sua petrografia, grau da alteração intempérica do material e datações absolutas.

Atualmente a hipótese mais aceita sobre sua gênese é a de um ambiente fluvial, com sedimentação de média e alta energia, sujeito a bruscas mudanças de velocidade de transporte, e formação de sistemas de leques aluviais, sob condição de clima árido a semi-árido, com níveis de ferruginização que evidenciam mudanças climáticas Terciárias e Quaternárias (MELO & PONÇANO, 1983).

4.1.9. Formação Rio Claro

A Formação Rio Claro foi assim denominada por Bjornberg e Landim (1966, apud SCHNEIDER *et al.*, 1974), estando sua seção tipo situada nos arredores da cidade homônima, na área rural do Campo do Cocho e junto à cidade de Ipeúna, no interior paulista. Na região de Ipeúna, capeia os principais interflúvios dos rios Corumbataí, Passa Cinco, Cabeça e Ribeirão Vermelho (SOUSA, 2002).

A unidade tem espessura máxima de 40 m e consiste em depósitos de arenitos arciosanos mal consolidados, mal classificados, arenitos conglomeráticos e argilitos vermelhos, havendo estratificação cruzada e estruturas de corte e preenchimento (SCHNEIDER *et al.*, 1974). Os arenitos são friáveis e variam entre cores esbranquiçadas, amareladas, róseas, avermelhadas e arroxeadas (SOUSA, 2002).

Segundo Ferreira (2008), suas taxas de sedimentação e erosão estão associadas à reativação de falhas do embasamento, que atingiram toda a seção sedimentar da Bacia do Paraná, e às flutuações climáticas, as quais regularam a descarga de fluxo. Sousa (2002) reconheceu planos de falhas nos argilitos arenosos da formação na Rodovia Rio Claro - Ipeúna (SP-191).

Melo (1995) interpretou a sedimentação da Formação Rio Claro como originada por um sistema fluvial meandrante em clima úmido. O mesmo autor subdivide a formação em quatro litofácies distintas: Trcl - com predominância de lamitos de origem gravitacional, formados principalmente em áreas de relevo acidentado, nas cercanias do Planalto Atlântico; Trcc - predominado cascalhos e areais de depósitos associados a canais (fundo de canal, barras de pontal) de sistema fluvial meandrante; Trca – depósito de areia predominantemente fina de rompimento de diques marginais, com delgada intercalação de argila (não representado na área de estudo); Trcm - predomina argilas de planície de inundação de sistema fluvial meandrante. Além destas quatro litofácies principais, também são encontrado depósitos indiferenciados (Trci), podendo incluir lamitos, cascalhos, areias e argilas.

Segundo Ferreira (2005), os sedimentos da Formação Rio Claro mostram-se organizados, com variação de conglomerados na base, sobrepostos por pacotes de arenitos e arenitos conglomeráticos, subordinadamente lamitos e argilitos, e recobertos por arenitos maciços mal selecionados, com concreções ferruginosas, clastos de argila e grânulos de quartzo na matriz (Figura 9).



Figura 9: Perfil da Formação Rio Claro, Cava Mineração Mandu (Ajapi-SP). FONTE: Ferreira (2005).

A unidade apresenta relações discordantes com as rochas do embasamento e as demais formações da Bacia do Paraná (SCHNEIDER *et al.*, 1974). No platô de Rio Claro, a Formação Rio Claro aparece sobreposta à Formação Corumbataí de forma discordante, sobre superfície intensamente erodida (MELO, 1995).

A idade desta formação ainda é algo controverso e indefinido na bibliografia, sendo que as mais aceitas até o momento são próxima do limite Plioceno/Pleistoceno (SOARES & LANDIM, 1976) e Mioceno/Plioceno (MELO, 1995).

Ferreira (2008) datou, pelo método da termoluminescência, três amostras de sedimentos considerados da Formação Rio Claro: todas coletadas na rodovia SP-191, uma de perfil próximo ao Rio Passa Cinco, à altura de 600m, com idade aproximada de 745.000 anos; e duas de perfil próximo ao trevo da cidade de Ipeúna, com idades de 305.000 e 318.000 anos, aproximadamente. A partir de tais dados, os sedimentos se posicionam no Pleistoceno Médio.

4.1.10. Coberturas Quaternárias

Melo (1995) sugeriu que as coberturas superficiais areno-argilosas incoesas e sem estruturas sedimentares, tão comuns na Depressão Periférica Paulista, diferem da gênese e idade dos depósitos da Formação Rio Claro, sendo então mais jovens e recobrando até mesmo esta formação.

Este tipo de depósito geralmente é caracterizado pela pequena espessura e rara presença de litificação e estrutura sedimentar, constituído por material detrítico localmente remobilizado (coluviões) ou sedimentos presentes no fundo dos principais vales fluviais (aluviões), geralmente de idade Quaternária.

Na área, as coberturas superficiais que possuem destacada distribuição espacial são os depósitos colúvio-eluvionares, presentes tanto em topos como nas encostas, capeando as demais unidades litológicas, e os depósitos aluvionares, presentes nas margens dos principais cursos d'água, como o rio Corumbataí, Passa Cinco e Jacaré-Guaçú (MELO, 1995). Também no leito dos rios Piracicaba, da Cabeça, Tietê e Itaqueri (SOUSA, 2002). Há ainda os depósitos rudáceos de tálus e leques aluviais; cascalhos aluviais em terraços; de fundo de voçorocas; colúvio-aluviais em rampas; e lacustres em depressões fechadas.

4.2. Geomorfologia regional

Desde a primeira subdivisão do relevo paulista, elaborada por Moraes Rego (1932), seguida dos mapas de Deffontaines (1935), de Ab'Saber (1956), de Almeida (1964), de Ponçano et al. (1981) junto ao IPT em escala 1:1.000.000, até a macrocompartimentação de Ross & Moroz (1997) em escala 1:500.000, pode-se notar uma grande evolução em direção à elaboração de uma síntese cartográfica em escala pequena, já que na cartografia de síntese não se conta mais com o registro exaustivo de elementos constituintes.

Com base no Mapa Geomorfológico de Ponçano et al. (1981), Ipeúna encontra-se nas províncias da Depressão Periférica e das Cuestas Basálticas, já na proposta de Ross & Moroz (1997), a área do município de Ipeúna compreende dois grandes compartimentos geomorfológicos do estado de São Paulo: Depressão Periférica e Planalto Ocidental, além das escarpas referentes às cuestas basálticas (Figura 10).



Figura 10: Mapa Geomorfológico do município de Ipeúna-SP, escala 1:500.000. Adaptado de Ross & Moroz (1997).

O modelado, assim como é conhecido nos dias atuais, teve seu desenvolvimento a partir de movimentos epirogênicos, provavelmente iniciados no Mioceno Superior e acelerados no Plioceno, que soergueram de maneira desigual a Superfície Sul-Americana, expondo as delgadas coberturas sedimentares depositadas durante a fase agradacional do ciclo Sul-Americano (Fm. Itaqueri e Gr. Bauru) (SOARES & LANDIM, 1976). Tal evento tectônico favoreceu a retomada de diferentes fases erosivas condicionadas por modificações climáticas (úmido-árido), cuja erosão ataca diretamente as zonas de maior fragilidade tectônica, originando uma série de níveis topográficos, aparentemente aplainados, embutidos na antiga Superfície Sul-Americana (Figura 11) (PENTEADO, 1968). Esses processos tectônicos e climáticos são os responsáveis pela gênese das unidades morfoesculturais do Planalto Ocidental Paulista e da Depressão Periférica Paulista (ROSS & MOROZ, 1997) e pela presença, no relevo da região, de feições morfotectônicas do tipo escarpas, depressões fechadas, boçorocas, paleoterraços, vales suspensos, facetas trapezoidais (SOUSA, 2002).

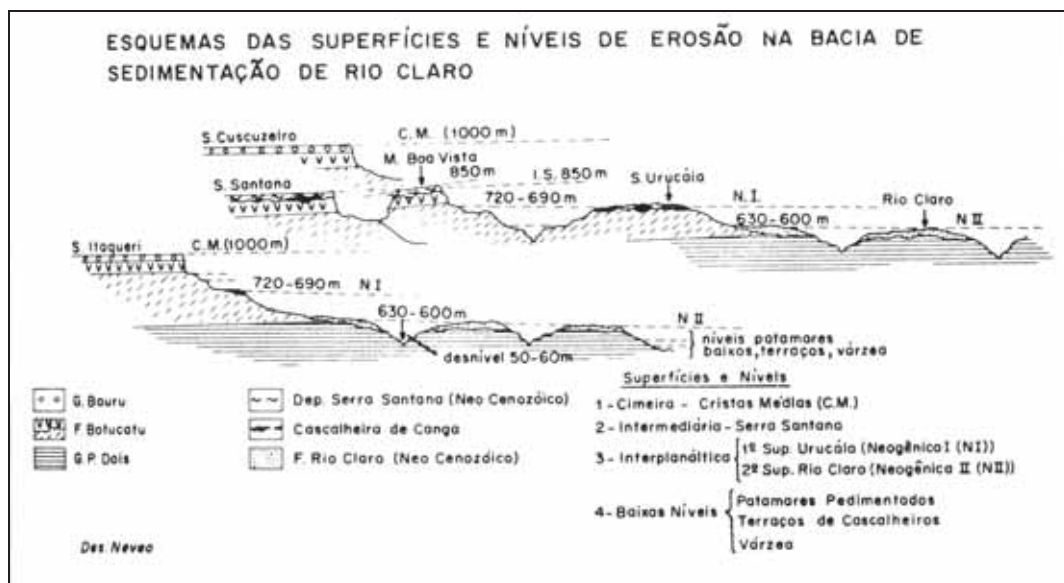


Figura 11: Perfil de direção E-W da Depressão Periférica Paulista, esquematizando as superfícies e os níveis de aplainamento sugeridos por Penteadó (1968).

A unidade denominada Depressão Periférica, na porção sul do município de Ipeúna, ocupa áreas altimetricamente entre 500 e 650m e, no geral, apresenta formas de relevo denudacionais desenvolvidas sobre rochas Paleozóicas, Mesozóicas e sedimentos neogênicos, com o predomínio de colinas de topo amplo, tabulares e convexas, declividades baixas a moderada e densa rede de drenagem, geralmente de padrão dendrítico e condicionada por feições estruturais (fraturas e corpos intrusivos) (ROSS & MOROZ, 1997). Segundo Melo (1995), a Depressão Periférica Paulista tem apresentado marcante caráter erosivo desde seu afeiçoamento como grande compartimento geomorfológico do estado de São Paulo.

A unidade do Planalto Ocidental ocupa áreas mais elevadas, entre 600 a 900 m, na porção oeste e norte do município e, no geral, apresenta formas de relevo denudacionais e litologias constituídas por depósitos arenosos e argilosos, com predomínio de colinas amplas e baixas de topos convexas e tabulares, densidade de drenagem média a alta e declividades baixas (ROSS & MOROZ, 1997).

A transição entre essas duas unidades morfoesculturais apresenta um desnível da ordem de 200 a 300 m na área de estudo e declividade que facilmente ultrapassa os 60°. Ao se observar a morfologia e os perfis das superfícies de erosão conclui-se que esta descida se faz através de nítidos degraus estruturais e erosivos, dando ao compartimento deprimido a forma característica de anfiteatro (PENTEADO, 1968). Este tipo de relevo recebe a denominação de Cuesta e se apresenta como uma disparidade na paisagem local, onde afloram elevadas e festonadas escarpas de origem vulcânica.

Penteado (1968), estudando a geomorfologia da região, identificou e definiu com maior detalhe quatro níveis ou superfícies e algumas subdivisões desses, e coberturas sedimentares associadas. Em linhas gerais, as idéias propostas pela referida autora permanecem até os dias atuais sem sofrer grandes modificações, porém outros autores contribuíram para uma melhor definição desses níveis e, principalmente, para a melhor caracterização das coberturas sedimentares, entre os quais podemos destacar os trabalhos de Soares & Landim (1976), Oka-Fiori (1987) e Melo (1995). Segue no texto uma breve descrição das superfícies e depósitos associados ocorrentes na região de Ipeúna.

4.2.1. Superfícies de Cimeira

A oeste e norte no município de Ipeúna, encontram-se as escarpas arenítico-basálticas da Serra de Itaqueri (oeste) e Morro da Guarita (norte) como “Superfícies de Cimeira”, niveladas entre 950 - 1000 m (PENTEADO, 1968). As Superfícies de Cimeira aqui referidas equivalem aos testemunhos da Superfície Sul Americana de King, de idade pós-Cretácica – entre o Mioceno e o Eoceno –, que deixou também vestígios na Serra de São Pedro, Serra do Cuscuzeiro e outras (PENTEADO, 1968). A área deste nível apresenta uma topografia suave, porém suas faces leste e nordeste possuem forma adentada e lobulações apontando para nordeste, resultado do trabalho intenso dos afluentes da margem direita do Rio Passa Cinco (OKA-FIORI, 1987).

Oka-Fiori (1987) deu o nome de “Superfície do Alto Itaqueri” à formação superficial ocorrente neste nível, cujo topo está recoberto de sedimentos aluviais antigos, arenosos, permeáveis, muito espessos. O caráter destes depósitos cenozóicos é a cor vermelho-escuro, refletindo intenso enriquecimento em ferro (SOARES & LANDIM, 1976).

4.2.2. Superfície Intermediária

Ao norte do município, em posição intermediária à linha de cumiada e à superfície geral interplanáltica mais baixa, destaca-se a Serra de Santana e os testemunhos à sua frente denominados “Superfície Intermediária”, de idade situada no Terciário Inferior ou médio, a altitudes de 800 – 850 m. Correspondem, em altitude e aspecto morfológico, aos morros divisores d’água das bacias do Corumbataí e Mogi Guaçu (PENTEADO, 1968).

Tal superfície, na área de estudo, é capeada por sedimentos arenosos modernos mal consolidados e também pelos da Formação Botucatu (PENTEADO, 1968).

4.2.3. *Superfícies Interplanálticas*

Penteado (1968) propôs a existência de dois níveis interplanálticos, denominados de “Superfície de Urucaia” (690 a 720 m) e “Superfície de Rio Claro” (630 a 650 m). Tal proposta baseou-se na afirmação de que, apesar de possuírem uma evolução morfogenética similar, essas superfícies possuem idades diferentes, sendo a segunda o desdobramento da primeira.

A “Superfície do Urucaia” corresponde ao antigo aplainamento Neogênico no Plio-Pleistoceno e possui vestígios que se situam em posições mais elevadas do que a “Superfície de Rio Claro”, em trechos ao norte do divisor Passa Cinco e Cabeça (arredores do Morro da Guarita, ao norte do município de Ipeúna), nivelada a 690 - 720 m, em correspondência com patamares capeados de canga – atestando que o clima era semi-árido –, em esporões das serras de Santana, do Morro Azul, de Itaqueri e de testemunhos isolados destas serras (PENTEADO, 1968). Os sedimentos que cobrem este nível são de origem coluvial, muito arenosos e facilmente erodidos, resultantes do retrabalhamento de arenitos das formações Botucatu e Bauru (OKA-FIORI, 1987).

Após a fase de aplainamento que gerou a referida superfície, teve início a vigência de clima úmido, o qual favoreceu a dissecação do planalto pela rede de drenagem pós-cedente a antigas linhas tectônicas reativadas, e sob o impulso de soerguimento epirogênico. A isso seguiu-se uma nova fase seca de plainação, situada no Pleistoceno inferior e denominada de Neogênica II por Ab’Saber, reduzindo a primitiva superfície interplanáltica citada às formas residuais. Tal contexto preparou o assoalho da Bacia de Rio Claro e a elaboração da “Superfície Rio Claro” (PENTEADO, 1968).

A “Superfície Rio Claro”, correlativa à “Superfície do Médio Tietê” de Almeida (1964), à “Superfície dos Médios Interflúvios” de Soares & Landim (1976), aos níveis planálticos “B” e “Bb” de Melo (1995) e incluída nas “Superfícies interplanálticas desdobradas” de Ab’Saber (1956), corresponde aos interflúvios tabuliformes capeados por sedimentos arenosos dos rios Corumbataí - Cabeça, Cabeça - Passa Cinco, Corumbataí - Ribeirão Claro e dos pequenos afluentes desses rios. Nestes interflúvios coexistiram amplas áreas submetidas a lenta degradação, com solos espessos e coluviais (SOARES & LANDIM, 1976).

Nas vertentes dos interflúvios principais, nota-se a presença de colinas suavemente convexas, limitadas por marcante ruptura de declive e niveladas a 580 - 590 m, as quais se

desdobram em patamares, como degraus que descem em direção aos vales principais, correspondendo aos níveis erosivos quaternários (PENTEADO, 1968), que agiram sobre a superfície de aplainamento do Ciclo das Velhas, iniciando assim outro ciclo geomorfológico, denominado Paraguaçu.

O modelado deste nível planáltico é suave a quase plano, com a presença de depressões fechadas e lagoas (interpretadas como meandros abandonados); ocorrem sob forma de altos terraços com depósitos aluviais (Fm. Rio Claro) constituído de areias parcialmente consolidadas e inconsolidadas; espessura máxima de 30m; estratificação cruzada, acanalada, lentes de argila e às vezes conglomerado basal; assentado sobre Fm. Pirambóia e, principalmente, sobre Fm. Corumbataí, que por vezes pode estar intemperizada (SOARES & LANDIM, 1976; OKA-FIORI, 1987). Sobre esses depósitos é encontrado ainda pacote de até 10m de solo arenoso, sem estrutura, com lençol de seixos ou crostas limoníticas na base (SOARES & LANDIM, 1976).

4.2.4. *Baixos níveis*

Dentre os setores geomorfológicos da Depressão Periférica, predominam as colinas tabuliformes de vertentes suavemente convexas e patamares de fraca inclinação dispostos entre 550 e 650 m (PENTEADO, 1968).

Apresentam conglomerados formados predominantemente por seixos grandes (10-15 cm) de quartzitos e quartzo e meta-arcósios, além de cascalheiras de cerca de 1 m, características estas que levam a crer que tenham sido depositadas em barras de canais anastomosados. A estas superfícies, se associam extensas áreas de amplas encostas convexas cobertas por solos coluviais espessos (SOARES & LANDIM, 1976).

4.3. **Hidrografia**

O município de Ipeúna está inserido na Bacia do Rio Corumbataí, a qual é uma sub-bacia do Rio Piracicaba. Os principais rios presentes no município são o Passa Cinco e o Cabeças, além do início do Rio Corumbataí (Figura 12).

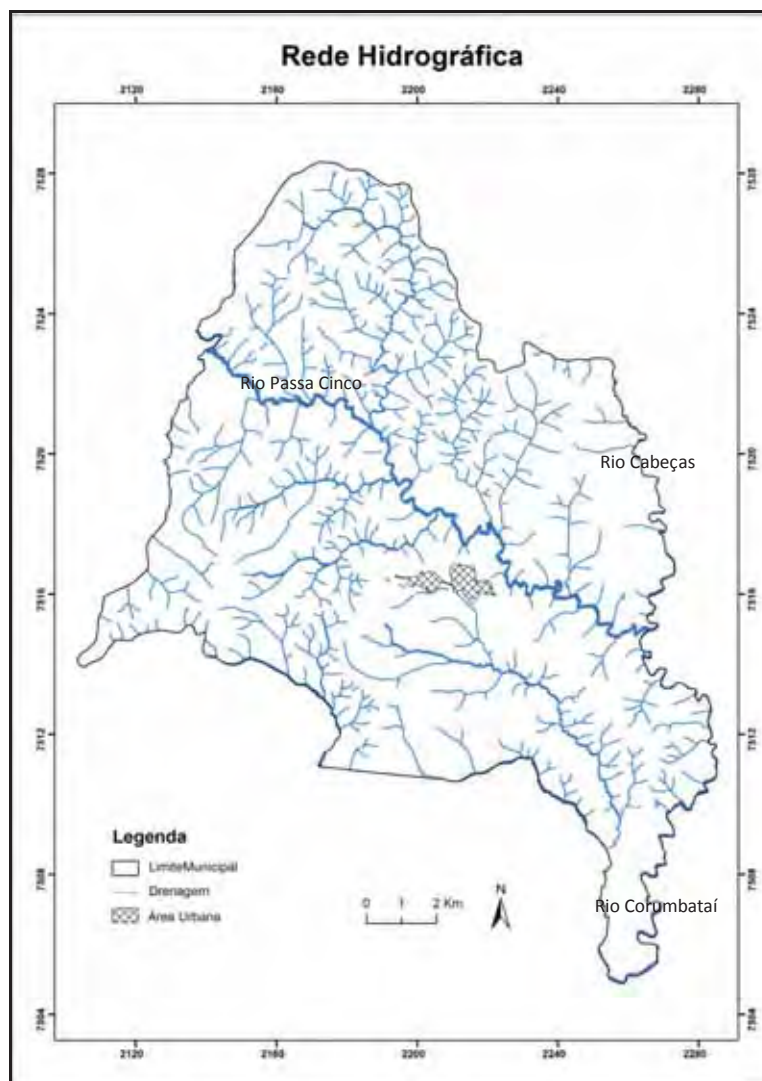


Figura 12: Rede hidrográfica do município de Ipeúna-SP com destaque aos rios principais.

A drenagem da área apresenta características de desenvolvimento por influência tectônica, pois na maioria das vezes acompanha grandes linhas de falhas, como no caso dos sistemas de falhas Passa Cinco - Cabeça e Ipeúna - Piracicaba, que apresentam direção principal NW-SE e secundariamente direções NE-SW, E-W e N-S na estrutura de Pitanga, seguindo longos trechos com controle nas formas de relevo, caracterizados por basculamento de blocos e com depósitos de coberturas cenozóicas (SOUSA, 2002).

Evidências desta reativação de falhas são as feições anômalas do tipo capturas, deflexões dos rios, meandros abandonados, longos segmentos retilíneos e assimetria (SOUSA, 2002).

Para Penteadó (1968), no setor centro-ocidental da Depressão Periférica, predominam os padrões de drenagem paralelos, especialmente nos trechos mais longos dos afluentes do

Corumbataí pela margem direita (NW – SE), como o Passa Cinco, além de padrões retangulares que caracterizam mudanças bruscas do traçado em direções normais em relação às anteriores, direções estas prováveis da rede de fraturas do arenito Botucatu. O arranjo dos rios Passa Cinco, Médio Corumbataí e confluência com o Ribeirão Claro, apresenta curvas anômalas, cotovelos, segmentos retilíneos e confluências fortemente estruturadas, que acompanham linhas de falhas, as quais se ajustam ao padrão de fraturamento do Sistema de Falhas NW-SE, que na região de Ipeúna limita, ao norte, a estrutura de Pitanga e permite classificar o padrão dos rios Passa Cinco, Corumbataí e parte do Rio da Cabeça e do Ribeirão Claro como subdendrítico (SOUSA, 2002).

Quanto à morfologia das drenagens, observa-se vertentes de convexidade suave, geralmente sem concavidade basal, acabando em vales de fundo chato. Estas formas são resultado de uma evolução por deslizamentos em massa, reptação (creeping) ou escoamento difuso ocorridos sob fase úmida e quente, processos pré-atuais. O intemperismo químico ativo, favorecendo a decomposição, faz com que o material coluvial predominantemente fino venha se depositar nas várzeas, não havendo, salvo poucas exceções, acumulações ao pé das encostas (PENTEADO, 1968).

4.4. Pedologia

O primeiro mapeamento sistemático de solos para o Estado de São Paulo foi realizado em 1960 (BRASIL, 1960), na escala 1:500.000, pela então Comissão de Solos, do Ministério da Agricultura, hoje Centro Nacional de Pesquisa de Solos – EMBRAPA. O material produzido por esse levantamento foi intensamente utilizado nas décadas de 60, 70 e até meados de 80. Em 1983 foram publicados os levantamentos do RADAMBRASIL (BRASIL, 1983), Folha SF-23/24: Rio de Janeiro/Vitória, escala 1:1000.000, que muito contribuiu para os futuros levantamentos.

No início das décadas de 80 e 90, o Instituto Agrônomo de Campinas realizou uma série de mapeamentos, escala 1:100.000, na região de expansão agrícola do Estado de São Paulo, a qual foi muito influenciada pela cana-de-açúcar. Nessa região está inserido o município de Ipeúna, cuja maior extensão encontra-se na quadrícula São Carlos, mapeada por Prado *et al.* (1981), e uma pequena parte do sul, encontra-se na quadrícula Piracicaba, mapeada por Oliveira & Prado (1989). Para a área em questão, foram encontradas as seguintes classes de solos: Podzólico (atual Argissolo), Latossolo, Terra Roxa Estruturada (atual Nitossolo Vermelho), Areias Quartzosas Profundas e Litólico (atual Neossolo).

O mapeamento mais recente para o Estado de São Paulo foi realizado por Oliveira et al. (1999) (Figura 13) que, baseado na compilação de diversos produtos anteriormente citados, organizou e atualizou a nomenclatura taxonômica dos tipos pedológicos (solos) de acordo com a classificação proposta pela EMBRAPA (1999). Esse mapeamento constitui a principal, e mais bem difundida, publicação sobre os solos do Estado de São Paulo, sendo de grande utilidade para o planejamento regional, atividades didáticas em cursos de ciências do solo, entre outras utilidades.

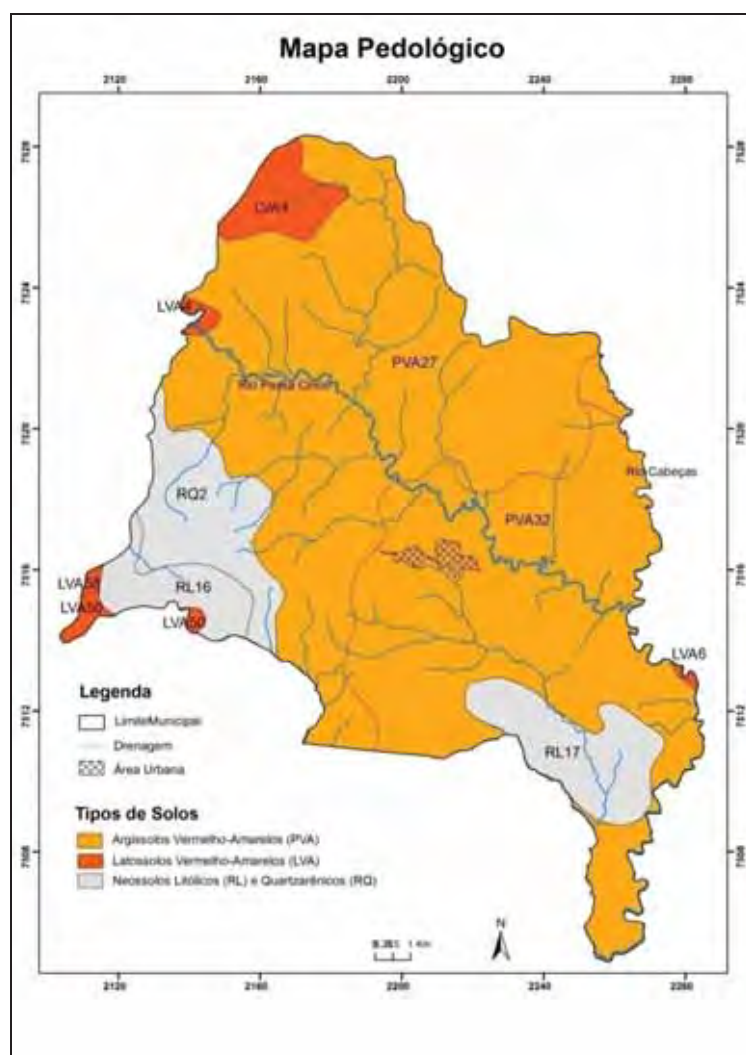


Figura13: Área da região de Ipeúna do Mapa Pedológico do estado de São Paulo realizado por Oliveira et al. (1999), em escala 1:500.000.

4.4.1. Coberturas de Alteração Intempérica (CAIs)

Além dos levantamentos clássicos de solos, geralmente destinados a questões agrônomicas, Jiménez-Rueda (1993), Volkmer (1993) e Gonçalves (1993) realizaram

levantamentos com o intuito de caracterizar as CAIs para múltiplas aplicações na Quadrícula São Carlos, região centro-oeste de São Paulo, onde está inserida Ipeúna. Para se estabelecer propriedades e definir a distribuição das coberturas, foram realizadas interpretações em imagem de satélite (1:100.000); inspeções de campo; análises físicas, químicas e mineralógicas; e prospecções geofísicas.

As coberturas de alteração intempérica correspondem a materiais residuais resultantes dos processos intempéricos e constituem um manto de alteração. Esse material pode ter origem autóctone ou alóctone, mas no momento se instalou a alteração intempérica passou a constituir um depósito autóctone (VOLKMER, 1993).

Tais CAIs sofreram, provavelmente, os processos de laterização, podzolização, salinização, silicificação, gleização e/ou bauxitização, porém a atuação dos climas tropicais e subtropicais atuais levou ao predomínio do processo de latossolização (VOLKMER, 1993).

Os aspectos (fisiografia, litologia, morfoestrutura, propriedades sedimentológicas, mineralogia, propriedades e usos) que distinguem as CAIs umas das outras, definem o caráter geotécnico e ambiental do meio, podendo determinar os tipos de uso e ocupação (VOLKMER, 1993). Portanto, o estudo das CAIs é fundamental para o ordenamento territorial e planejamento regional (JIMÉNEZ-RUEDA, 1993).

Volkmer (1993), realizou o estudo das coberturas para a quadrícula de São Carlos (escala 1:100.000), definindo oito CAIs, das quais seis ocorrem na área que abrange Ipeúna (Figura 14) e serão descritas, resumidamente, a seguir.

A Cobertura Corumbataí encontra-se em relevo suavemente ondulado a ondulado com padrão de drenagem dendrítica. A cobertura, tipificada por unidades de alteração intempéricas (UAIs) dos tipos monossilíticas, bissilíticas e alíticas, está distribuída em altitudes que variam de 600 a 800 m, onde domina o intemperismo de tipo latossólico (oxídico), além de processos cambissólicos, podzólicos e regossólicos.

Os materiais encontrados são de textura argilo-siltosa, de coloração cinzenta média a escura e quanto menor a declividade, maior é a quantidade de material argiloso e menor a de material siltoso, o que condiciona uma baixa permeabilidade desse material.

Os solos dessa cobertura estão representados por Podzólico vermelho-amarelo, Latossolo vermelho-escuro e principalmente por Litossolos. Com tonalidades pardo-escuro, vermelho, vermelho-escuro e cinza médio a escuro.

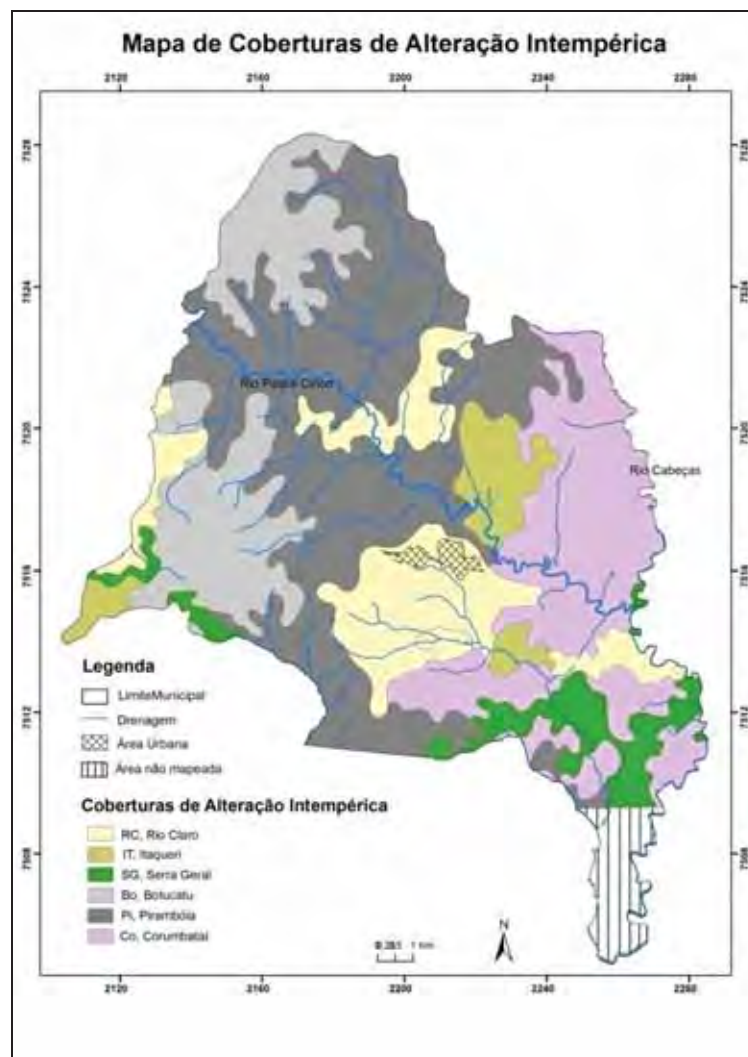


Figura 14: Mapa de Coberturas de Alteração Intempérica da Quadrícula São Carlos, compilado de Volkmer (1993).

Os sedimentos da Cobertura Pirambóia ocorrem em relevo suavemente ondulado a plano, padrão de drenagem tipo sub-angular a paralelo, mais dissecado que o do Corumbataí e normalmente aparece em degraus topográficos separados por quebras negativas. A cobertura está distribuída entre as altitudes de 650 e 750 m, dominando o intemperismo latossólico, porém com boa presença de cambissolização, podzolização e regolitização e o desenvolvimento de unidades do tipo monossialíticas e bissialíticas.

Predomina textura arenosa com a fração de areia fina mais abundante, seguida por areia muito fina e argilosa. O aumento gradual do teor de finos é verificado nos horizontes, do topo para a base. A coloração desta unidade varia de cinza médio escuro a claro.

Os principais tipos de solos derivados dessa cobertura são Latossolos vermelho-amarelo, podendo variar para Latossolo vermelho-escuro quando há intrusão de rochas básicas.

A Cobertura Botucatu situa-se em relevo ondulado, moderadamente ondulado, muito ondulado ou em encostas acidentadas, dependendo da tectônica, clima, relações de contatos, grau de resistência (material arenoso) e grau de litificação (silicificação).

Está presente sobre os níveis intermediários de 700 a 850 m (entre as serras de Itaqueri e São Pedro e na base das serras de Santana e São Pedro) e sobre picos mais elevados capeando os chamados relevos residuais ou morros testemunhos (Morros do Baú, Camelo, Pelado e Cuscuzeiro).

Sua drenagem é de baixa densidade, do tipo ortogonal a angular de baixo ângulo, com amplos vales fluviais e extensas planícies de inundação, encobertas por sedimentos arenosos, em sua maioria de areia fina de coloração clara (cinza e esbranquiçada), dominando os processos de latossolização, além de cambissolização, podzolização e regolitização, com unidades do tipo monossialíticas, bissialíticas e alíticas.

Quando a Cobertura Botucatu se encontra em contato com as coberturas Pirambóia, Serra Geral ou Itaqueri há aumento da fração argila e mudança para cores avermelhas de tons escuros; isso ocorre devido a possíveis processos de oxidação nos horizontes superficiais. Na área de estudo são encontrados Latossolos vermelho-amarelo ou vermelho-escuro e Areias Quartzosas Litossólicas.

A Cobertura Serra Geral e Intrusivas Básicas possui material referente à alteração das rochas básicas (derrames basálticos e intrusões de diabásio), ocorrendo em corpos localizados, sobre relevo tabuliforme, com dissecação moderada, terrenos de inclinação variável, drenagem do tipo dendrítica a subangular e altitudes que oscilam de 600 a 900 m.

A textura dos sedimentos é predominantemente argilosa, podendo ser franco-argilo-arenosa quando em contato com o Botucatu. As cores variam do vermelho, vermelho-escuro e bruno escuro (na presença de hematita, magnetita e ilmenita), para tons mais claros e amarelados (na presença de goethita e limonita). Nesta cobertura se apresentam todos os tipos de processos de alteração, tipificados pelas unidades monossialíticas e alíticas.

Os solos associados a essa cobertura são, em maioria, os Latossolos Roxo, podendo variar para Latossolos vermelho-escuro.

A Cobertura Itaqueri possui seus mantos de alteração em porções mais elevadas, de relevo ondulado a fortemente ondulado, às vezes acidentado (serras de São Pedro, Itaqueri, do Cuscuzeiro e Planalto Residual de São Carlos), entre as cotas de 750 a 1040 m, sobre as demais unidades litoestratigráficas, formando níveis cascalhentos ou carapaças ferruginosas

que sustentam o relevo tabuliforme. Apresentam densidade de drenagem média a baixa, com padrão variando de angular a subangular.

Esses depósitos ocorrem em diferentes níveis altimétricos, proporcionados por eventos tectônicos que geraram escalonamento e a movimentação desse material de alteração, que repousa de forma discordante sobre as Formações Serra Geral, Pirambóia e Botucatu. Sua composição litológica é basicamente arenosa, com a presença de siltitos, conglomerados, secundariamente argilas e, em algumas áreas, grande quantidade de frações mais grosseiras do tipo cascalho e seixos.

Tais sedimentos são evidenciados por uma série de cores e tonalidades de vermelho, pardo, bruno e cinza, com os mais diversos processos de alteração e unidades do tipo monossialíticas e alíticas. Os tipos pedológicos encontrados na área são os Latossolos vermelho-amarelo úmbrico, Podzólico vermelho-amarelo laretítico, Litossolo, Cambissolo e Plintossolo pétrico em residual alteração latossólica.

A Cobertura Rio Claro encontra-se geralmente sobre as rochas da Formação Corumbataí, Botucatu e Serra Geral. Possui grande variedade granulométrica, sendo representada por depósitos areno-argilosos, cascalhentos e argilosos no contato com a Formação Corumbataí.

Ocorre sobre relevo suavemente ondulado a plano, com encostas suavizadas, entre as altitudes de 550 a 750 m e densidade de drenagem média a baixa com padrão dendrítico a angular.

A grande variedade textural e o domínio da latossolização do tipo monossialítica estão refletidos na coloração e tonalidade dos sedimentos, que podem ser pardo, pardo escuro, cinza avermelhado, branco e os mais diversos tons de vermelho. Solos do tipo Latossolo vermelho-amarelo são associados a essa cobertura.

4.5. Clima

Ab'Saber (1956), interpretando os estudos climáticos de José Setzer, reconheceu um tipo climático *Cwa* de Köppen (quente com inverno seco) para a área central da Depressão Periférica e o tipo *Cwb* (temperado com inverno seco) para a região mais alta da cuesta, na região de São Carlos, sendo uma zona de transição do clima tropical para o temperado, com duas estações bem marcantes: muito chuvosa (de outubro a abril) e uma mais seca (de maio a setembro). A classificação de Köppen se baseia nos valores médios anuais ou mensais de

temperatura e precipitação, não levando em conta pressão, ventos, massas de ar, frentes ou tempestades.

Penteado (1968) considerou o clima da região oeste da Depressão Periférica como sendo Aw (tropical chuvoso, com chuvas no verão), onde as temperaturas são relativamente altas e a pluviosidade elevada em certa época do ano, sendo a intensidade das precipitações o elemento mais importante na consideração dos processos de esculturação das vertentes.

Monteiro (1973) elaborou uma síntese dentro da ótica da climatologia dinâmica, com o Mapa de Tentativa de Classificação do Clima do estado de São Paulo, levando em conta, hierarquicamente, os mecanismos de circulação atmosférica, os fatores geomorfológicos, e influência da organização ecológica e da ação antrópica. Segundo esta classificação, a área de Ipeúna se insere no setor V – Depressão Periférica, setor Norte e Serra de São Carlos. O clima regional apresenta moderada precipitação, sendo controlado por três grandes correntes da circulação regional: Tropical Atlântica, Tropical Continental e Polar Atlântica.

Jiménez-Rueda (1993) realizou o balanço hídrico da região da área de estudo segundo o sistema de Mohr, atribuindo ao Planalto Ocidental os grupos IV e V e à Depressão Periférica o grupo IV. O grupo V (Figura 15, A) apresenta estação seca intensa, de 1 a 4 meses úmidos, 4 a 5 meses secos e 3 a 7 meses intermediários, com a evapotranspiração excedendo a precipitação na maior parte do ano, a seca no solo atinge grandes profundidades. O grupo IV (Figura 15, B) representa clima com estação seca bem marcada, de 4 a 9 meses úmidos, com precipitação maior que 100 mm e de 2 a 3 meses secos, com 60 mm ou menos, 0 a 6 meses intermediários, com a evaporação excedendo a precipitação em parte do ano, o solo fica seco até uma profundidade considerável.

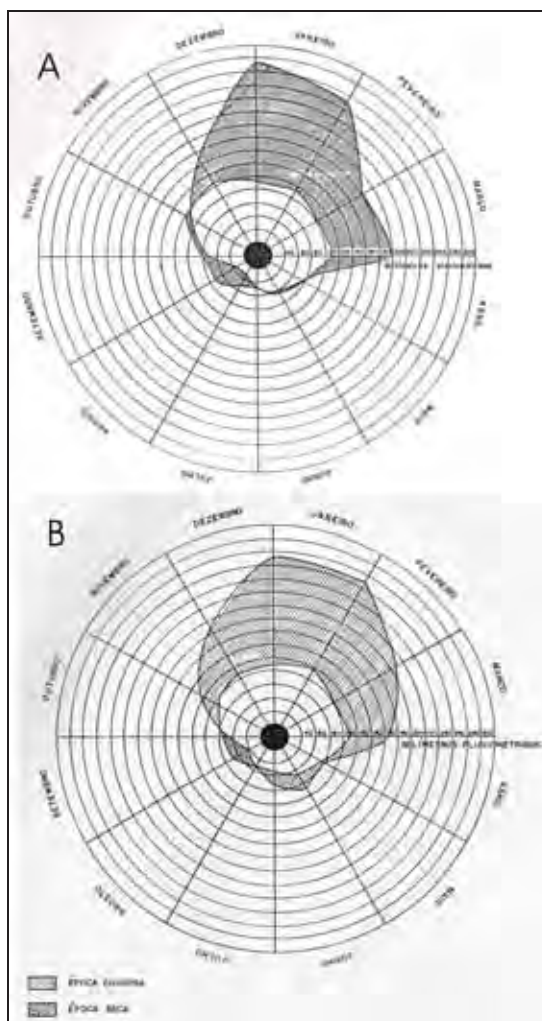


Figura 15: Distribuição da disponibilidade hídrica da região do Planalto Ocidental (A) e da Depressão Periférica (B) paulistas, período de 1974 a 1990. FONTE: Jiménez-Rueda (1993).

Menardi Jr (2000), analisando o regime e ritmo das chuvas na Bacia do Rio Piracicaba em um período de trinta anos, subdividiu a bacia em cinco compartimentos, incluindo Ipeúna e toda a Bacia do Rio Corumbataí no compartimento Noroeste, o qual possui alto índice pluviométrico, originado principalmente pela ação da Frente Polar Antártica, concentrando-se no front das Cuestas Basálticas, com forte influência da orografia.

Segundo Silva (2001), a Bacia do Rio Corumbataí apresenta regime pluvial bem definido, com chuvas nos trimestres janeiro/fevereiro/março e outubro/novembro/dezembro; e o início da estiagem se dá em abril e agrava-se nos meses de junho, julho e agosto. O autor também mostrou que as regiões central e norte da bacia em questão recebem maiores contribuições das chuvas. Outros dados obtidos no referido trabalho corroboram as análises já feitas por Menardi Jr. (2000).

Além dos climas atuais, é de suma importância a caracterização dos paleoclimas e suas variações, principalmente os do Quaternário, já que exerceram influência na formação da paisagem e nas condições de estabilidade ou instabilidade nas mesmas.

Durante o Quaternário o clima foi marcado por flutuações que levaram à alternância entre fases glaciais e fases com aquecimento relativo do planeta (interglaciais). Durante as épocas de glaciação, as regiões tropicais e subtropicais apresentavam climas severos do tipo semi-árido, e nas épocas interglaciais apresentavam condições climáticas semelhantes às atuais, de caráter úmido e sub-úmido.

No âmbito atual, há maior incidência, no verão, das massas tropicais em condições de instabilidade, o que gera fortes e rápidos aguaceiros de trovoadas. No inverno, embora as chuvas pesadas sejam menos frequentes, também ocorrem, quando de um avanço rápido da frente polar. Os primeiros aguaceiros, do fim da primavera e início do verão, encontram o solos ressecado pelo longo período seco de maio a agosto ou setembro, coincidindo com o final do ciclo agrícola, quando os campos de cultura estão desprotegidos, apenas com restos da última colheita ou arados. O resultado é a ablação intensa dos solos, com predomínio do escoamento areolar difuso ou laminar, nas vertentes com inclinação inferior a 10°, e do escoamento torrencial concentrado em fundas ravinas nas rampas de inclinação superior a 15° ou 20° (PENTEADO, 1968).

Assim se explica a predominância dos litossolos na área, especialmente nas vertentes esculpidas nos siltitos do Grupo Passa Dois, com inclinação entre 10° e 15°. Apenas na zona subtabular do interflúvio, onde dominam depósitos arenosos modernos, a ação do escoamento difuso ou pelicular é menos acentuada, devido à influência da topografia e à grande permeabilidade destes sedimentos, restringindo a violência e o volume do escoamento na superfície (PENTEADO, 1968).

4.6. Vegetação e uso da terra

Valente & Vettorazzi (2002) analisaram a estrutura florestal da Bacia do Rio Corumbataí através da confecção do mapa de uso e cobertura do solo e a aplicação de índices de Ecologia da Paisagem sobre o mesmo. Tais autores constataram que as porções com maior área de floresta nativa e maiores fragmentos desta vegetação são as sub-bacias do Passa Cinco e do Alto Corumbataí, onde os solos são mais sensíveis à erosão e ocorrem as maiores declividades. No panorama da bacia hidrográfica, restaram apenas 11,25% das formações florestais originais e 1,25% do cerrado original (VALENTE, 2001).

A Bacia do Rio Corumbataí apresenta predominância de uso agrícola (Quadro 1 e Figura 16), ocorrendo na sub-bacia do Rio Passa Cinco 51,72% de pastagens e na sub-bacia do Baixo Corumbataí 49,3% do cultivo de cana-de-açúcar (Quadro 2) (VALENTE, 2001); nestas duas sub-bacias está inserido o município de Ipeúna. Além de contribuir com o processo de fragmentação, a cultura da cana-de-açúcar e o seu manejo causam alto risco de incêndios florestais nos fragmentos que ainda restam.

Quadro 1: Uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Corumbataí. FONTE: Valente (2001).

USO E COBERTURA DO SOLO	ÁREA (%)
Cana-de-açúcar	25,57
Pastagem	43,68
Floresta Plantada	7,33
Floresta Nativa	11,11
Cerrados	1,25
Fruticultura	2,82
Cultura Anual	1,02
Mineração	0,09
Área Urbana	2,77

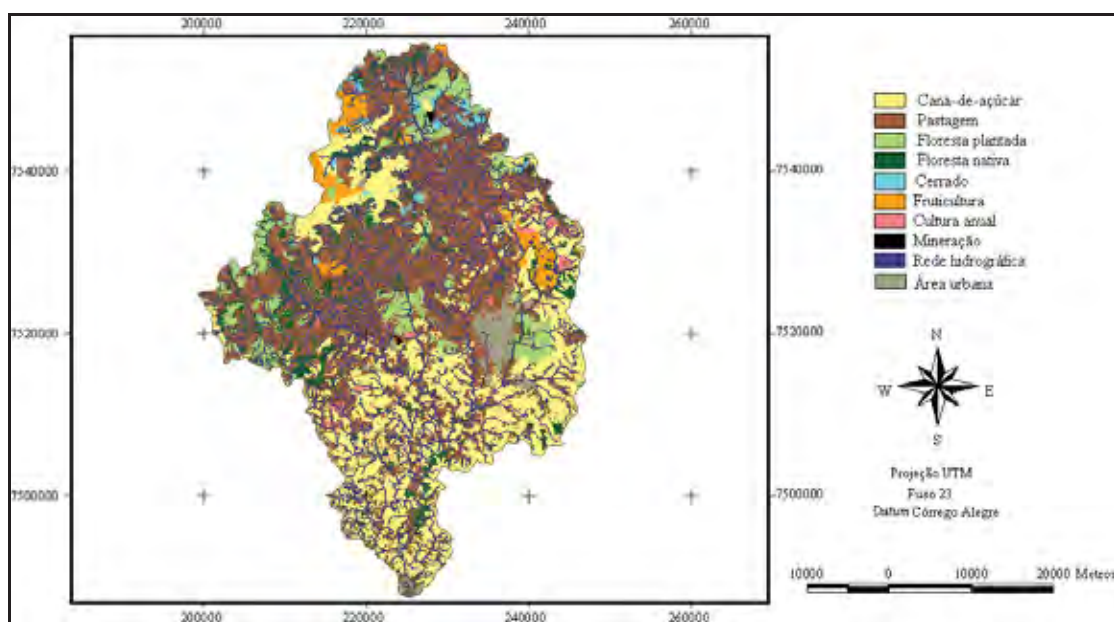


Figura 16: Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Corumbataí. FONTE: Valente (2001).

Quadro 2: Uso e cobertura do solo nas duas sub-bacias onde está inserida Ipeúna, dentro da Bacia do Rio Corumbataí-SP. FONTE: Valente (2001).

	Sub-bacia do Passa Cinco	Sub-bacia do Baixo Corumbataí
USO E COBERTURA DO SOLO	(%)	(%)
Cana-de-açúcar	14,3	49,3
Pastagem	51,72	33,10
Floresta Nativa	15,67	8,64
Cerrado	0,74	0,0

De acordo com o mapa de uso e ocupação do solo de Ipeúna em escala 1:100.000, elaborado por Rodrigues (2009), há predomínio da cana-de-açúcar (Figura 17), principalmente no sudeste da área, cuja declividade é mais baixa (0 a 15%) e favorece a mecanização da agricultura. Por outro lado, a porção noroeste apresenta concentração de pastagens, devido à maior declividade do terreno (15 a mais de 45%).

Observa-se, então, que em Ipeúna, bem como em toda sua região, o processo de ocupação espacial conduziu a uma marcada alteração ambiental e ao não cumprimento do Decreto Estadual nº 20.960 de 8 de junho de 1983 que dá as diretrizes e restrições ao uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí-Botucatu-Tejupá (Figura 18), que ocorre em 75,42% do território de Ipeúna (IPEF, 2002).

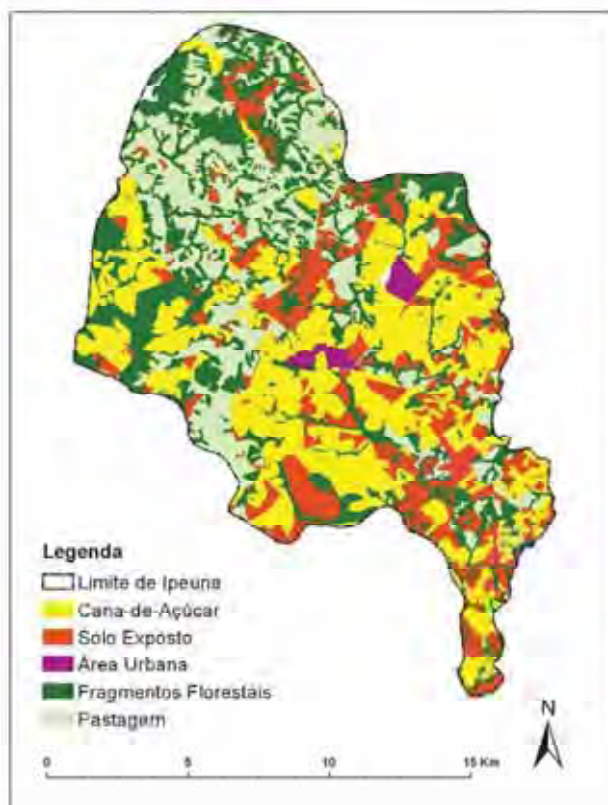


Figura 17: Mapa de uso e ocupação do solo de Ipeúna. FONTE: Rodrigues (2009).

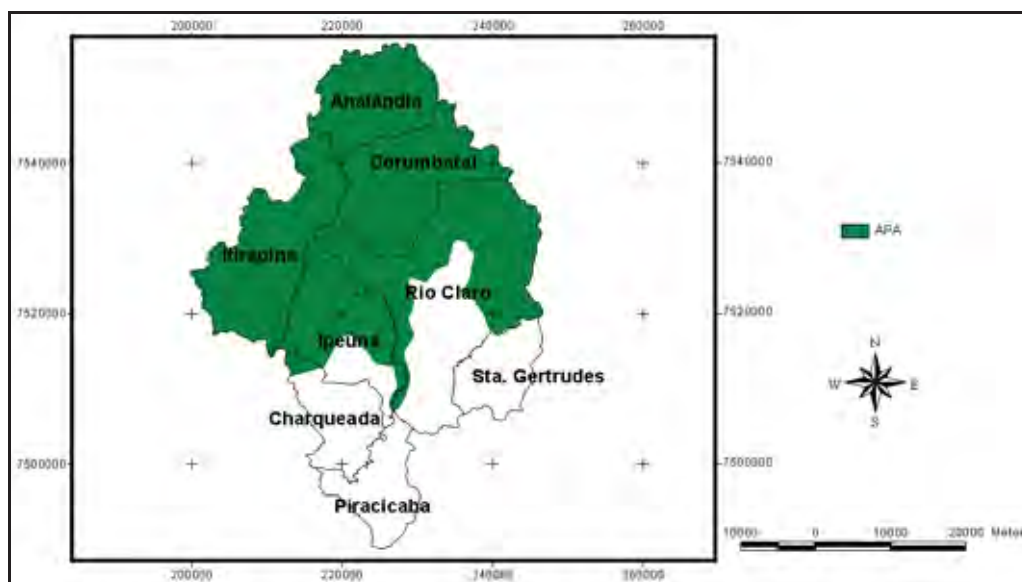


Figura 18: Limites da APA Corumbataí-Botucatu-Tejujá que estão dentro da Bacia do Rio Corumbataí. FONTE: IPEF (2002).

A preocupação com este cenário de degradação impulsiona o trabalho realizado pelo Centro de Pesquisas Mokiti Okada (CPMO), localizado em Ipeúna, que atua nas atividades agrícolas de algumas propriedades rurais no município, desenvolvendo e aplicando técnicas sustentáveis de agricultura e produção animal baseadas nos conceitos da *Agricultura Natural*, que procura reciclar os recursos naturais para tornar a exploração agrícola duradoura e racional. O CPMO ainda desenvolve projetos sócio-educacionais, os quais interessam ao município serem incorporados em suas escolas, a fim de inserir o conceito de sustentabilidade aos alunos (RODRIGUES, 2009).

Sendo a erosão acelerada uma das respostas do meio físico diante das alterações antrópicas, Giangiulio (2009) detectou pontos que sofrem erosão linear acelerada e propôs medidas de prevenção e controle da mesma em uma região ao norte do município de Ipeúna.

A autora observou sulcos em solo arenoso da Formação Pirambóia acelerados pelo pisoteio de gado; sulcos que podem evoluir para ravinas causados pelo escoamento de águas pluviais em beira de estradas não pavimentadas; erosão originada do descarte de água pluvial de sistemas de drenagem em área de alta declividade, alto comprimento de rampa e solo arenoso; e ainda, como resultado deste quadro de erosão, ocorre em diversos pontos o assoreamento de cursos d'água (Figura 19).



Figura 19: Pontos de assoreamento do Rio Passa Cinco-SP. FONTE: Zoratto (2009).

Na mesma área de estudo - norte de Ipeúna -, Zoratto (2009) realizou a divisão do terreno em dez unidades geológico-geotécnicas, tendo sido as unidades “Pirambóia em morrotes alongados”, “Pirambóia podzólico em meia encosta” e o contato entre “Depósitos Coluvionares Cenozóicos” e “Corumbataí em colinas médias” as mais suscetíveis à erosão. As unidades “Basaltos em relevo escarpado” e “Arenito em relevo escarpado” apresentaram as menores suscetibilidades à erosão em geral.

Em relação às descrições da vegetação ocorrente na região, Rodrigues (1999) compilou trabalhos desde o final do séc. XIX e início do séc. XX até trabalhos mais atuais realizados em remanescentes de vegetação natural na Folha de Piracicaba, onde se insere Ipeúna, tendo em vista caracterizar os tipos vegetacionais ocorrentes, os quais estão descritos abaixo, segundo o referido autor.

A formação vegetacional dominante é a Floresta Estacional Semidecidual, a qual desenvolve-se em valores médios de temperatura e umidade e apresenta deciduidade em algumas de suas espécies na estação seca. É a formação que mais sofreu com as intervenções antrópicas, estando restrita hoje a fragmentos remanescentes encravados em áreas de difícil acesso, consideradas inaptas para práticas agrícolas ou protegidos em forma de reservas ou parques ecológicos. Ocupa tanto solos mais argilosos como mais arenosos dentro da Folha de Piracicaba (RODRIGUES, 1999).

A Floresta Estacional Semidecidual se apresenta com características de uma formação nos estágios iniciais da sucessão nas serras do Itaqueri, de Santana, de São Pedro e Morro Grande, pois estão sobre as cuestas basálticas, onde predomina solo litólico e raso, facilitando deslizamentos e constantes perturbações na mata (RODRIGUES, 1999).

Outra formação que ocorre na região é a floresta ripária, vegetação que se apresenta ao longo dos cursos d'água com características florísticas e estruturais próprias, sendo que, na região, os vales dos rios são bem encaixados e há pouca ocorrência de depressões que acumulam água em algum período do ano e selecionam espécies adaptadas à saturação hídrica do solo (RODRIGUES, 1999).

A formação Floresta Paludosa também está presente na área e desenvolvem-se sob inundação permanente, onde sobrevivem apenas espécies resistentes ao encharcamento constante. Possui distribuição fragmentada, pois ocorre apenas sobre solos com forte influência hídrica. Nas áreas com residência mais prolongada de água no solo, desenvolve-se vegetação herbácea, enquanto que nas áreas sem impedimentos de drenagem superficial desenvolve-se formação florestal, definida então pela condição geomorfológica local (RODRIGUES, 1999).

A Floresta Estacional Decidual é mais uma formação observada na região. Desenvolve-se sobre solos litólicos e apresenta fisionomia e florística próprias, bem distinta das demais formações da região e até do estado de São Paulo, cuja ocorrência é condicionada por fatores edáficos e não climáticos. As condições de solo raso, elevada acidez e baixa capacidade de retenção hídrica do solo na estação seca selecionam uma vegetação com adaptações fisiológica e morfológicas à deficiência hídrica estacional. A condição de solo

litólico também determina nessa área, uma baixa drenagem do solo durante o período chuvoso, o que promove a formação de canais superficiais, não interligados e sem orientação definida. Nessas áreas há a seleção de espécies que possam resistir à deficiência hídrica na estação seca, mas que também estão sujeitas a um acúmulo de água nos canais no período chuvoso. Alguns fragmentos de tal formação podem ser encontrados nas encostas e topo de algumas formações serranas ocorrentes nos limites da cuesta basáltica com o Planalto Ocidental (RODRIGUES, 1999).

As formações designadas Cerrados ocupavam originalmente áreas fora da influência de cursos d'água, especialmente nas partes elevadas das colinas da Depressão Periférica e no Planalto Ocidental. Tais áreas de vegetação arbustivo arbórea foram substituídas por culturas e pastagens, restando hoje pequenos fragmentos isolados, onde a composição florística é muito mais pobre do que a observada na região nuclear do cerrado (Brasil Central) (RODRIGUES, 1999).

Nessas áreas, em função de características edáficas, a formação dominante original era o cerradão, de estrutura florestal arbórea, com manchas de cerrado “senso stricto”, de estrutura arbustiva. Porém o histórico de perturbações, principalmente pelo fogo, fizeram com que os cerradões assumissem fisionomia de cerrado “senso stricto”. Os cerrados “senso stricto” ocorrem em latossolos bem drenados, distróficos e fortemente ácidos, sendo que as espécies típicas dessa condição apresentam baixos teores de macronutrientes catiônicos e de fósforo nos tecidos foliares. Os cerradões ocorrem sobre solos mesotróficos, com altos teores de cálcio, que se expressam também nos tecidos foliares (RODRIGUES, 1999).

Em relação aos atrativos naturais com potencial turístico, Corvalán et al. (2007) em um Inventário Ecoturístico, ressalta a ocorrência de cachoeiras, corredeiras, cavernas, *canions*, lagos, paredões e mirantes na Bacia do Rio Passa Cinco, a qual ainda carece de investimentos em infraestrutura básica, como sinalizações, instalações e vias de acesso, para que se possa usufruir de toda a diversidade paisagística, além da preservação ambiental.

Baseando-se em Corvalán (2005), Rodrigues (2009) gerou o Mapa de Localização dos Atrativos Turísticos de Ipeúna (Figura 20), ressaltando que tais pontos possuem sua relevância turística devido aos atributos geomorfológicos, principalmente nas mesas basálticas e escarpas festonadas, além do estado que se encontram a vegetação e a fauna remanescentes.



Figura 20: Mapa de Localização dos Atrativos Turísticos em Ipeúna. FONTE: Rodrigues (2009).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização fisiográfica do município de Ipeúna foi feita com base no método de fotointerpretação denominado análise fisiográfica, cujo objetivo é identificar, delimitar, caracterizar e classificar as diferentes unidades da paisagem. O resultado é o Mapa Fisiográfico e sua respectiva Legenda Fisiográfica.

A classificação das unidades fisiográficas seguiu o sistema piramidal proposto por Villota (1992) (Figura 3), com seis níveis categóricos.

O três níveis categóricos superiores (Província Fisiográfica, Unidade Climática e Grande Paisagem) foram definidos com base na bibliografia consultada na etapa do Diagnóstico Zero, sendo o primeiro nível categórico denominado Província Paraná. O segundo e o terceiro nível categórico apresentam variação na área de estudo e por isso há duas Unidades Climáticas distintas denominadas por Köppen de Cwa e Cwb, e duas Grandes Paisagens denominadas Depressão Periférica e Planalto Ocidental (ROSS & MOROZ, 1997).

Portando, a análise fisiográfica (fotointerpretação) foi direcionada para a compreensão dos três níveis categóricos inferiores (Paisagem, Sub-paisagem e Elemento da Paisagem). O Quadro 3 apresenta a Legenda Fisiográfica e a organização hierárquica das unidades fisiográficas mapeadas.

Quadro 3: Organização hierárquica das unidades fisiográficas do município de Ipeúna-SP.

Província Fisiográfica	Unidade Climática	Grande Paisagem	Paisagem Fisiográfica		Sub-paisagem	Elemento
Província Paraná			Aluvial	Planície de inundação do Rio Passa Cinco (A1)	1. do Canal principal 2. do Afluente 3. Terraço	
				Planície de inundação do Rio Cabeças (A2)		
				Planície de Inundação do Rio Corumbataí (A3)		
	Cwa (quente com inverno seco)	Depressão Periférica	Estrutural	Planalto muito baixo (P1)	1. Topo 2. Talude	Topo: (fd) Fortemente dissecado (md) Moderadamente dissecado (pd) Pouco dissecado Talude: 1. Convexo 2. Côncavo 3. Retilíneo 4. Misto
				Coluvial/Aluvial		
	Cwb (temperado com inverno seco)	Planalto Ocidental	Estrutural	Planalto alto (P5)		
Planalto muito alto (P6)						

Foram identificadas 148 unidades, distribuídas em três tipos de Paisagens Fisiográficas (Aluvial, Coluvial/Aluvial e Estrutural). A denominação do quarto nível categórico se baseou no(s) provável(is) processo(s) predominante(s) quando da origem das formas de relevo. A definição das unidades da paisagem se apresentou como uma tarefa muito complexa dentro da etapa da análise fisiográfica, pois a área apresenta grande variedade de formas de relevo devido à sobreposição de processos morfogenéticos atuais e passados, que determinam um caráter policíclico à paisagem. A representação das Paisagens Fisiográficas e suas subdivisões podem ser observadas na Figura 21 e, com maior detalhe, no Anexo 1.

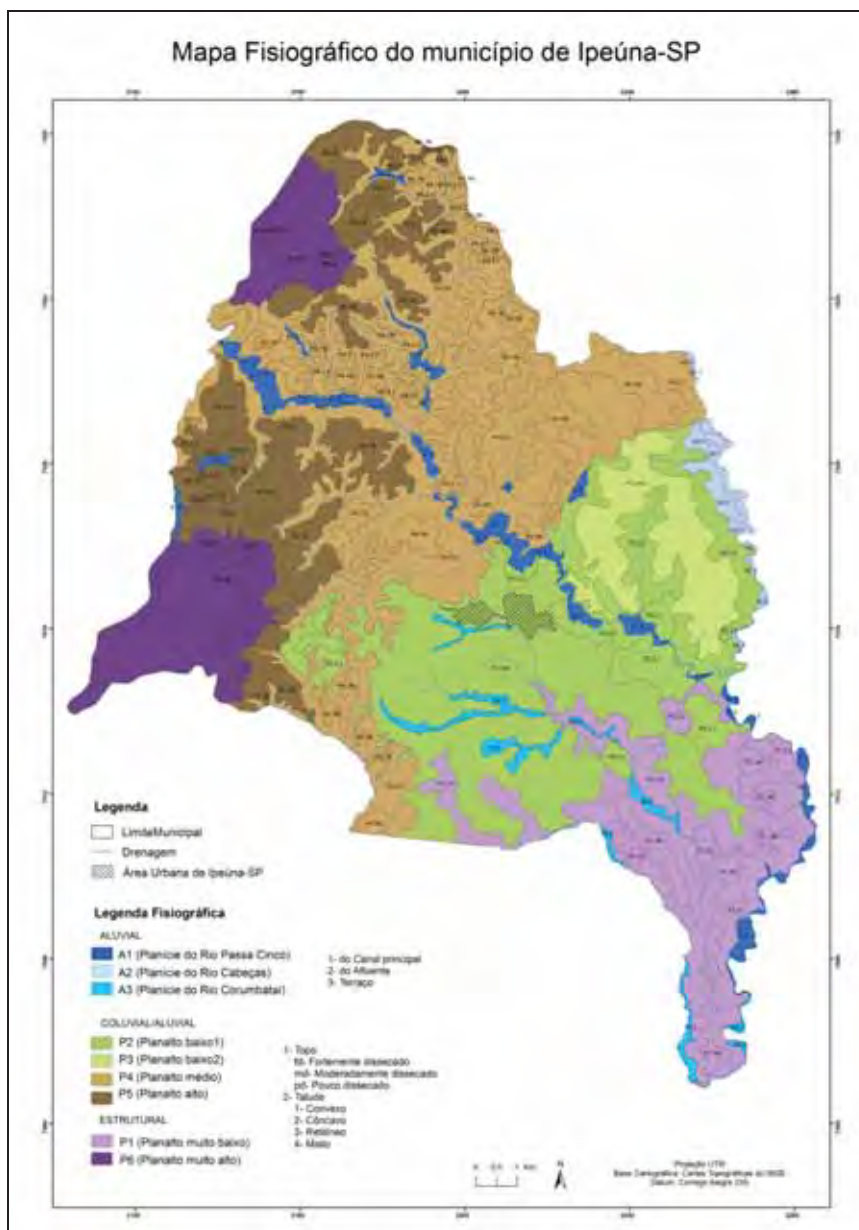


Figura 21: Mapa Fisiográfico do município de Ipeúna-SP, representando as paisagens fisiográficas.

Ao longo do texto que segue, tais unidades fisiográficas estão descritas e caracterizadas quanto a relevo, comportamento espectral, solo e geologia, de acordo com o estudo das fotografias aéreas e os levantamentos de campo, além do conhecimento que a aluna adquiriu com o levantamento bibliográfico e cartográfico que compõe o Diagnóstico Zero.

5.1. Paisagem Aluvial

As paisagens fisiográficas aluviais são identificadas nas fotografias aéreas por suas tonalidades escuras, advindas da alta umidade causada pelo transbordamento do rio sobre áreas planas adjacentes. As subpaisagens fluviais são: planícies de inundação dos canais principais, planícies de inundação dos afluentes, e terraços.

Entretanto, na área de estudo parte dos rios principais corre sobre rochas intrusivas (Diabásio) e apresentam vales profundos em “V” e pouca ou nenhuma planície de inundação.

Os sedimentos ocorrentes nas planícies de inundação são predominantemente arenosos e os solos pouco desenvolvidos, sendo classificados como Neossolos Flúvicos e, por vezes, Gleissolos nas áreas constantemente alagadas.

Na área de estudo os rios que dão origem a paisagens fluviais são o Passa Cinco, o Cabeças e o Corumbataí. Nota-se que tais rios são controlados por falhas e sistemas de falhas que atuaram na região e, por isso, apresentam mudanças de direção da drenagem, como cotovelos e inversões na direção dos canais.

5.1.1. Planície de Inundação do Rio Passa Cinco (A1)

A Planície de Inundação do Rio Passa Cinco localiza-se às margens do mesmo, que corta o município de noroeste a sudeste. Essa paisagem é encontrada entre as altitudes de 580 e 500 m.

Em alguns trechos o canal principal corre sobre substrato rochoso constituído por arenitos, siltitos e argilitos que, em algumas áreas, sofre forte influência de intrusões de Diabásio aflorantes no leito do canal.

As planícies de inundação são estreitas e é comum encontrar o rio correndo em vale encaixado, sem evidências de planície (Figura 22A). As planícies são formadas por depósitos recentes, constituídos por areia grossa e cascalho (Figura 22B e C)

Diversos autores (ex. RICCOMINI, 1995; MELO, 1995; SOUSA, 2002) constataram que o rio Passa Cinco é fortemente controlado por falhas e fraturas advindas de eventos tectônicos quaternários, portanto neotectônicos.

Uma evidência desse controle estrutural no vale do Rio Passa Cinco é a forte assimetria das encostas no seu entorno, observável na Figura 22D, onde a margem de onde se tirou a fotografia é muito mais elevada do que a outra margem.



Figura 22: Paisagens representativas da unidade da Planície de Inundação do Rio Passa Cinco. A) vale encaixado em trecho do Rio Passa Cinco; B) presença de cascalhos na planície do Rio Passa Cinco; C) presença de areia grossa na planície do Rio Passa Cinco; D) assimetria das margens do Rio Passa Cinco.

5.1.2. Planície de Inundação do Rio Cabeças (A2)

A Planície de Inundação do Rio Cabeças localiza-se às margens do mesmo, no extremo leste do município de Ipeúna. Essa paisagem encontra-se entre as altitudes de 600 a 530 m. Nesse rio predominam processos fluviais erosivos frente aos processos deposicionais.

Quando o Rio Cabeças apresenta planícies de inundação, essas são estreitas. Em geral, tal rio está fortemente controlado por estruturas geológicas, evidenciado por abruptas mudanças de direção do canal principal (cotovelos) e por forte angularidade nas confluências com os afluentes. Em alguns trechos, as águas do referido rio correm diretamente sobre as rochas da Formação Pirambóia, o que leva a um leito de maior escavação e, portanto, muito mais erosivo e, então, a um estreitamento da planície de inundação.

5.1.3. Planície de Inundação do Rio Corumbataí (A3)

A área de Ipeúna abrange apenas o início do Rio Corumbataí, cujo canal principal se localiza no extremo sul do município, onde apresenta um pequena planície de inundação e um pequeno terraço. Nesse trecho, o rio é, provavelmente, influenciado pelo Domo de Pitanga.

Já as unidades que representam planícies de inundação dos afluentes (principalmente o Ribeirão Água Vermelha) do Rio Corumbataí são mais freqüentes, porém pouco representativas. Tais unidades estão cercadas pelo grande e amplo Planalto baixo1 (P2).

5.2. Paisagem Coluvial/Aluvial

Esta paisagem é composta por planaltos classificados em três níveis altimétricos e ocupa grande parte da área de estudo. Estes níveis planálticos provavelmente têm origem aluvial, com seu desenvolvimento atrelado a processos erosivos resultantes de soerguimento, basculamento, rotação e abatimento de blocos, que por sua vez, a cada retomada das ações tectônicas, ficam mais expostos aos processos erosivos impostos pelos diferentes climas que atuaram em um recente passado geológico da área. Essa evolução da paisagem da área pôde ser constatada em campo, onde foram identificados horizontes compostos por elementos de paisagens tipicamente aluviaes (praias, terraços e canais), como areias e cascalhos arredondados em linha, em níveis planálticos.

5.2.1. Planalto baixo 1 (P2)

As unidades denominadas Planalto baixo 1 ocorrem na porção centro-sul da área e possuem altitudes que variam de 540 m na base das encostas até 700 m em seu topo mais alto.

Nas fotografias aéreas são caracterizadas por densidade textural baixa e níveis de cinza claro devido à presença de areia, o baixo teor de umidade e o relevo plano a quase plano (Figura 23).



Figura 23: Trecho do Planalto baixo I (P2) representando a densidade textural baixa e tonalidade em níveis de cinza claro.

Os processos que atuaram na evolução dessa unidade da paisagem têm relação com a sedimentação da Formação Rio Claro, já que os solos presentes possuem grande contribuição desse material. A sedimentação de tal Formação foi sucedida por aproximadamente 300 a 200 mil anos de clima tropical intenso (GOUVEIA *et al.*, 2002), onde os processos fluviais de agradaciao deram lugar aos processos fluviais erosivos, que entalharam essa superfície e iniciaram a dissecação das encostas e o desenvolvimento pedogenético dos materiais de topo. Esta sobreposição de processos dá caráter policíclico à unidade em questão, que sofreu processos aluviais passados e denudacionais atuais responsáveis por sua esculturação.

Os topos dessa paisagem caracterizam-se por serem muito amplos (largos), principalmente em relação às outras paisagens que ocorrem no município, que possuem em sua maioria topos estreitos e dissecados. Possui densidade baixa de drenagem e relevo quase plano, sendo que o topo da grande unidade central possui inclinação de oeste (mais alto) para leste (mais baixo).

O solo predominante é o Cambissolo Háplico, que apresenta cores pardo-avermelhada a amarelo-avermelhada, indicando condições parcialmente redutoras ou óxido-redutoras (Figura 24A). Os horizontes superficiais possuem cores pardo-escura, devido à melanização

por matéria orgânica. A transferência dessa matéria orgânica chega a horizontes mais profundos, até 1 m.

Na constituição desses solos predominam materiais pertencentes à Formação Rio Claro. As profundidades chegam a 3 metros, são solos friáveis e fracamente estruturados. Localizam-se sobre rocha alterada da Formação Corumbataí, que apresenta, por vezes, processos de plintificação e goethitização, onde a matriz é avermelhada e há camadas caulinizadas e manchas amareladas, além de lateritas de 1 a 10 cm de diâmetro (Figura 24B). Assim, pode-se inferir que esse processo de alteração da rocha se deu sob condições climáticas de intenso tropicalismo, situado provavelmente no Terciário. Em outras localidades, tais rochas apresentam matriz cinza-claro com manchas de cores vermelho-fraca e vermelha (Figura 24C).

Os taludes encontram-se logo abaixo dos topos, sendo diferenciados desses pelo aumento da densidade de drenagem e ruptura de relevo marcante. Em geral, são constituídos de rocha alterada da Formação Corumbataí e, por isso, os solos mais comuns são Neossolos ou Litólicos. No ponto 4 (Anexo 2), na rodovia SP-191, foi encontrado material depositado por um paleocanal, sobre material da Formação Corumbataí (Figura 25A e B). Tal material foi datado pela técnica de Termoluminescência por Ferreira (2008) em 745.000 anos (+- 78.000), período no qual, segundo Gouveia *et al.* (2002), o clima desta região era menos úmido que o atual e se instalavam canais de drenagem com padrão entrelaçado (*braided*).

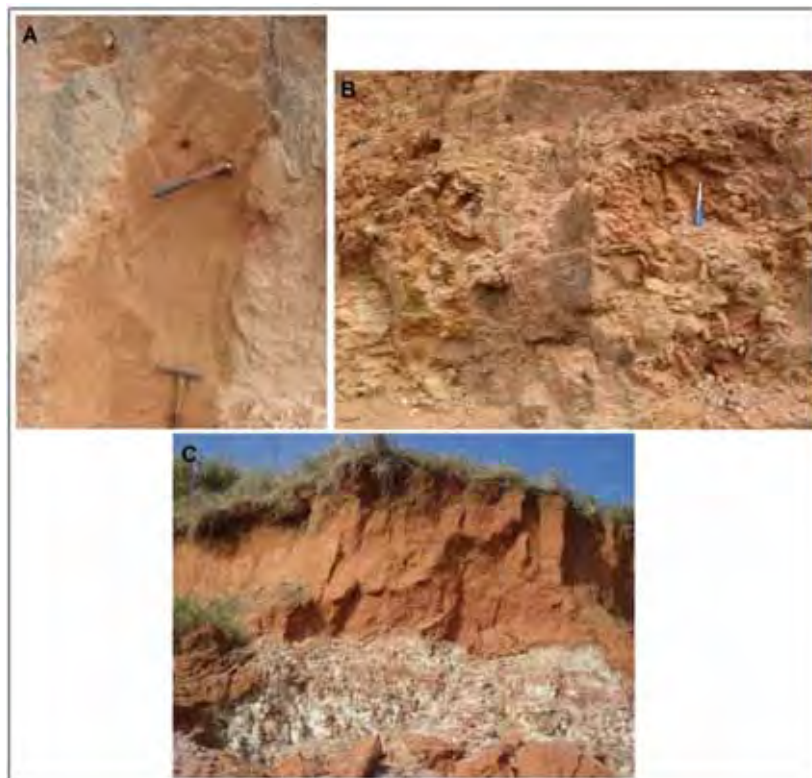


Figura 24: Materiais representativos da paisagem Planalto baixo 1. A) perfil de Cambissolo típico dos topos; B e C) rocha alterada da Formação Corumbataí.

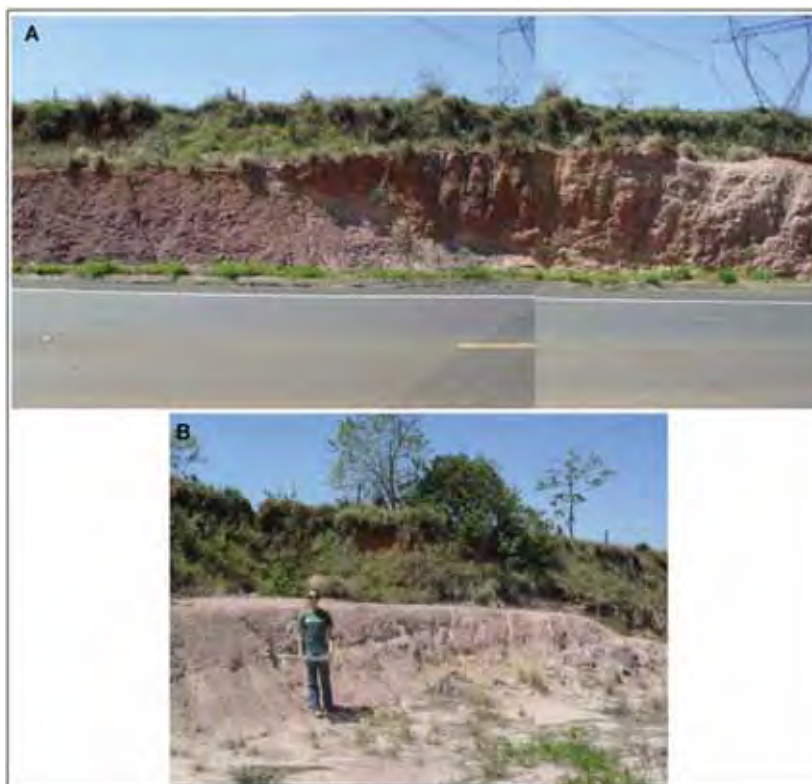


Figura 25: Paisagens representativas do Planalto baixo1. A e B) material depositado por paleocanal.

5.2.2. Planalto baixo 2 (P3)

O Planalto baixo 2 localiza-se no centro-leste do município e é representado por uma única unidade de topo, cujo relevo é plano suavemente convexo. Há uma variação na altitude de 580 a 640 m.

Nas fotografias aéreas, tal unidade apresenta densidade textural baixa e tonalidades entre níveis de cinza médios a escuros. Em relação à drenagem, a densidade é muito baixa.

O material dessa unidade assenta sobre as rochas alteradas da Formação Corumbataí (Figura 26A). Na porção grossa desses solos, encontra-se mais de 50% de quartzos hematizados, o que mostra a ocorrência de uma forte laterização em profundidade, desenvolvida também sobre o material de origem da Formação Pirambóia e que chega a atingir 2 a 3 metros de espessura. Essa característica, somada à fraca estruturação, permitiram denominar esses solos como Latossolos (Figura 26B). São solos de coloração vermelho escuro e contêm elementos de rochas básicas nos horizontes mais profundos, como magnetitas.



Figura 26:A) material latossólico sobre rocha alterada da Formação Corumbataí; B) perfil de Latossolo, típico da unidade que representa o Planalto baixo 2.

5.2.3. Planalto médio (P4)

As unidades denominadas Planalto médio têm ampla ocorrência na área, predominando no centro-norte de Ipeúna. Na área de estudo, é a Paisagem Fisiográfica com maior densidade de drenagem e maior grau de dissecação, demonstrando a alta taxa de erosão e, provavelmente, de fraturamento. Assim, as sub-paisagens de topo são pequenas em relação à todas as outras unidades.

As unidades variam de 570 m a 660 m e predominam encostas convexas na parte superior e côncavas na inferior (Figura 27A). Essa paisagem está associada a rochas das Formações Corumbataí (Figura 27B) e Pirambóia (Figura 27C), muitas vezes capeadas por depósitos colúvio-aluviais pouco espessos de composição, em geral, arenosa e com presença de seixos de quartzo subangulares e subarredondados de tamanho e forma variados (Figura 27D).

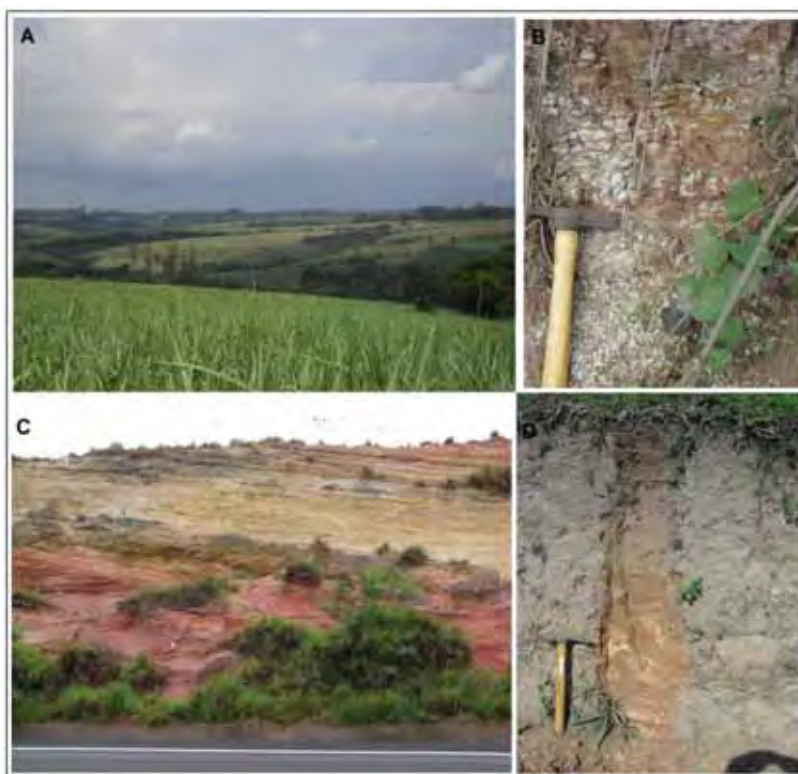


Figura 27: Paisagens representantes do Planalto médio. A) talude comum da paisagem Planalto médio: convexas na parte superior e côncavas na inferior; B) rocha alterada da Formação Corumbataí; C) rocha alterada da Formação Pirambóia; D) perfil de topo do Planalto médio, com evidências de antigo ambiente aluvial nos horizontes superficiais e rocha alterada da Formação Pirambóia nos horizontes profundos.

Nas fotografias aéreas, essas unidades apresentam níveis de cinza claro e médio, dependendo da existência ou não de coberturas superficiais capeando as rochas das referidas

Formações geológicas. Tais depósitos colúvio-aluviais sofrem processos de erosão superficial e pequenos sulcos erosivos são visíveis durante a fotointerpretação.

Encontram-se, portanto, nas unidades de talude solos litólicos das Formações Pirambóia e Corumbataí. As rochas da Formação Pirambóia encontram-se estratificadas e plintificadas (Figura 27C), que dão origem a Plintossolos. Esses plintitos são os testemunhos de ações paleotropicais pelas quais passou a região de Ipeúna e, portanto, são o que restou da profunda latossolização a que tais materiais foram submetidos durante o Terciário Superior e, quando muito antigo, Terciário Inferior a Cretácio Superior.

Nos topos, quando da presença das referidas coberturas colúvio-aluviais, desenvolvem-se Neossolos Flúvicos, Neossolos Regolíticos e Cambissolos Háplicos de coloração pardo-acinzentada e pardo-avermelhada. Os horizontes superficiais apresentam cor pardo-escura, indicando a presença de quantidades consideráveis de matéria orgânica (Figura 27D). Possíveis explicações para tal quantidade de matéria orgânica seria a presença, em um passado recente, de condições mais redutoras em ambientes alagados de ampla extensão ou fases de clima mais frio que o atual, possibilitando a decomposição lenta da matéria orgânica e a sua fixação nos horizontes do solo.

5.2.4. *Planalto alto (P5)*

O Planalto alto localiza-se nas áreas elevadas do extremo norte e oeste do município de Ipeúna, adjacentes às unidades do Planalto alto. As unidades variam de 620 m a 720 m, em uma posição mais elevada no relevo do que o Planalto médio. O relevo constitui-se de topos planos ou suavemente convexos e encostas retilíneas ou mistas (Figura 28A). A densidade de drenagem vai de média a baixa.

Grande parte das unidades (principalmente nas imediações da Serra de Itaqueri e do Morro da Guarita) apresenta solos compostos predominantemente por materiais do arenito eólico da Formação Botucatu, que sofreu retrabalhamento durante a regressão das escarpas das serras circundantes. Nas unidades são encontrados afloramentos da referida rocha estratificada e alterada (Figura 28B).

Em algumas unidades foi possível identificar seixos de material laterítico alóctone, de diversos tamanhos e formas subangulares, capeando o plintito da Formação Pirambóia e o arenito da Formação Botucatu (Figura 28C). Provavelmente a fonte desse material encontra-se em áreas próximas ainda mais elevadas (serra de Itaqueri e serra de Santana) e que desenvolveram grandes perfis de alteração desde o Terciário inferior, que posteriormente

foram removidos e transportados por processos predominantemente gravitacionais. Muitas vezes esse material laterítico, em conjunto de seixos de quartzo, apresenta-se em linhas de cascalho de origem coluvial.



Figura 28: Paisagens representativas do Planalto alto. A) visão de topo plano, suavemente convexo, típico do Planalto alto; B) rocha estratificada alterada da Formação Botucatu, comum nos taludes do Planalto alto; C) depósito colúvio/aluvial de seixos em linha sobre rocha alterada da Formação Botucatu.

Sobre esse material estão depósitos colúvio-aluviais com predomínio dos processos gravitacionais, em pequenos leques coalescentes. Esses depósitos, de espessuras de até 2 m, apresentam material com o predomínio de areia média e cascalhos de laterita em meio à massa.

Os solos desenvolvidos nessa paisagem são Neossolos Regolíticos, Cambissolos Háplico. Diferentemente do Planalto médio, não há horizontes superficiais contendo matéria orgânica em abundância, reforçando a idéia de que o Planalto médio pode ter sido dominado por um ambiente mais aquoso do que o atual, pois se a origem da matéria orgânica fosse induzida apenas por mudanças climáticas, deveria estar presente em toda a região.

5.3. Paisagem Estrutural

Todas as paisagens da área de estudo possuem algum tipo de controle estrutural, seja esse litológico ou tectônico. Entretanto, as paisagens fisiográficas denominadas de Estrutural apresentam uma relação direta entre a origem das formas de relevo e o condicionante estrutural, sendo esse último uma característica marcante da paisagem.

As Paisagens Fisiográficas Estruturais encontram-se distribuídas na porção sul (Planalto muito baixo) e nas porções noroeste e oeste (Planalto muito alto).

Essas paisagens estão associadas às intrusões de rochas vulcânicas (basalto e diabásio) que originaram as feições conhecidas como *cuestas*, e a eventos tectônicos com movimentação vertical, que deram origem a relevos elevados e com formas extremamente perturbadas.

5.3.1. Planalto muito baixo (P1)

O Planalto muito baixo abrange a área que sofre influência do Domo de Pitanga, sendo então uma unidade tipicamente controlada por estruturas geológicas, como intrusões, fraturamentos e falhamentos (SOUSA, 2002). Localiza-se na porção sul do município.

O relevo é suave ondulado. Os topos apresentam superfície plana ou suavemente inclinada e os taludes, formas variadas, predominando encostas levemente côncavas (Figura 29A). Suas altitudes variam entre 520 a 580 m.

A origem da estrutura de Pitanga (Domo de Pitanga) é anterior ao magmatismo Serra Geral, por movimentos tectônicos que perturbaram a Bacia do Paraná no limite Permiano-Triássico (RICCOMINI, 1995). Entretanto, essa estrutura passou por reativações como falhas de movimentação vertical durante o magmatismo Serra Geral (SOARES, 1972) e, posteriormente, por reativações neocenozóicas, com movimentação vertical de blocos (soerguimento) formando um barramento no paleocanal do rio Corumbataí, condicionando a deposição da Fm. Rio Claro (MELO, 1995).

Entretanto, a unidade do Domo de Pitanga não abrange apenas a estrutura em si, mas também as áreas adjacentes que foram influenciadas pela tectônica envolvida da origem dessa estrutura. Assim, essa unidade é constituída por subpaisagens de topo e encosta, que apresentam grande variedade quanto à forma, declividade e gênese. Além disso, é raro encontrar uma distribuição contínua de certo material.

Os topos ocorrem em diferentes níveis altimétricos, de acordo com as estruturas e os tipos litológicos. Em geral, os topos mais baixos nessa paisagem relacionam-se com as rochas do grupo Itararé (Figura 29B) e os mais altos com as rochas das Formações Irati ou Tatuí (Figura 29C). Porém, é comum encontrar depósitos colúvio-aluviais capeando os topos e as encostas.

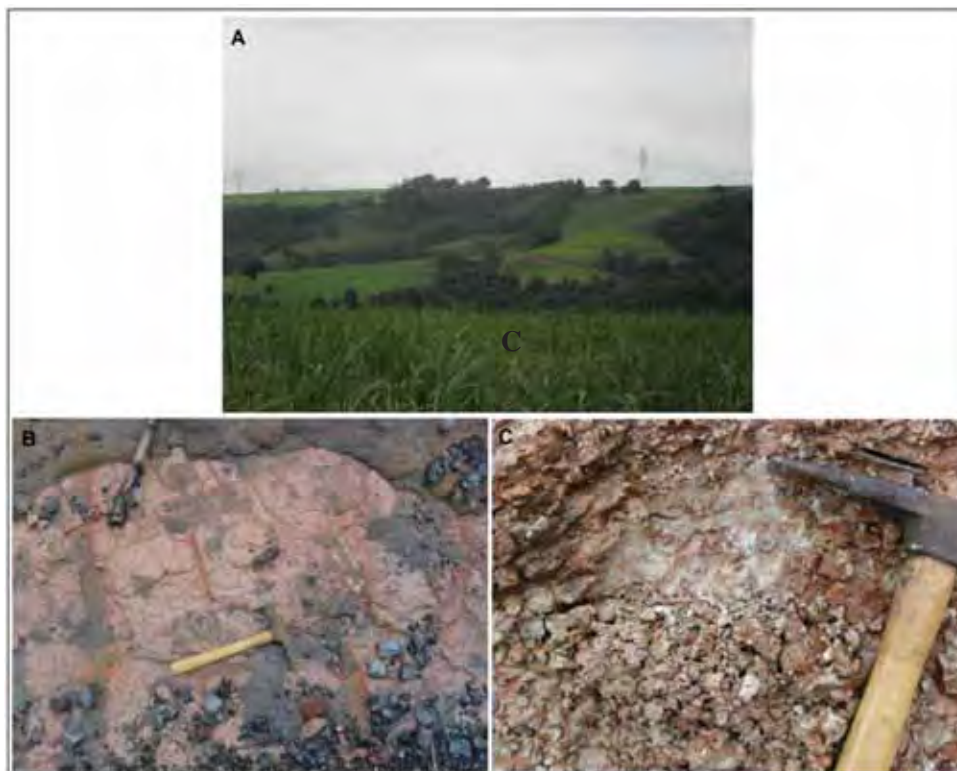


Figura 29: Paisagens representativas do planalto muito baixo. A) talude côncavo, comum nessas paisagens; B) rocha aflorante da Formação Itararé; C) rocha alterada da Formação Tatuí.

Assim como os topos, as encostas apresentam grande variabilidade de formas, uma consequência do controle estrutural. Tal variedade também está presente nos materiais que constituem cada uma dessas unidades de encosta.

5.3.2. Planalto muito alto (P6)

O Planalto muito alto caracteriza-se por ser a paisagem mais elevada da área do município de Ipeúna, com seu ponto mais alto situado a 1020 m sobre o nível do mar. Localiza-se nos extremos noroeste e oeste da área.

Possui aspecto dissecado e grande amplitude de relevo, apresentando talude com desnível de mais de 180 m, que pode ser interpretado como relevo do tipo Cuesta (Figura 30A). Essas escarpas são o limite entre os compartimentos geomorfológicos da Depressão Periférica Paulista e do Planalto Ocidental Paulista (ROSS & MOROZ, 1997).

O Morro do Bizigueli (noroeste da área) é representante de um relevo residual das cuestas basálticas e seu topo apresenta configuração estreita e alongada. Os topos dos Planaltos muito altos são planos e, por vezes, sustentado pela presença de lateritas da Formação Itaqueri.

As unidades de talude diretamente subjacentes ao topo são taludes retilíneos, sofrem processos erosivos severos e apresentam relevo bastante escarpado (Figuras 30B e C), sendo a fonte de sedimentos para as unidades inferiores. Os solos dessas unidades são os litólicos compostos por rochas basálticas (Figura 30D).

Os leques coalescentes ou cones de dejeção se desenvolvem ao pé das encostas (Figura 30C) e são compostos por material de origem gravitacional. São representados nos compartimentos inferiores aos taludes muito inclinados citados acima e os solos presentes são Neossolos Litólicos ou Neossolos Regolíticos.

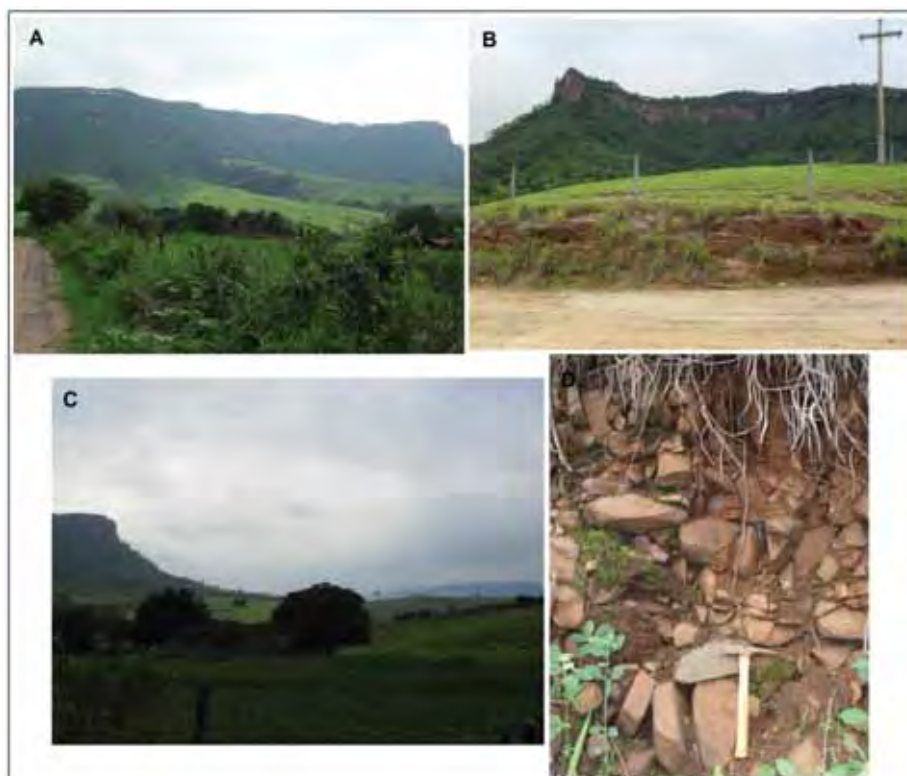


Figura 30: Paisagens representativas do Planalto muito alto. A) visão do grande desnível que caracteriza a feição de cuesta; B e C) taludes retilíneos gerados por processos erosivos

severos, e abaixo deles os taludes côncavos e leques coalescentes; D) solo litólico formado por basalto, típico dessa paisagem.

6. CONCLUSÕES

1. A fisiografia do município de Ipeúna-SP é caracterizada por paisagens de origem aluvial, coluvial/aluvial e estrutural, dentro das quais encontram-se unidades menores definidas como: subpaisagens do tipo planície de inundação e terraço para as paisagens aluviais e; topos e taludes para as paisagens coluviais/aluviais e estruturais.

2. A análise fisiográfica permitiu identificar e inferir os processos que atuaram no desenvolvimento da paisagem. A área foi influenciada por muitas variações climáticas, eventos erosivos e tectônicos no decorrer do período Cenozóico, que geraram paisagens policíclicas aluviais (atual e paleo) e colúvio-aluviais, desenvolvidas por processos morfogenéticos condicionados por eventos tectônicos modernos que reativaram antigas zonas de fraqueza.

3. A partir da interpretação de fotografias aéreas, levantamentos de campo e revisão bibliográfica, puderam ser definidos os limites das unidades fisiográficas, que compilam propriedades do meio físico (litologia, clima, formas de relevo, padrão de drenagem e tipos de solo).

4. As unidades fisiográficas delimitadas representam áreas com evolução e comportamento semelhantes, onde a probabilidade das características do meio físico possuírem inter-relações quanto à gênese é alta. Dessa forma, a interpretação de alguns pontos dentro de uma unidade permite validar tais informações encontradas para toda àquela unidade. Essa compartimentação serve como base em projetos de zoneamento geoambiental e planejamento territorial.

5. A utilização de um banco de dados georreferenciado, em ambiente ArcGIS 9.3 facilitou a organização e comparação dos dados obtidos durante o Diagnóstico Zero e, posteriormente, a visualização do Mapa Fisiográfico e dos pontos de campo, relacionados com as informações de altitude das cartas topográficas, inseridas no ambiente digital do ArcGIS 9.3. Além disso, permitiu a confecção do produto final, conferindo maior agilidade e melhores resultados, tanto na precisão cartográfica como na representação visual do mapa.

6. Recomenda-se que sejam realizadas análises laboratoriais granulométricas, químicas e mineralógicas das coberturas superficiais e dos solos. Tais análises contribuirão para melhor caracterizar e distinguir as coberturas superficiais e solos, entender sua origem e evolução, estágio intempérico e, conseqüentemente, suas potencialidade e fragilidades para múltiplos usos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.23, p.01-38, jul. 1956.

ALMEIDA, F. F. M. O Planalto Basáltico da Bacia do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.24, p.03-34, out. 1956.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n.41, 1964.

ALMEIDA, F. F. M. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, n.3, 1981, Curitiba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1981, v.1, p.01-20.

ALMEIDA, F. F. M.; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, estado de São Paulo. **Boletim. Divisão Geologia e Mineralogia/ DNPM**, Rio de Janeiro, n.143, 96 p. 1953.

ASSINE, M. L.; SOARES, P. C. Interação flúvio-eólica na Formação Pirambóia.. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, 4, 1995, Águas de São Pedro, **Anais...** Águas de São Pedro: SBG, 1995. p. 65.

ASSINE, M. L.; ZACHARIAS, A. A.; PERINOTTO, J. A. J. Paleocorrentes, paleogeografia e sequências deposicionais da Formação Tatuí, centro-leste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**. v.33, p.33-40, mar. 2003.

BARBOSA, O. A.; BERTANI, L. A.; FERNANDEZ, F. R. H.; MENDOZA, R. P. Analisis fisiográfico para el levantamiento pedológico semidetallado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.2, p.191-198. 2005.

BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R; DANTAS, A.S.L.; PONÇANO, W.L.; CAMPANHA, G.A.; NEGATA, N.; ALMEIDA, F.F.M; STEIN, D.P.; MELO, M.S.; CREMONINI, O.A. **Mapa Geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981. Escala 1:500.000. (Publicação IPT 1184). v.2.

BOTERO, J.P. **Fisiografía y estudio de suelos**. Centro Interamericano de Fotointerpretacion (CIAF): Série Docencia, Bogotá, 1978.

BRASIL. Ministério da agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960. Mapa, escala 1:500.000.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL, Folhas SF.23/24 - Rio de Janeiro/Vitória**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso, potencial da terra. Rio de Janeiro, Levantamento de Recursos Naturais, v.32, 1983, 780 p. Mapas, 5, escala 1:1000.000.

BURINGH, P. The analysis and interpretation of aerial photographs in soil survey and land classification. **Netherlands Journal of Agricultural Science**. v.2, n.4, pp.251-25. 1954.

CORVALÁN, S. B. **Levantamento e caracterização dos atrativos naturais na Bacia do Rio Passa Cinco, através de geoprocessamento**. 2005. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CORVALÁN, S. B.; GARCIA, G. J.; CAETANO, N. R. Inventário Ecoturístico da Bacia do Rio Passa Cinco-SP, com o auxílio de geotecnologias. **Geociências**. São Paulo, v.26, n.3, p.203-213. 2007.

DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. Bioestratigrafia do neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n. 24, 1970, Brasília. **Anais...** Brasília: SBG, 1970. p.355-412.

DEFFONTAINES, P. **Regiões e Paisagens do estado de São Paulo**. Primeiro esboço de divisão regional. *Geografia*, São Paulo, v.1, n.2, 1935.

DINIZ, J. A. F. **Geografia da agricultura**. São Paulo: DIFEL, 1984, 278 p.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 412 p. 1999.

FACINCANI, E.M. **Morfotectônica da Depressão Periférica paulista e Cuesta Basáltica: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba**. 2000. 222 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FAGUNDES, I. C.; MACHINI, P. L. F.; PUPIM, F. N.; MATTOS, J. T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Análise morfoestrutural aplicada a problemas de erodibilidade natural da quadrícula São Carlos, SP. **Revista de Geografia**, Recife, v.especial do VIII SINAGEO, n.3, set. 2010.

FERREIRA, S. R. **Análise pedoestratigráfica das formações Rio Claro e Pirassununga, no centro-leste do estado de São Paulo**. 2005. 157 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FERREIRA, S. R.; CAETANO CHANG, M. R. Datação das formações Rio Claro e Pirassununga por Termoluminescência. **Revista da Escola de Minas**. Ouro Preto, v.61, n.2, p.129-134, jun. 2008.

FILISSETTI, I. B. F. A., **Recursos hídricos, crescimento econômico e desenvolvimento sustentável: modelo conceitual aplicado à região de Rio Claro**. 2000. 195 f. Tese

(Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

GIANGIULIO, A. R. **Gestão ambiental aplicada a prevenção, controle e recuperação de erosão linear acelerada no município de Ipeúna-SP**. 2009. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

GONÇALVES, J. M. M. **Caracterização das coberturas de alteração e suas aplicações na região entre os municípios de Analândia, Itirapina e São Carlos (SP)**. 1993. 176 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

GOOSEN, D. Interpretacion de fotos aereas y su importancia en levantamiento de suelos. **Boletín Sobre Suelos** - Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, Roma, n.6, 58 p. 1968.

GOOSEN, D. **Physiography and soils of the Llanos Orientales, Colômbia**. Academisch Proefschrift, 1971, 199 p.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHELLYBERT, R.; BENDASSOLI, J. A.; RIBEIRO, A. S.; FREITAS, H. A. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of pleovegetation and climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the southeast and centerwest regions of Brazil. **Global Planetary Change**, n.33, p.95-106. 2002.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**. Núcleo de Minas Gerais. Belo Horizonte, n.11, p.01-31. 1990.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Manual Técnico de Pedologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316 p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em: 02 jun. 2010.

IPEF (INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS). **Plano Diretor: Conservação dos recursos hídricos por meio da recuperação e da conservação florestal da Bacia do Rio Corumbataí**. São Paulo, 2002. 356 p.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. **Modelos sequenciais de gênese aplicados a solos da Região de Jequitáí – MG**. 1980. Dissertação (Mestrado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 188 p.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. **Caracterização das Coberturas de Alteração Intempéricas e suas múltiplas aplicações na região centro oeste do estado se São Paulo**. Rio Claro, Relatório final de projeto auxílio a pesquisa FAPESP (nº 89/3495-0), 1993.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; NUNES, E.; MATTOS, J. T. Caracterização fisiográfica e morfoestrutural da folha São José de Mipibu – RN. **Geociências**, São Paulo, v.12, n.2, p.481-491. 1993.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; PESSOTI, J. E. S.; MATTOS, J. T. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento agroecológico da região da Serra do Mar no Estado de São Paulo. In: Simpósio Latinoamericano de Percepción Remota, n.4, **Anais...** Bariloche, 1989.

- JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; PESSOTI, J. E. S.; MATTOS, J. T. Modelo para o estudo da dinâmica evolutiva dos aspectos fisiográficos dos pantanais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, número especial, p.1763-1774, out. 1998.
- LANDIM, P. M. B.; SOARES, P. C.; GAMA JR., E. G. Estratigrafia do nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. **Curso de Especialização. Convênio IPT-UNESP**. Departamento de Geologia Geral e Aplicada. IGCE-UNESP, Campus de Rio Claro. 1980.
- LEMONS, R. C. DE; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83 p.
- MEDEIROS, J. S. DE.; CÂMARA, G. **Geoprocessamento Para Projetos Ambientais**. INPE, São José dos Campos, 2001.
- MELO, M. S. **A Formação Rio Claro e depósitos** associados: sedimentação cenozóica na depressão periférica paulista. 1995. 144 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MELO, M. S.; PONÇANO, W. L. **Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo**. São Paulo, IPT, 1983, 74 p. (Série Monografias 9).
- MENARDI JR, A. **Regime e ritmo das chuvas na Bacia do Rio Piracicaba: variações e impactos**. 2000. 291 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- MEZZALIRA, S. **Folha Geológica de São Carlos**. Instituto Geográfico e Geológico do estado de São Paulo, 1966. Escala 1:100.000.
- MEZZALIRA, S. (Org.). Léxico Estratigráfico do estado de São Paulo. **Boletim n. 5 do Instituto Geológico**. 1981.
- MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.69-82, jan./mar. 1994.
- MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica e as chuvas no estado de São Paulo – estudo geográfico em forma de atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia - Universidade de São Paulo, 1973.
- MORAES, F.T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. Fisiografia da região do planalto de Poços de Caldas, MG/SP. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.38, n.1, p.198-210. 2008.
- MORAES REGO, L. F. De. Notas sobre a Geomorfologia de São Paulo e sua gênese. **Instituto Astronômico e Geofísico de São Paulo**, São Paulo, 1932. 43 p.
- MÜNSELL COLOR COMPANY (1994): **Münsell Soil Color Charts Revisited Edition**. New Windsor, NY. Macbeth Division of Kollmorgen.
- OKA-FIORI, C. Mapeamento das formações superficiais entre Piracicaba e São Carlos (SP). **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n.37, p.53-64. 1987.
- OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 4 mapas. Escala 1:500.000. Acompanha uma legenda expandida.

OLIVEIRA, J. B.; PRADO, H. **Levantamento pedológico semi-detalhado do estado de São Paulo: carta Piracicaba**. CPA/IA, 1989. Mapa, escala 1:100.000.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do setor centro-ocidental da Depressão Periférica Paulista**. 1968. 160 f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Ciências e Letras de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M.; PRANDINI, F. L. **Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981. Escala 1:1000.000. (Publicação IPT 1183). v.2.

PRADO, H.; OLIVEIRA, J. B.; ALMEIRA, C. L. F. **Levantamento pedológico semi-detalhado do estado de São Paulo: quadrícula São Carlos**. Campinas, EMBRAPA/CPA/IA, 1981. Mapa, escala 1:100.000.

QUARESMA, C. C.; PEREZ FILHO, A. Fragilidade de terras ocupadas por Savanas no Território Paulista- SP. **Geomorfologia, ciência e sociedade**, v.III, p.245-249. 2006.

RICCOMINI, C. 1995. **Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondwânicos da porção centro-oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas**. Tese de Livre-docência. Instituto de Geociências Universidade de São Paulo, IG-USP.

RICCOMINI, C. Considerações sobre a posição estratigráfica e tectonismo deformador da formação Itaqueri na porção centro-leste do Estado de São Paulo, **Revista do IG**, São Paulo, v.18, n.1/2, p.41-48. 1997.

RICCOMINI, C.; MANCINI, F.; HASEBE, F. K.; RIDENTE JR, J. L.; SANT'ANNA, L. G.; FAMBRINI, G. L. Evidências de neotectonismo no vale do Rio Passa Cinco, Domo de Pitanga, Bacia do Paraná, SP. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, n. 2, 1991, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1991. p.27-28.

RODRIGUES, F. H. **Diagnóstico ambiental do município de Ipeúna – subsídios para o planejamento do turismo**. 2009. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

RODRIGUES, R. R. **A vegetação de piracicaba e municípios do entorno**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). Circular técnica, nº 189, ago. 1999.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo, DG-FFLCH-USP, IPT, FAPESP, 1997.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n. 28, 1974, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974, v.1, p.41-65.

SHIMBO, J. Z.; JIMENÉZ-RUEDA, J. R. Zoneamento geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária. Estudo de caso: Assentamento Rural Pirituba II. **Revista Nera**, Presidente Prudente, n.10, p.115-133, jan.-jun. 2007.

SILVA, C. A. **Variabilidade das chuvas na Bacia do Rio Corumbataí e implicações no consumo e na qualidade das águas do município de Rio Claro (SP)**. 2001. 241 f.

Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SOARES, P. C. O limite glacial/pós-glacial do Grupo Tubarão no estado de São Paulo. 1972. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.44, p.333-342.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícia Geomorfológica**, v.16, n.32, p.71-104, dez. 1976.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBG, v.1, 1973. p.243-256.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Depósitos cenozóicos na região Centro Sul do Brasil. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v.16, n.31, p.17-39, jun. 1976.

SOUSA, M. O. L. **Caracterização estrutural do Domo de Pitanga-SP**. 1997. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SOUSA, M. O. L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jibóia – centro do estado de São Paulo**. 2002. 227 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SOUZA, A. A.; JIMENÉZ-RUEDA, J. R. Análise fisiográfica e morfoestrutural no reconhecimento de padrões de solos no município de Porto Velho-RO. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007, Florianópolis, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007, p.21-26.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977, 91 p.

USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). **Soil Survey Manual**. Washington, SCS, Agriculture Handbook, n.18, 1951. 646 p.

VALENTE, R. O. A. **Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP**. 2001. 144 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. **Scientia Forestalis**, n.62, p.114-129, dez. 2002.

VEDOVELLO, R. **Zoneamentos Geotécnicos aplicados à Gestão Ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs**. 2000. 154 f. Tese (Doutorado)-Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

VERSTAPPEN, H. T. **Applied Geomorphology**: Geomorphological surveys for environmental development. Amsterdam: Elsevier, 1983.

VILLOTA, H. **Técnicas modernas de mapeo de suelos de Ladera**. Bogotá: Centro Inteamericano de Fotointerpretacion (CIAF), 1983, 32 p.

VILLOTA, H. El sistema CIAf de clasificación fisiográfica del terreno. Bogotá: **Revista CIAF**, v.13, n.1, p.55-70. 1992.

VILLOTA, H. **Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras**. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005, 184 p.

VOLKMER, S. **Caracterização mineralógica das coberturas de alteração intempérica da quadrícula de São Carlos (QSC), SP - escala 1:100.000**. 1993. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

WU, F. T. **Proveniência das Rochas Arenosas do Subgrupo Itararé no Sul do Estado de São Paulo-SP**. 1989. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. Bacia do Paraná. In: Gabaglia, G.P.R. & Milani, E.J. (Coords.). **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1990, p.135-168.

ZINK, A. **Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos**. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección Agrología, 1987. 176 p.

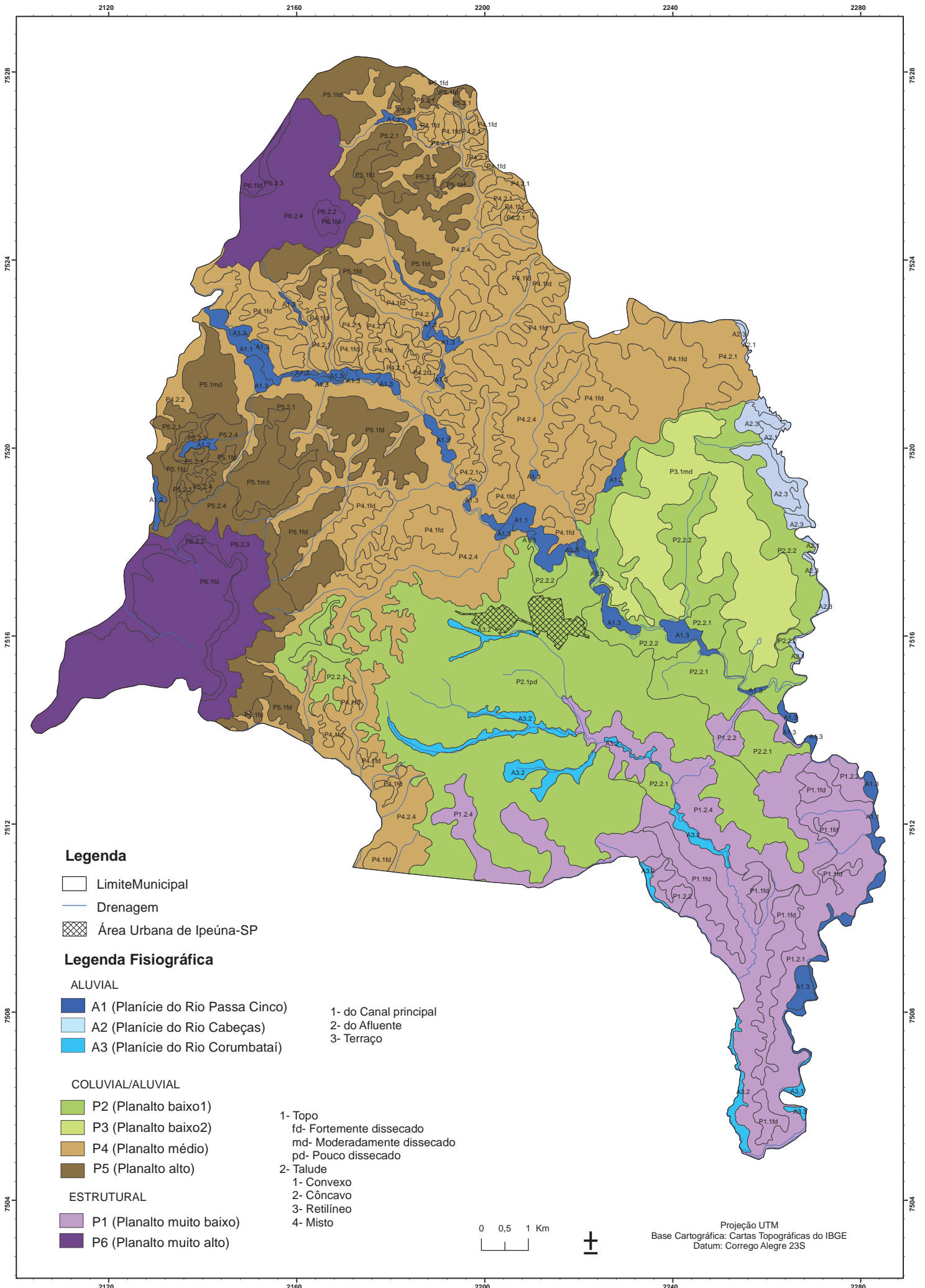
ZORATTO, G. C. **Diagnóstico da suscetibilidade à erosão linear, fluvial e assoreamento em trecho da Bacia do Rio Passa Cinco, Ipeúna-SP**. 2009. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

8. ANEXOS

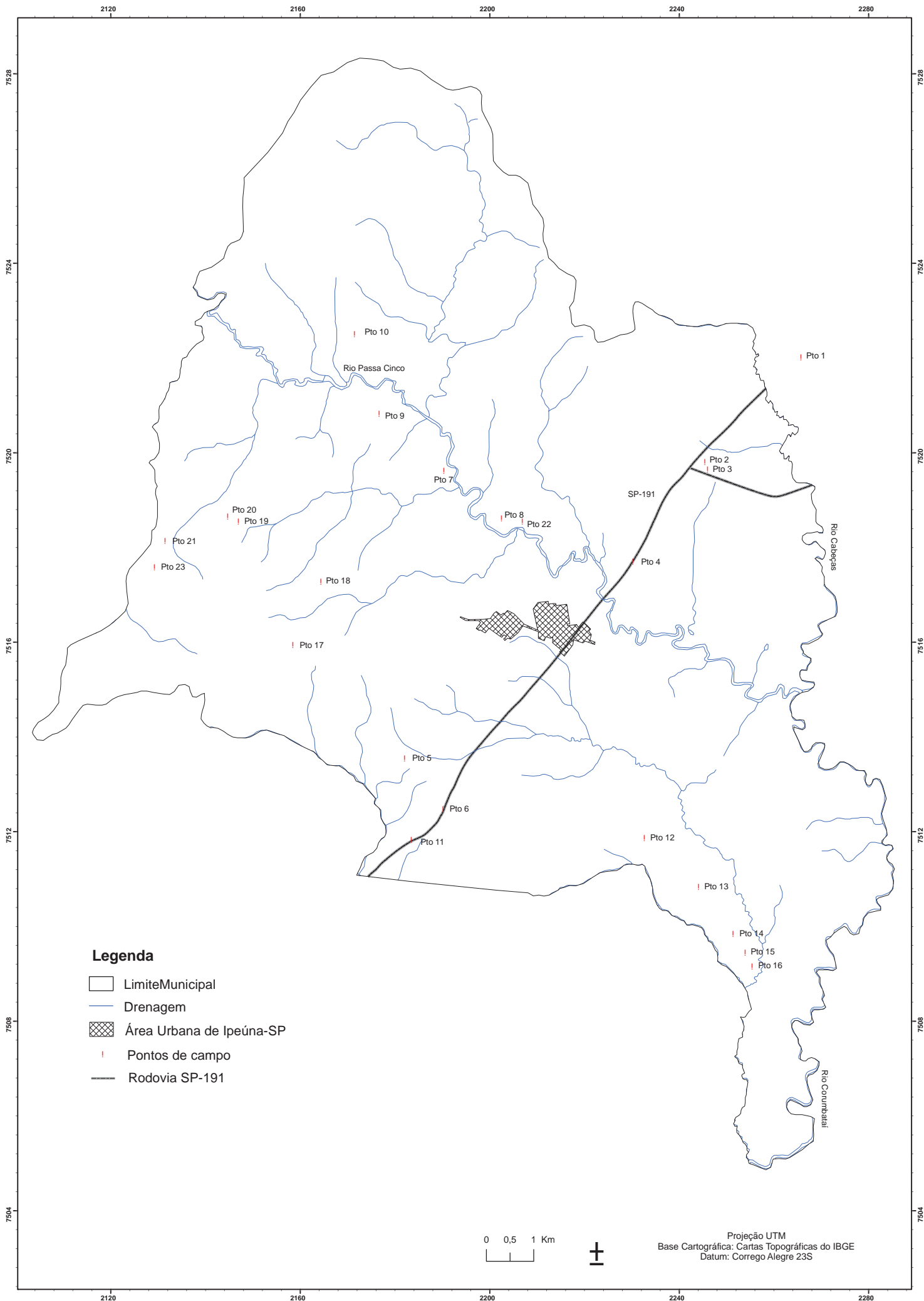
8.1. Anexo 1

8.2. Anexo 2

Mapa Fisiográfico do município de Ipeúna-SP



Mapa de Pontos de Campo do município de Ipeúna-SP



Legenda

- Limite Municipal
- Drenagem
- Área Urbana de Ipeúna-SP
- Pontos de campo
- Rodovia SP-191

0 0,5 1 Km



Projeção UTM
Base Cartográfica: Cartas Topográficas do IBGE
Datum: Corrego Alegre 23S