



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA
DE RECURSOS MINERAIS

OSCARLINA APARECIDA FURQUIM SCALEANTE

RISCOS AMBIENTAIS EM APIAÍ - SP

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geociências.

Orientadora: Profª Drª SUELI YOSHINAGA PEREIRA

Este exemplar corresponde à
redação final da tese defendida
por Oscarlina Ap. F. Scaleante
e aprovada pela Comissão Julgadora
em 08/03/02.

CAMPINAS - SÃO PAULO
março - 2002

Sueli Yoshinaga Pereira
ORIENTADOR

UNIDADE BC
 Nº CHAMADA UNICAMP
Sca 44r
 48574
 16-837/02
 PREÇO R\$ 11,00
 DATA _____
 Vº CPD _____

CM00166925-5

16 ID 239979

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IG - UNICAMP

Scaleante, Oscarlina Aparecida Furquim
 Sca44r Riscos ambientais em Apiaí - SP / Oscarlina Aparecida Furquim
 Scaleante.- Campinas,SP.: [s.n.], 2002.

Orientadora: Sueli Yoshinaga Pereira
 Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
 Geociências.

I. Planejamento urbano. 2. Proteção ambiental. 3. Zoneamento –
 Apiaí(SP). 4. Impacto ambiental – Apiaí (SP). I. Pereira, Sueli
 Yoshinaga II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
 Geociências III. Título.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA
DE RECURSOS MINERAIS**

AUTORA: OSCARLINA APARECIDA FURQUIM SCALEANTE

RISCOS AMBIENTAIS EM APIAÍ - SP

ORIENTADORA: Profª Drª Sueli Yoshinaga Pereira

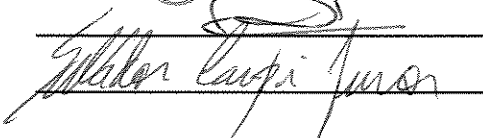
Aprovada em: 08 / 03 / 02

EXAMINADORES:

Profª Drª Sueli Yoshinaga Pereira

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

Prof. Dr. Salvador Carpi Júnior

 - Presidente


Campinas, 08 de março de 2002

184

20217833

À mamãe, Enid
Ao meu esposo, Scala
Aos nossos filhos, Vívian e Régis

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Sueli Yoshinaga Pereira, especial gratidão pelo apoio, confiança, incentivo, amizade e ensinamentos recebidos durante a realização deste trabalho.

À Universidade Estadual de Campinas, através do Instituto de Geociências, Departamento de Administração e Política de Recursos Minerais, pela participação no Programa de Pós-graduação, bem como aos Professores pelos conhecimentos transmitidos e à secretária Valdirene Pinotti, pela sempre gentil eficiência dedicada aos pós-graduandos.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos; e à UNICAMP, pelo apoio financeiro no final da pesquisa.

A Prefeitura Municipal de Apiaí, estado de São Paulo, e à empresa Camargo Corrêa instalada no município, pela colaboração.

Aos amigos de Apiaí, pelo apoio em diversas etapas e aspectos diferentes do trabalho: Osvaldo Mancebo, Donizete Borges Barbosa, Fábio Fagundes, Mário Sato e os integrantes do GESAP, Grupo Espeleológico de Apiaí. Especial agradecimento à constante solicitude e total disponibilidade do amigo César Augusto Lima Conceição em atividades técnicas e na solução de eventuais problemas. Ao geólogo Marcos Antonio Tesser, pelo apoio em trabalhos de campo, cartográficos e demais informações transmitidas.

Ao Instituto Agrônomo de Campinas, nas pessoas do Prof. Dr. Pedro L. Donzeli e de seus estagiários graduados em Geografia, Ludmila e Ivan.

À Professora Dra. Juleusa Maria Theodoro Turra, por desvendar a amplitude e o encanto da Geografia.

À Professora Dra. Rachel Negrão Cavalcanti, pela maneira singular de olhar e sentir o mundo e de transmitir essa quase magia aos seus alunos.

Ao Professor Dr. Arsênio Oswaldo Sevá Fº, pela autenticidade, simplicidade, espírito de luta e riqueza de conhecimentos demonstrados desde os primeiros trabalhos realizados conjuntamente, e que inspiraram o tema desta pesquisa.

Ao amigo Professor Dr. Salvador Carpi Júnior, pela expressiva colaboração e minuciosa revisão em determinada fase do trabalho.

Aos colegas do curso de Pós-graduação, que compartilharam esta etapa na vida, em especial: Antônio Francisco Evangelista de Souza, Edgar Pane, Gabriela de Paula, Lúcio Carramillo Caetano, Marcel Menezes da Silva e Telmo José Mendes.

À UNESP de Rio Claro, nas pessoas de seus alunos de graduação e pós-graduação em Geografia, respectivamente, Robson Felisbino e Thomaz Alvisi de Oliveira.

Ao graduando de Ciências da Terra da UNICAMP, Ricardo Spreafico, pelos trabalhos realizados em conjunto.

À sociedade espeleológica como um todo e em particular aos meus amigos espeleólogos do GESCAMP-Grupo Espeleológico de Campinas e integrantes de outros grupos do Brasil e do exterior, pela convivência durante tantos anos de trabalho, divertimento, desafios, enfim ...vida! E em especial ao amigo Clayton Ferreira Lino, espeleólogo individual, principalmente pela atuação no Vale do Ribeira.

A todas as pessoas, não citadas pelo nome, que de alguma maneira colaboraram, participando, portanto, da realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS
LISTA DE TABELAS
LISTA DE QUADROS
SIGLAS
RESUMO
ABSTRACT

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 Objetivos e justificativa.....	3
II. METODOLOGIA.....	4
2.1 Fundamentos teórico-metodológicos.....	4
2.2 Procedimentos metodológicos.....	9
2.2.1 Elaboração do Mapa-base.....	10
2.2.2 Elaboração do Mapa Geológico.....	11
2.2.3 Elaboração do Mapa Geomorfológico.....	11
2.2.4 Elaboração do Mapa Hidrológico.....	12
2.2.5 Elaboração da Carta Clinográfica.....	12
2.2.6 Elaboração do Mapa de Solos.....	14
2.2.7 Elaboração dos Mapas de Uso da Terra.....	14
2.2.8 Elaboração do Mapa Topomorfológico.....	15
2.2.9 Elaboração do Mapa de Riscos Ambientais.....	15
2.2.10 Caracterização ambiental por percepção.....	16
III. ASPECTOS GERAIS DO VALE DO RIBEIRA E DA ÁREA DE ESTUDO EM APIAÍ, SP.....	16
3.1 Caracterização do meio físico.....	16
3.1.1 Localização da área de estudo no município de Apiaí, Vale do Ribeira – SP / Acessos.....	18
3.1.2 Hidrografia.....	23
3.1.3 Topomorfologia.....	29
3.1.4 Geologia.....	33
3.1.5 Geomorfologia.....	46

3.1.6 Declividade.....	54
3.1.7 Solos.....	59
3.1.8 Clima.....	65
3.1.9 Vegetação.....	66
3.1.10 Recursos Minerais.....	66
3.1.11 Província espeleológica do Vale do Ribeira.....	67
3.1.11.1 Carste.....	68
3.1.12 Patrimônio ambiental.....	74
3.1.12.1 Situação ambiental de Apiaí através da percepção de educadores e alunos.....	76
3.2. Ocupação humana.....	80
3.2.1 Histórico.....	80
3.2.2 Sócio-economia.....	86
3.2.2.1 Mapas de uso da terra em Apiaí – SP (1962 e 1997).....	86
3.3 Diagnóstico sócio-ambiental.....	95
IV. RISCOS AMBIENTAIS.....	99
4.1 Descrição do mapa de riscos.....	99
4.2 Suscetibilidades e potencialidades.....	104
4.2.1 Erosão/assoreamento.....	104
4.2.2 Enchentes.....	105
4.2.3 Áreas sujeitas a deslizamentos.....	105
4.2.4 Áreas de ocupação inadequada.....	105
4.2.5 Afundamentos de terreno por processos cársticos.....	106
4.2.6 Agrotóxicos.....	116
V. RESULTADOS.....	117
5.1 Quadro natural.....	117
5.2 Carta-síntese de uso do solo.....	119
5.3 Recomendações.....	124
CONCLUSÃO.....	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140
ANEXOS.....	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Localização da área de estudo no município de Apiaí, Vale do Ribeira-SP	19
Figura 3.2	Acessos ao município de Apiaí, SP	21
Figura 3.3	Mapa hidrológico de Apiaí – SP	27
Figura 3.4	Mapa topomorfológico de Apiaí – SP	31
Figura 3.5	Polígonos do Projeto Calcário para cimento – CPRM	37
Figura 3.6	Mapa geológico de Apiaí – SP	43
Figura 3.7	Mapa geomorfológico de Apiaí – SP (1962)	49
Figura 3.8	Mapa geomorfológico de Apiaí – SP (1997)	51
Figura 3.9	Carta clinográfica de Apiaí – SP	57
Figura 3.10	Solos de Apiaí	61
Figura 3.11	Uso da terra em Apiaí – SP (1962)	87
Figura 3.12	Distribuição por hectares do uso da terra em 1962	89
Figura 3.13	Uso da terra em Apiaí – SP (1997)	91
Figura 3.14	Distribuição por hectares do uso da terra em 1997	93
Figura 3.15	PETAR – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira	97
Figura 4.1	Mapa de riscos ambientais em Apiaí	101
Figura 5.1	Carta-síntese de uso do solo	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Bacia do Ribeira de Iguape / População	24
Tabela 3.2	Bacia do Ribeira de Iguape / Demanda	24
Tabela 3.3	Bacia do Ribeira de Iguape / Disponibilidade superficial	24
Tabela 3.4	Bacia do Ribeira de Iguape / Disponibilidade subterrânea	25
Tabela 3.5	Bacia do Ribeira de Iguape / Carga poluidora	25
Tabela 3.6	Identificação dos polígonos do Projeto calcário para cimento – CPRM	37
Tabela 3.7	Ocorrências litológicas do Projeto calcário para cimento – CPRM	39
Tabela 3.8	Potencialidade a carstificação	54
Tabela 3.9	Classes de declividade	55
Tabela 3.10	Problemas ambientais/ escolas / soluções	78
Tabela 3.11	Problemas ambientais / soluções	79
Tabela 3.12	Distribuição por hectares e porcentagens do uso da terra em 1962	89
Tabela 3.13	Distribuição por hectares e porcentagens do uso da terra em 1997	93
Tabela 5.1	Tabela Carta-síntese	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1	Coluna estratigráfica do Vale do Ribeira	35
Quadro 3.2	Legenda expandida do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo	63
Quadro 3.3	Quadro-síntese dos problemas ambientais de Apiaí por percepção – CETESB	80
Quadro 3.4	Reocupação do Vale do Ribeira após a década de 60	83

SIGLAS

CETESB	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAEE	Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
ENGEORPS	Corpo de Engenheiros Consultores S/C Ltda.
GESAMP	Grupo Espeleológico de Campinas
GPS	Global Position System
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBAMA	Instituto Brasileiro de do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
ITESP	Instituto de Terras do Estado de São Paulo
ONG	Organização não-governamental
PIETAR	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira
PRONAF	Programa Nacional de Agricultura Familiar
SABESP	Serviço de Abastecimento Público do Estado de São Paulo
SBE	Sociedade Brasileira de Espeleologia
SUDESPA	Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA
DE RECURSOS MINERAIS

RISCOS AMBIENTAIS EM APIAÍ - SP

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Oscarlina Aparecida Furquim Scaleante

Este trabalho se desenvolveu no município de Apiaí, Vale do Ribeira, sul do estado de São Paulo, e consta de uma série cartográfica de dados geológicos, fisiográficos e de uso da terra visando a superposições diversas com o objetivo de identificar as áreas mais favoráveis à ocupação humana e aquelas sujeitas a riscos ambientais ou inadequadas para determinados fins. Dentre as situações de risco ambiental investigado inclui-se o colapso em áreas cársticas. Os principais procedimentos metodológicos para se chegar a uma configuração fisiográfica dos terrenos e seu uso foram: compartimentação da área através de cartas geotécnicas, interpretação de fotos aéreas, aplicação de questionários a representantes da comunidade local, atividade desenvolvida junto à rede de ensino e trabalhos de campo, além de farto material fotográfico relativo a situações críticas do uso e ocupação. Como resultado prático da pesquisa apresenta-se uma Carta-síntese de restrições ao uso para fins de planejamento e um conjunto de sugestões para melhor aproveitamento do solo urbano, incluindo opções de exploração turística da área.

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT IN APIAÍ – SOUTHERN SÃO PAULO

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION

Oscarlina Aparecida Furquim Scaleante

The present paper consists of a series of maps of the region of the city of Apiaí, in the Valley of the Ribeira River in the south of the state of São Paulo. The superposition of these maps provides information about the geology and physiography of the area, as well as information about human occupation of the land. The study was designed to furnish a risk assessment of this karst landscape, including the possibility of collapse, as well as to identify those regions where the present use has a negative impact on the environment. The methodology used to determine the physiography of the land and its use included the division of the area using geotechnical maps, interpretation of aerial photographs, application of questionnaires to local community representatives, and field studies, in addition to numerous photographs of critical situations in the area.

I. INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos e justificativa

O objetivo geral deste trabalho é a identificação das fragilidades e potencialidades do ambiente natural ou alterado pela ação antrópica, através de um mapeamento de riscos ou suscetibilidades diante de determinadas formas de ocupação do espaço. Partindo da prática corrente de urbanização sem planejamento, visa-se a um melhor uso do solo, de modo a evitar situações de ameaças às pessoas e ao ambiente, que signifiquem obstáculos para a melhoria de qualidade de vida e desenvolvimento do município de Apiaí.

Diversos são os objetivos específicos e dentre eles pode-se citar os seguintes:

- a) caracterização física da área de estudo com a elaboração de um banco de dados e, em decorrência, prover o município de material cartográfico compilado e elaborado durante a pesquisa;
- b) transmitir a metodologia de mapeamento de riscos ambientais elaborado em conjunto com pessoas da própria cidade, de maneira que essas pessoas se tornem multiplicadoras do processo, que é passível de aplicação didática, podendo ser utilizado pela comunidade no campo da educação não-formal;
- c) oferecer ao habitante de Apiaí um produto de apoio ao entendimento da região em que vive;
- d) aumentar a conscientização das pessoas sobre proteção ambiental e preservação dos recursos disponíveis como melhor modo de garantir o exercício da cidadania e elevar o nível de vida da comunidade;
- e) produto que seja utilizado como um ponto de partida para a busca de soluções aos problemas existentes;
- f) demonstrar a importância de se planejar o uso da terra, incentivando também o planejamento do turismo no município.

Forte foi a motivação para oficializar este trabalho no Vale do Ribeira, pois desde 1987 vínculos vêm sendo tecidos com comunidades rurais através de inúmeras atividades e cursos em parceria com o Grupo Espeleológico de Campinas – GESCAMP, Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE, SOS Mata Atlântica, Prefeituras, dentre outras entidades que atuam na região.

O trabalho relacionado a mapeamento de riscos ambientais se justifica pela experiência obtida em outras pesquisas do gênero na região de Campinas e na bacia do rio Mogi-Guaçu, ambas supervisionadas pelo Professor Dr. Arsênio Oswaldo Seva Filho, e principalmente pelos seus profícuos desdobramentos, em razão do envolvimento das comunidades, as quais se identificam com as questões levantadas, por fazerem parte do processo.

A escolha do município se deve a trabalhos já desenvolvidos na área voltados à temática ambiental e ao turismo, reforçada pela ocorrência de um problema geotécnico de colapso em terrenos cársticos na zona urbana, peculiaridade que desperta interesse nas pessoas que estudam cavernas. Além disso, Apiaí exerce uma especial atração por possuir características fisiográficas, econômicas e sociais singulares, o que a torna única dentro do Vale do Ribeira. Para utilizar o mesmo termo que AB'SABER (1977) atribuiu ao Vale, trata-se de um “*relevo de exceção*”, com nítida fragilidade geodinâmica, com uma vegetação especialmente bela e rica, o clima agradável e típico de nossas maiores altitudes, onde a comunidade se divide entre uma economia tradicional e opções das mais avançadas.

II. METODOLOGIA

2.1 Fundamentos teórico-metodológicos

Em primeiro lugar cabe dizer que este trabalho se destina a uma aplicação prática pela comunidade, portanto, deve ser expresso em linguagem acessível a um público não acadêmico, com utilização de técnicas de informática de nível básico, de modo a não produzir constrangimento e afastamento das pessoas mais simples. Desta forma, a série cartográfica foi elaborada artesanalmente, com participação da comunidade local na elaboração do mapa de riscos, sendo informatizada apenas em sua fase final, para facilitar a reprodução e atender às exigências de apresentação de uma produção científica.

Esta pesquisa foi desenvolvida em duas vertentes: uma, individual e a outra, em conjunto com pessoas que moram na cidade de Apiaí.

A visão adotada na presente pesquisa, de se aproximar das pessoas, a quem se destinam as informações e quem as fornece também, teve como fonte de inspiração os trabalhos de mapeamento de riscos ambientais desenvolvidos pelo Professor Dr. Arsênio Oswaldo Seva Fº em várias partes do Brasil, como ABC/SP, Recôncavo Baiano/BA, Belo Horizonte e Vale do Aço/MG, Região de Campinas/SP, Bacia do Rio Mogi-Guaçu etc. A autora participou da

equipe nestes dois últimos casos e um aspecto relevante dos trabalhos é a idéia de “alfabetização cartográfica” para formação de outras lideranças dentro das comunidades onde são desenvolvidas as atividades. O método utilizado é realizar sessões de mapeamento de riscos com grupos de 30 a 40 participantes de diversos municípios, com profissões variadas (estudantes, professores, líderes sindicais, engenheiros, médicos, participantes de ONG’s etc). Após uma apresentação geral, são fornecidas informações a respeito do meio físico para os participantes, de modo que, eles adquiram uma mínima noção do espaço em que vivem, seus rios, colinas, vegetação, ... dentro do contexto do estado e do próprio país. Em seguida, é abordado o método de identificação de riscos, que se dá através de notícias de jornal, pesquisas realizadas por integrantes da equipe ou dos grupos, informações dos próprios participantes. São fornecidos mapas da região, onde irão anotar essas informações. Os participantes sempre escolhem um grupo de trabalho para assinalação dos riscos em mapas, e isso depende de suas experiências anteriores com o tema (água, agricultura, saúde, lixo, mineração, dentre outros). Todos os mapas são recolhidos ao final da sessão e esse material representa o que as pessoas sentem, a sua percepção da realidade. Os diversos aspectos dos problemas apresentados nessas sessões são objetos de estudos e análises mais detalhadas em futuras reuniões da equipe de trabalho, de modo a serem avaliados.

Na presente pesquisa, a metodologia de SEVÁ passou por uma adaptação. Na impossibilidade de trabalhar com um número representativo da comunidade, principalmente pela exigüidade do tempo e por falta de uma equipe de trabalho disponível, a alternativa foi trabalhar com pequenos grupos em duas atividades: na elaboração do mapa de riscos, onde os grupos foram pequenos, e no diagnóstico por percepção, com um grupo maior. O que se espera é que as pessoas envolvidas venham a ser multiplicadoras do processo.

Outro aspecto a se mencionar é de um estudo horizontalizado, sendo que esta idéia se contrapõe à de verticalidade e remete a Milton Santos, que a define como resultado da vizinhança, da coabitação, da coexistência do diverso. Significa uma valorização do local inserido no global. Santos afirma ainda que “o lugar dá conta do mundo” e que “é no lugar que tudo acontece”. É o território então que “mostra todos os movimentos da sociedade, onde se realiza a vida coletiva, onde estão presentes os que mandam e os que não mandam, os ricos e os pobres, os poderosos e os não-poderosos” (SANTOS, 2000).

Em uma escala mais ampla, e objetivando a conservação, o uso racional e o desenvolvimento do espaço geográfico em benefício de toda biosfera, especialmente a sociedade

humana, trabalha-se aqui com o conceito de Geossistema (TROPPMAIR, 2000), que corresponde a um sistema complexo e integrado, com circulação de energia (solar, hidráulica, eólica, gravitacional, fóssil, bioenergia, energia animal e energia humana) e matéria (minerais metálicos e não-metálicos, produtos naturais e agrícolas de origem vegetal e animal, produtos industriais, circulação de idéias através de jornais, revistas, livros etc), onde existe também a exploração biológica, incluindo aí aquela feita pelo ser humano.

Relacionando geossistema com paisagem, esta se traduz na fisionomia ou na feição que cada geossistema apresenta. Sistema natural, sistema geográfico ou geossistema significa uma unidade natural com os elementos abióticos que, interligados e interdependentes, formam uma estrutura que se reflete claramente na fisiologia e na dinâmica de uma paisagem. A paisagem reflete o caráter integrado e único do espaço (GESAMTCHARAKTER EINER GEGEND, apud TROPPMAIR, 2000), permitindo ao geógrafo referir-se à geodiversidade, assim como o biólogo se refere à biodiversidade.

O meio ambiente a que esta pesquisa se refere compõe-se da paisagem assim definida como o “conjunto de todos os elementos urbanos e rurais, em cujo contexto os habitantes vivem, se movimentam e se relacionam, entre si e com ela” (BACELLI, 1986).

Quanto aos riscos ambientais aqui mencionados, serão subdivididos em naturais (ex.: erosão) e tecnológicos (ex.: transporte de carga perigosa), de acordo com OGURA (1995). E para abordar esta questão convém se reportar a um quadro mais global, que é a “sociedade de risco”. Na sociedade moderna, o fenomenal desenvolvimento da ciência e da tecnologia produziu uma situação de incertezas e descontrole nunca antes sentida pela humanidade. Apesar de sempre se ter convivido com riscos, os atuais são muito específicos e diferentes quanto às suas fontes e abrangência. “Os riscos aparecem com um caráter irredutível, sem garantias, sem certezas, com efeitos globais, invisíveis e, às vezes, irreversíveis” (GIDDENS, 1991 apud HERCULANO et alii, 2000).

“A definição de risco é uma construção cognitiva e social, não tendo a ciência a última palavra: sobre os riscos, ninguém é um *expert*, afirma BECK” (GUIVANF, 2000).

Os riscos a que se refere este trabalho são as ameaças, as probabilidades de um perigo e suas conseqüências acontecerem, causando dano a pessoas ou ao meio ambiente. Entendendo-se por perigo a fase anterior a um acidente que vá provocar qualquer deterioração nas condições de vida locais.

O significado do termo RISCO neste trabalho está intrinsicamente ligado à metodologia utilizada, ou seja, como os perigos são sentidos pelas pessoas que vivem, trabalham ou circulam em um determinado espaço.

Observe-se que todo o geossistema é envolvido, pois existe uma inter-relação das pessoas com o ambiente (CHRISTOFOLETTI, 1995). Citemos como exemplo a devastação vegetal das margens de um córrego, seguida de forte erosão e conseqüente assoreamento do corpo d'água. Vindo a época das cheias, esse córrego poderá provocar uma enchente que inundará as casas dos moradores mais próximos. Uma interferência antrópica inadequada no ambiente natural levou à concretização de um perigo em potencial.

O crescimento da urbanização não tem correspondido na mesma medida a uma preocupação com os fatores fisiográficos e esta expansão acontece sob a ótica quase exclusiva da especulação imobiliária, ignorando reais potencialidades e limitações no uso do solo. Em conseqüência, há ocupação inadequada de locais problemáticos, como áreas sujeitas a inundações, vertentes sujeitas a escorregamentos, terrenos passíveis do desenvolvimento de subsidências e colapsos (ex.: "buraco de Cajamar", SP) (PRANDINI et alii, 1995).

Um mapeamento das condições existentes leva à sua análise e à elaboração de um diagnóstico.

O diagnóstico sócio-ambiental de Apiaí apresentado no capítulo III 3.3 foi feito com base nos dados compilados na pesquisa ou elaborados a partir deles, e também se utilizando de técnicas como questionários e entrevistas, junto à comunidade local.

Desta forma, para sua execução concorreram os resultados da pesquisa ambiental desenvolvida pela CETESB e coordenada por BACELLI (1986), bem como a utilização da metodologia desta mesma pesquisa para se iniciar a elaboração de um diagnóstico ambiental através da percepção.

O diagnóstico ambiental por percepção consta, em sua fase inicial, da caracterização da situação ambiental a partir de uma visão do próprio habitante da cidade, seguida de debate. A segunda fase, composta de palestras ministradas por técnicos sobre os diversos temas abordados pelos munícipes, visa a um enriquecimento com relação ao assunto, o que estimula a sensibilização para com o meio ambiente. A última fase compõe-se da reelaboração da caracterização ambiental inicial, gerando o diagnóstico ambiental por percepção.

À semelhança dos trabalhos realizados por SEVÁ (1997), o objetivo desta metodologia foi obter um diagnóstico dos problemas ambientais a partir da própria comunidade, do senso comum ou dos fatos de domínio público, “pois sabe-se que, em geral, a percepção das pessoas é subestimada em relação ao conhecimento chamado técnico ou científico” (SEVÁ, 1997).

Outro aspecto é a intenção de aproximar as pessoas das causas ambientais, de modo que todos tenham condições de participar do planejamento de sua cidade, neste caso relacionado com a implantação do turismo ecológico. O envolvimento dos moradores, segundo BACELLI (1986), é de grande importância para que qualquer trabalho desenvolvido na cidade seja aceito ou recebido com satisfação pelos seus habitantes.

Nos levantamentos de informações baseados na percepção das pessoas, não há preocupação em detectar a veracidade dos dados no momento em que eles são apresentados. Segundo SEVÁ (1997), todos os problemas e insatisfações vivenciados dentro de seu meio ambiente e externalizados por qualquer pessoa nas sessões de mapeamento de riscos ambientais realizadas em seus trabalhos são considerados verdadeiros. Complementando esta idéia com a posição de BACELLI (1986), a percepção significa uma situação real vista por determinada ótica, onde cada mente elabora um modelo do real, podendo haver uma multiplicidade de percepções sobre o mesmo meio ambiente. Durante o processo continuado de interação técnico/habitantes na caracterização ambiental por percepção haverá outros instrumentos para comprovação dos dados apurados, como debates, entrevistas, palestras, questionários. Ainda o mesmo autor coloca que a percepção apreendida possui fortes componentes culturais, expectativas, valores sociais, podendo ou não reproduzir o real. Embora envolta em subjetividades, ela é o ponto de partida para um debate de aprofundamento e aproximação com os fatos reais, o que levará a um conhecimento mais consistente.

Serão abordados neste trabalho os termos “desenvolvimento sustentável” e “educação ambiental” como opções para lidar com uma situação sócio-ambiental que exige novas posturas e ação.

A exploração sem controle das fontes de bens naturais constitui ameaça à economia e à qualidade de vida (CARDOSO, 2000). O homem sempre se sentiu como senhor absoluto no mundo, acreditando-se no direito de dispor de todos os recursos inconseqüentemente. Segundo MENDONÇA (1994), as proporções da degradação ambiental se tornaram insuportáveis, com tecnologias cada vez mais sofisticadas e de fortes impactos sobre o ambiente, formando uma

verdadeira sociedade de risco. Diante da situação catastrófica, optou-se por um novo estilo de desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável, que prevê a manutenção da qualidade ambiental para garantir aproveitamento máximo e duradouro dos recursos naturais, com o mínimo de impactos negativos. Tal desenvolvimento sustentável consiste no desafio de administrar os conflitos gerados pela apropriação dos bens, levando em conta as restrições impostas pela natureza diversificada e complexa (CARDOSO, 2000).

Sendo o ser humano uma das milhares de espécies que depende do todo para sobreviver e o único ser que tem essa consciência e a capacidade para dar esse outro rumo ao desenvolvimento, recai sobre ele a responsabilidade de promover uma educação ambiental que, de acordo com a Carta de Belgrado, escrita em 1975 por vinte especialistas de todo o mundo, tem por meta:

Desenvolver um cidadão consciente do ambiente total, preocupado com os problemas associados a esse ambiente e que tenha o conhecimento, as atitudes, motivações, envolvimento e habilidades para trabalhar individual e coletivamente em busca de soluções para resolver os problemas atuais e prevenir os futuros.

Educação Ambiental significa aprender a ver o quadro global que cerca um problema específico - sua história, seus valores, percepções, fatores econômicos e tecnológicos, e os processos naturais ou artificiais que o causam e que sugerem ações para saná-los (MEADOWS, 1989 apud MENDONÇA, 1994).

Lembrando que os fatores que quebram a harmonia natural são considerados problemas ambientais (BACELLI, 1986) que podem vir a se tornar riscos ambientais, o seu levantamento nesta pesquisa deve ter um papel de prevenção, funcionando como um alerta à população e à administração pública, de modo que o uso do solo passe a ser pensado e planejado pelo técnico juntamente com a população.

2.2 Procedimentos metodológicos

O presente trabalho dependeu de atividades de gabinete, como o levantamento bibliográfico para se compilar material já existente; técnicas cartográficas para elaboração dos mapas básicos, temáticos e de síntese a serem utilizados no decorrer do estudo. Tais atividades se desenvolveram alternadamente com as de campo para tirar fotografias, re-ratificação de informações bibliográficas e cartográficas; observação dos dados já obtidos, de modo a direcionar

a pesquisa; entrevistas e questionários, plotagem de riscos ambientais, inclusive com o uso do GPS e identificação de feições cársticas. A pesquisa bibliográfica foi contínua e os trabalhos de campo, tanto isoladamente como em conjunto com pessoas da comunidade, também foram realizados em todas as etapas da pesquisa

Os mapas preliminares de compilação ou elaborados em gabinete que foram utilizados no trabalho são: mapa-base, geológico, geomorfológico, hidrográfico, clinográfico, de solos, uso da terra, topomorfológico, de riscos ambientais e de síntese.

Para se fazer a caracterização do meio físico, além de bibliografia e cartografia, foram realizadas entrevistas/questionários/atividades com a comunidade local, também objetivando uma aproximação das pessoas com a pesquisa em andamento na sua cidade. Pode-se citar como exemplos dessas atividades o mapeamento de riscos ambientais e a participação da comunidade escolar para elaboração de diagnóstico ambiental por percepção.

Com relação aos mapas temáticos elaborados, tamanho planta, escala 1:10.000, foram feitos cruzamentos das informações através de sobreposições em mesa de luz, de modo a proporcionar análises e gerar interpretações.

A seguir, será detalhado cada um desses mapas, cartas e demais procedimentos.

Optou-se pela escala 1:10.000 por ser mais apropriada em caso de planejamento de uso de solo urbano, mas a impressão final foi reduzida para o papel A3 em virtude do alto custo para manter o tamanho em que os mapas foram trabalhados. Desta maneira, foi necessária uma adaptação para não prejudicar a visualização de legendas e outros dados significativos.

2.2.1 Elaboração do Mapa-base

Foi utilizada carta topográfica, escala 1:10.000 do DAEE, Serra de Paranapiacaba, folhas T-10, U-10 e V-10 ano de 1957, elaborado pela PROSPEC, Levantamentos, Prospecções e Aerofotogrametria S. A., onde se delimitou a área de estudo, que abrange toda a zona urbana, de aproximadamente 8 km², além de área contígua, perfazendo um total aproximado de 18 km².

A delimitação considerou principalmente as sub-bacias hidrográficas existentes na área, tendo em vista o risco de poluição das águas pelas atividades urbanas. Desta forma, o limite foi traçado segundo o critério de topos, fundos de vale e, na impossibilidade do uso desses dois parâmetros, um pequeno trecho a sudeste se baseou no limite da própria carta.

A maior parte dos mapas temáticos utilizados na pesquisa foi confeccionada manualmente a partir deste Mapa-base.

2.2.2 Elaboração do Mapa Geológico

O mapa geológico que caracteriza a área foi obtido a partir de duas folhas do Projeto Calcário para Cimento, de 1972, executado pela CPRM e abrangendo vasta área do Vale do Ribeira, com 2.850 km². As folhas, denominadas PINHEIROS e APIAÍ, foram extraídas cada uma de um microfilme dentre os 186 existentes no Projeto Calcário para Cimento.

Convém esclarecer aqui a extrema dificuldade inicial para obtenção de mapa geológico com o grau de detalhamento desejado, pois não são comuns levantamentos geológicos em escalas 1:10.000. Após extenuantes pesquisas e conseguindo-se encontrar o Projeto Calcário para Cimento na CPRM, constatou-se a inexistência de qualquer mapa em papel, provavelmente tendo sido todos eles entregues aos interessados pela extração de calcário na área. Portanto, foi preciso criar os mapas necessários a partir de microfilmes antigos, gerados através de uma tecnologia muito básica e elementar, quando comparada aos processos atuais. Desta forma, o complicado caminho seguido para se conseguir os mapas em papel foi muito desgastante e oneroso, além de consumir um tempo enorme desta pesquisa.

2.2.3 Elaboração do Mapa Geomorfológico

Foram elaborados dois mapas geomorfológicos, de 1962 e de 1997, através de fotointerpretação, utilizando-se de estereoscópios de bolso e de espelho e as seguintes fotografias aéreas:

- Ano de 1962; escala 1:25.000; n°s 8-6014, 8-6015, 8-6016, 8-6038; 8-6039 e 8-6040; Q-I; Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo; Instituto Agrônomo de Campinas; Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. e

- Ano de 1997; escala 1:35.000; n°s 6751, 6752 e 6753 (FX 03); 6768 e 6769 (FX 04); SEP/CAR-IGC Vale Ribeira 12/97; BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A ; São Paulo, SP.

Em sua primeira fase, os mapas foram traçados em papel *polyester* com grafites coloridos. Em seguida passou-se nanquim colorido sobre o grafite, em novo papel *polyester*, de modo a tornar mais nítido o traçado dos mapas que seriam *scannerizados*.

Depois da *scannerização*, a alternativa para a questão da escala foi ampliar os mapas no momento da impressão para se atender à finalidade proposta de análise por sobreposição de imagens dos mapas temáticos em mesa de luz, conforme mencionado neste capítulo, item 2.2.

As fotografias aéreas foram preferidas às imagens de satélite principalmente em razão da área cárstica, pois as imagens LANDSAT TM5 apresentam baixa resolução espectral, não identificando feições de dissolução próprias do carste, como dolinas com diâmetros menores de 30 metros. Embora haja muitos outros tipos de sensores que geram imagens melhores, os custos elevados inviabilizam esta opção, caracterizando as fotografias aéreas como os melhores produtos para estudos preliminares (ALBRECHT, 1998).

2.2.4 Elaboração do Mapa Hidrológico

A confecção do mapa de drenagem superficial da área de estudo no município de Apiaí partiu do Mapa-base já descrito anteriormente, na escala de 1:10.000, onde foram delimitadas as três sub-bacias de interesse para o estudo.

O mesmo se fez com as cartas topográficas em escala 1:50.000 do IBGE, Folhas Apiaí, 1987 e Araçaíba, 1975, de modo que este mapa complementasse as informações não contidas no anterior e dirimisse dúvidas com relação à nomenclatura dos rios da área de estudo. Com respeito aos nomes desses cursos d'água, também foram feitas pesquisas junto a moradores e principalmente junto ao historiador Oswaldo Mancebo para se definir casos da não-coincidência desses nomes nas duas cartas topográficas mencionadas.

2.2.5 Elaboração da Carta Clinográfica

Este nome deriva de clinômetro, que é o aparelho usado para medir ângulos de inclinação do terreno (declives/aclives). Também é denominada carta de declividade, pois o termo declive é amplamente utilizado para indicar inclinação, como se observa em trabalhos recentes, citando-se o exemplo de Geossistemas e Geossistemas Paulistas (TROPPMAIR, 2000). DE BIASI utiliza o termo declividade em 1970 e clinográfica em 1992, sem no entanto apresentar quaisquer justificativas. Na presente pesquisa serão utilizadas ambas as expressões como sinônimas.

A carta clinográfica ou carta de declividade tem sido utilizada de maneira quase que obrigatória nessas duas últimas décadas em trabalhos ligados às Ciências da Terra, Planejamento Regional, Urbano e Agrário, juntamente com outras representações gráficas de variáveis tais como: orientação de vertentes, insolação direta, direção e velocidade dos ventos, entre outras.

Assim como o mapa de drenagem superficial, também este se originou do Mapa-base. Foi trabalhoso o processo de pintar com lápis de cor todo o mapa, de proporções grandes devido à escala, mas a opção, quando possível, foi sempre pelo processo artesanal, de acordo com os fundamentos metodológicos da pesquisa.

A representação do relevo nas cartas topográficas se dá através das curvas de nível e, a partir do espaçamento entre elas, são estabelecidas as classes da carta. A definição dessas classes pode assumir um caráter particular, ficando a critério do autor a escolha daquelas de maior representatividade para o seu trabalho.

Esse tipo de representação cartográfica permite saber, através dos declives/aclives obtidos em porcentagens, qual a extensão das áreas que realmente podem ser utilizadas para ocupação urbana, agrária etc., ou seja, é um documento fundamental em trabalhos voltados ao planejamento, quer seja este urbano, ambiental ou agrário.

Na elaboração segue a proposta de DE BIASI (1970 e 1992), que se constitui na confecção e utilização de um ábaco, passado entre curvas de nível de valores diferenciados. Para curvas de nível de mesmo valor e/ou entre canais fluviais e curvas de nível, utiliza-se um ábaco suplementar proposto por SANCHEZ (1993), que é elaborado considerando-se a metade da equidistância entre as curvas de nível, assumindo assim, metade dos valores do ábaco principal.

Utilizou-se aqui a proposta de HERZ e DE BIASI (1989, apud DE BIASI, 1992) a respeito dos limites expressos em porcentagens para definição do uso da terra:

GRAUS	PORCENTAGEM
2,25°	< 5%
2,25-5,6°	5-12%
5,6-13,5°	12-30%
13,5-21,1°	30-47%
25°	> 47%

Achadas as classes de maior e menor declividade, passa-se a delimitar as demais classes.

Conforme já mencionado, as classes escolhidas devem ser representativas. No caso da área de estudo no município de Apiaí, as classes de 5% e 50% não se tornaram representativas e, se fossem mantidas, apareceriam apenas em alguns pontos isolados da carta, o que é cartograficamente incorreto. Assim sendo, as classes utilizadas na elaboração da carta clinográfica de Apiaí variaram de $\leq 10\%$ a 40%.

2.2.6 Elaboração do Mapa de Solos

O mapa sobre os tipos de solo do município de Apiaí foi obtido através do processo de *scannerização* do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, parte integrante de livro a respeito do assunto, “Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico” (OLIVEIRA, 1999). Sobre a imagem foi traçada a área de estudo e as principais rodovias, como pontos de referência.

2.2.7 Elaboração dos Mapas de Uso da Terra

Dois mapas de uso da terra, anos 1962 e 1997, também foram elaborados através de fotointerpretação, utilizando-se das mesmas fotografias aéreas mencionadas anteriormente no item 2.2.3 (mapas geomorfológicos), além dos seguintes materiais:

a) Documentação cartográfica

- Folhas topográficas de Apiaí e de Tremembé, da Carta do Brasil 1:50.000 da Fundação IBGE.

- Mapa-base

b) Equipamentos e *softwares*:

- *Software* Autocad

- *Software* ILWIS - *Intergrated Land and Water Information System*

- Mesa digitalizadora

- Estereoscópios de bolso e de espelho

- *Scanner*

- Computadores

As fotos aéreas foram digitalizadas e passadas em *scanner* para manipulação digital.

Após serem registradas a partir de pontos de controle com coordenadas conhecidas, iniciou-se o processo de digitalização do uso da terra.

2.2.8 Elaboração do Mapa Topomorfológico

Assim como outros mapas, este também foi feito a partir do Mapa-base.

A elaboração do mapa topomorfológico se deu através da análise e interpretação da disposição das curvas de nível relacionadas às diferenças de altitude da base cartográfica citada. Assim foram delimitadas quatro unidades topomorfológicas, divididas em sub-unidades de acordo com as necessidades.

2.2.9 Elaboração do Mapa de Riscos Ambientais

Para confeccionar este mapa utilizou-se a Planta Geral do Perímetro Urbano de Apiaí, elaborada pelo ITESP – Instituto de Terras do Estado de São Paulo, concluída no ano de 2000. Foi escolhida esta base cartográfica pela precisão de seus traços, com medidas rigorosamente exatas e bem detalhadas, o que facilitou enormemente o trabalho.

Foram montados grupos de três a quatro pessoas com cinco saídas a campo, não apenas para trabalhar com o mapa, mas para fotografar eventos significantes. A confecção deste mapa foi de suma importância para a pesquisa, tendo em vista que sempre envolveu a comunidade. Essas pessoas foram escolhidas principalmente por suas condições de futuras multiplicadoras da metodologia adotada. Plotou-se no mapa as ocorrências que impactam de modo negativo o ambiente e de algum modo ameaçam, exigem providências, demandam melhor planejamento ou sugerem uma nova abordagem, um olhar diferente, bem como fenômenos naturais que se configuram como fatores limitantes para o uso do solo.

A seguir são relacionados tais eventos presentes na área de estudo: esgoto a céu aberto ou lançado em corpos d'água, lixão, postos de gasolina, oficinas mecânicas, garagens de ônibus, hospital, cemitério, lavadoras de veículos, ferro-velho, serrarias, indústria, "bota-fora", colapso, subsidência, sumidouros, dolinas, cavernas, captação de água, rios canalizados, solo descoberto, afloramentos de rocha, áreas sujeitas a erosão, erosão em taludes, áreas sujeitas a deslizamentos, áreas sujeitas a enchentes e áreas de ocupação inadequada.

Após plotagem desses eventos em campo, fez-se sua digitalização em *Corel Draw*, sendo que apenas nesta última fase de informatização não houve participação da comunidade.

2.2.10 Caracterização ambiental por percepção

Prestando assessoria à empresa Estação Floresta Projetos Educacionais, Turísticos e Viagens S. C. Ltda., a autora deste trabalho desenvolveu, em conjunto com profissional de turismo, o projeto “Implantação do Turismo em Apiaí”. Inserir-se nesse projeto uma atividade para sensibilização da sociedade sobre o meio ambiente, denominada “Conscientização para o Turismo”, destinada aos alunos do ensino fundamental, público e privado.

O trabalho constou de um levantamento junto aos alunos sobre sua percepção das situações ambientais mais críticas da cidade, ou seja, os riscos ambientais existentes. O universo definido abrangeu todos os estabelecimentos de ensino fundamental do município.

Através da Delegacia de Ensino, os professores das 14 escolas do município (12 da rede estadual, 1 municipal e 1 particular) foram orientados a trabalhar as duas perguntas abaixo com cada classe, de modo que cada uma das escolas apresentasse suas respostas no ginásio de esportes da cidade, em evento comemorativo da Semana do Meio Ambiente:

- a) Quais os maiores problemas da minha cidade?
- b) Como poderia melhorar esta situação?

A discussão em classe gerou material escrito que foi levado para debate no encontro, onde estiveram presentes alunos e/ou professores representantes de todos os estabelecimentos de ensino, conforme noticiado no jornal regional “O Alto Vale”, ano 2, números 93 e 94.

Os resultados desta atividade encontram-se no capítulo III 3.1.12.1, que trata da situação ambiental de Apiaí através da percepção de educadores e alunos.

III. ASPECTOS GERAIS DO VALE DO RIBEIRA E DA ÁREA DE ESTUDO EM APIAÍ, SP

3.1 Caracterização do meio físico

TROPMAIR (2000) delimitou no estado de São Paulo 15 geossistemas, alguns deles relacionados a compartimentações geomorfológicas e outros a aspectos ambientais como solo e clima. Os elementos de um geossistema são inter-relacionados, exercendo influências (muito fortes, fortes, médias, fracas e imperceptíveis) sobre o todo.

A seguir, são relacionados os geossistemas paulistas:

1. Planície Costeira Sul, 2. Planície Costeira Norte, 3. Escarpas da Serra do Mar, 4. Bocaina, 5. Vale Paraíba, 6. Bacia de São Paulo, 7. Mar de Morros, 8. Mantiqueira, 9. Depressão

Periférica Sul, 10. Depressão Periférica Norte, 11. Cuestas, 12. Serrinhas de Marília, 13. Planalto Paulista Sudoeste, 14. Planalto Paulista Centro, 15. Planalto Paulista Noroeste.

O Vale do Ribeira encontra-se no terceiro deles, o Geossistema Escarpas da Serra do Mar, espelho de falha, com 3.100 km², relevo montanhoso com fortes declividades formadas por escarpas festonadas e serras cristalinas, com destaque para as serras de Paranapiacaba e Juquerequerê. Os solos são rasos, sendo as classes de uso com limitação severa, a rede de drenagem é densa, do tipo subparalela e dendrítica, com vales fechados e estreitos no alto e vales abertos nos baixos cursos dos rios. O clima, segundo classificação de Köppen, é “Cfl” (C=mesotérmico ou ameno, mês mais frio entre -3 e +18°C; e mais quente, superior a 18°C; f=falta de estação seca bem definida; l=temperaturas anuais amenas entre 10 e 22°C). A precipitação é elevada, de 1.700 a 2.000mm/ano em 150 a 180 dias (1.100mm em 100 dias no verão e 800mm em 80 dias no inverno). As inter-relações neste geossistema são complexas, envolvendo precipitação, relevo, altitude e vegetação. É protegido por lei, que proíbe ocupação e exploração em áreas de proteção como parques estaduais (Jacupiranga, Turístico do Alto Ribeira, Carlos Botelho, Intervales, Serra do Mar), APA e área tombada da Serra do Mar. Sua cobertura vegetal é formada pela Mata Atlântica, Floresta Latifoliada Tropical Úmida de Encosta e Mata de Neblina. Abriga grande biodiversidade vegetal e animal, possuindo estabilidade frágil, exigindo cuidados especiais de manejo.

De maneira geral, é assim que se caracteriza a região em termos dos geossistemas paulistas. A seguir, far-se-á um detalhamento de todos estes aspectos físicos.

O Vale do Ribeira, localizado ao sul do estado de São Paulo e nordeste do Paraná, é uma área que abrange todos os municípios cortados pela rede de drenagem do rio Ribeira de Iguape, além de outros municípios que possuem aspectos geo-econômicos e sociais semelhantes, como clima, vegetação, densidade demográfica, etc. (ALMEIDA, 1982). A bacia do Ribeira, situada entre as coordenadas 23°50' e 23°30' de latitude sul e 50°00' de longitude oeste, drena uma área de 24.980 km², 38% dos quais no estado do Paraná e 62% no estado de São Paulo (ENGEORPS, 1996). O lado paulista compreende vinte e três municípios, dentre os quais o de Apiaí, com uma área total de drenagem de 16.771 km². (Secretaria do Meio Ambiente de SP, Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, 1997).

3.1.1 Localização da área de estudo no município de Apiaí, Vale do Ribeira – SP / Acessos

A área objeto desta pesquisa, com quase 18 km², tem seu foco na zona urbana de Apiaí, embora a extrapole, conforme mencionado no capítulo II 2.2.1.

Com base em mapa elaborado pelo ITESP - Instituto de Terras do Estado de São Paulo em dezembro de 2000, o marco central de Apiaí está à latitude de 24°30'35,19"S e longitude de 48°50'33,48"W, altitude de 926 metros nesse ponto.

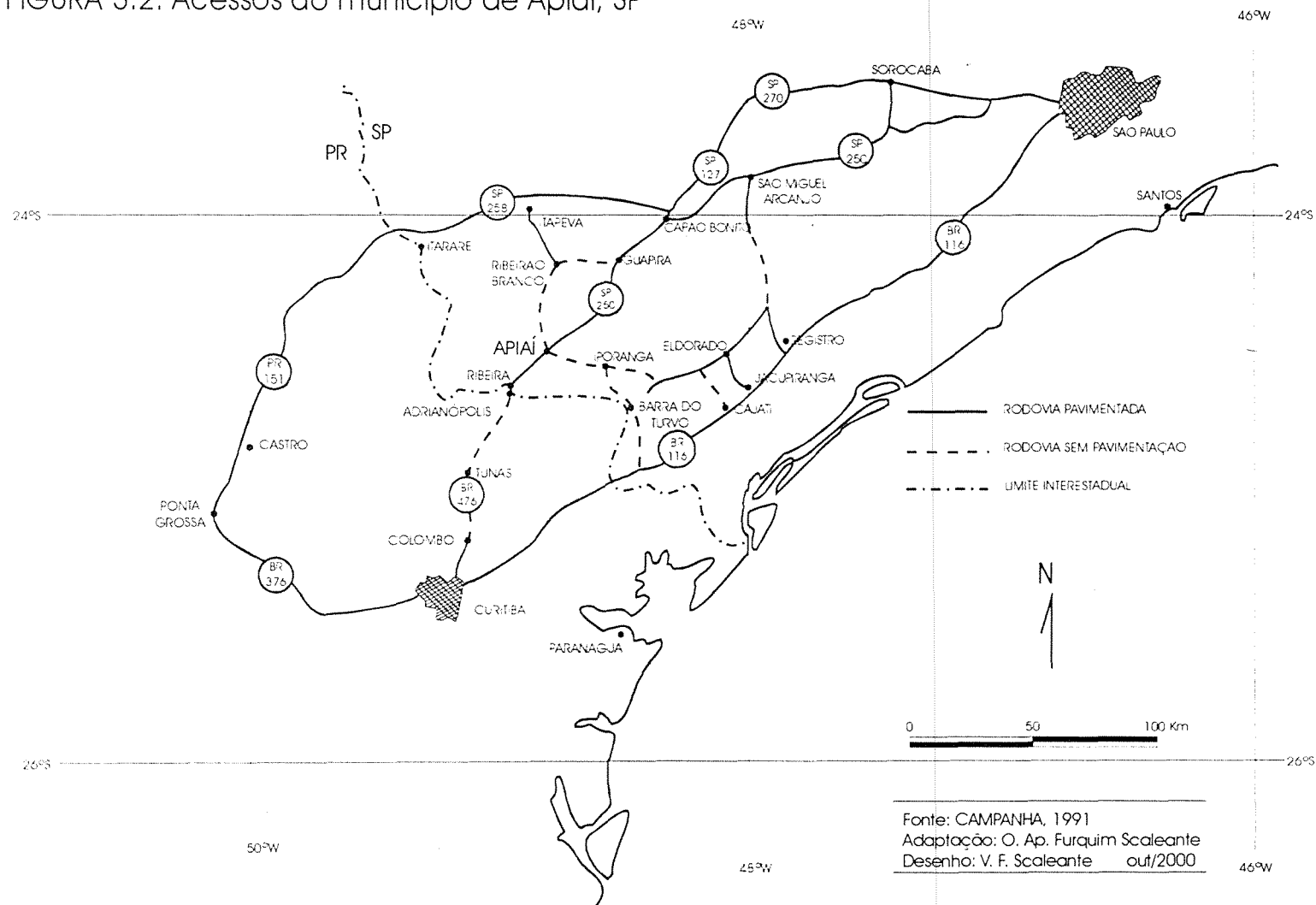
A seguir, mapas de localização e de acesso:

FIGURA 3.1: Localização da área de estudo no município de Apiaí,
Vale do Ribeira - SP



Fonte: LEPSCH (1988); site IBGE Cidades@ (2001);
Gestão das Águas - Secret. Meio Amb. - SP (1997)
Adaptação: O. Ap. Furquim Scaleante
Desenho: V. F. Scaleante set/2000

FIGURA 3.2: Acessos ao município de Apiaí, SP



Apiáí dista 324 km. da cidade de São Paulo-SP, 220 km. de Sorocaba e 165 km. de Curitiba-PR.

Um dos acessos é através da rodovia Raposo Tavares (SP-270), percurso asfaltado de 164 km. até Itapetininga; SP-127 até Capão Bonito, 65 km., finalmente SP-250. 95 km até Apiáí.

Outro caminho possível é a rodovia Régis Bittencourt, BR-116, que liga São Paulo a Curitiba, perfazendo 217 km. até Jacupiranga, prosseguindo-se por via asfaltada até Iporanga, em um percurso de 105 km. A partir daí, percorre-se 40 km. por estrada não pavimentada até Apiáí (total de 362 km.)

3.1.2 Hidrografia

O rio Ribeira nasce no estado do Paraná, vertente leste da serra de Paranapiacaba, com área de drenagem de 9.130 km² naquele estado (CBH-RB, 2000). sendo 24.980 km² o total da área por ele banhada, incluindo seus tributários, aproximadamente 62% no estado de São Paulo (SANTOS, 1982). Com uma drenagem do tipo exorreica, curso orientado preferencialmente no sentido nordeste, o Ribeira recebe o rio Juquiá, que segue em rumo contrário, adquirindo após esta afluição a denominação de Ribeira de Iguape (QUEIROZ NETO, 1982).

A bacia do Ribeira de Iguape está entalhada em rochas arqueanas e proterozóicas, com a formação de uma extensa baixada sedimentar pouco acima do nível do mar. Importantes sistemas de falhas constituem os principais contatos entre as diversas rochas cristalinas do grupo Açungui, Complexo Turvo-Cajati e Complexo Costeiro. Nessas rochas há um grande desenvolvimento dos solos, exceção feita aos quartzitos e calcários, estes últimos ocorrendo em maior parte a montante da afluição do rio Juquiá.

As vertentes de forte declividade e extensas superfícies de cumeeira tornam o Ribeira um rio típico de planalto, tendo um curso acidentado e abrindo profundos vales em “V”. Já a jusante da cidade de Iporanga, onde as cotas estão em torno de 60 metros, o gradiente se suaviza e o rio passa a ser típico de planície.

O condicionamento da rede de drenagem é fortemente influenciado pelo estruturamento regional para NE, e também pelos grandes traços tectônicos representados por falhamentos e fraturamentos com idêntica direção. Nas drenagens de terceira e quarta ordens, pode-se notar a influência dos fraturamentos preenchidos por diques de diabásio, orientando essas drenagens para a direção NW. A bacia do rio dos Pilões, principal afluente pela margem esquerda, drena

metassedimentos siltico-argilosos, metabasitos e granitos, apresentando um padrão retangular de drenagem com o rio principal orientado segundo NE.

Em termos de hidrogeologia, os principais aquíferos da região são relativos aos sedimentos quaternários concentrados nas planícies aluvionares dos rios. As rochas cristalinas ígneas e metamórficas do Pré-Cambriano não formam um aquífero regional, mas apresentam condições favoráveis e são exploradas em alguns poços. Quanto às rochas metacalcárias, comuns no médio e alto Ribeira, propiciam a existência de cavernas, sumidouros, ressurgências, dolinas e demais feições de dissolução, com conseqüente estabelecimento de redes de drenagem subterrâneas de alta complexidade (ENGEORPS, 1996).

A seguir, tabelas de população, demanda, disponibilidade hídrica e carga poluidora da bacia do Ribeira de Iguape e Litoral Sul, de acordo com publicação da Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras / SMA-SP (1997):

TABELA 3.1 POPULAÇÃO (1.000 habitantes)

HABITANTES	1990 ⁽¹⁾	2010 ⁽²⁾
Urbana	180	365
Total	305	492

Fonte: ⁽¹⁾ DAEE; ⁽²⁾ PERH 1994/1995

TABELA 3.2 DEMANDA (m³/s)

USOS	1990 ⁽¹⁾	2010 ⁽²⁾
Urbano	0,6	0,9
Industrial	1,3	2,1
Irrigação	2,3	4,2
Total	4,2	7,2

Fonte: ⁽¹⁾ DAEE; ⁽²⁾ PERH 1994/1995

TABELA 3.3 DEMANDA / DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

Demanda total (m ³ /s)		Disponibilidade ⁽¹⁾ (m ³ /s)		(Demanda total/Qref.)X100 ⁽²⁾ (%)	
1990	2010	Q7,10	Qref.	1990	2010
4,2	7,2	153,0	180,0	2,3	4,0

Fonte: ⁽¹⁾ DAEE; ⁽²⁾ Cálculo de equipe técnica Qref. = vazão de referência

TABELA 3.4 **DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA (m³/h)**

Aqüífero	Vazão potencial
Cristalino	5 a 40
Litorânea	4 a 20

Fonte: PERH 1994/1995

TABELA 3.5 **CARGA POLUIDORA (t DBO/dia)**

Fonte	Potencial	Remanescente
	1990	1990
Urbana	13,5	7,7
Industrial	0,2	0,1
Total	13,7	7,8

Fonte: DAEE

O mapa hidrológico da figura 3.3 indica a existência de três sub-bacias na área de estudo, denominadas 1. Sub-bacia Palmital, 2. Sub-bacia Tijuco e 3. Sub-bacia Cárstica. Os nomes dados às bacias identificam-nas com sua característica mais marcante. As duas primeiras receberam os nomes de seu rio principal e a terceira possui drenagem subterrânea própria do carste.

Os nomes dos cursos d'água não coincidem nos documentos consultados, portanto, estabeleceu-se a seguinte relação para identificá-los:

Sub-bacia1 Palmital

1. ribeirão Palmital
2. córrego Água Limpa
3. nascentes do Pedra Amarela
4. córrego do Ouro
5. córrego da Biquinha
6. córrego das Pedras

Sub-bacia Tijuco

7. ribeirão Tijuco
8. córrego Campo Bonito
9. córrego Água Grande
10. córrego da Estiva

11. córrego dos Pinheiros
12. córrego Maria Clara
13. nascentes do córrego Maria Clara (atual Praça 14 de Agosto)
14. córrego do Fundão
15. córrego Alto da Tenda
16. córrego Pirizal
17. córrego Água Quente

A rede de drenagem é densa e seu padrão é dendrítico, adaptado às direções das estruturas, e retilíneo em alguns lugares, indicando a influência de direções de fraturamentos importantes.

The map illustrates the urban layout of Apia, Mato Grosso do Sul, divided into 17 numbered sectors and four sub-basins (SUB-BACIA 1, 2, 3, 4). Key features include:

- Sectors:** Numbered 1 through 17, distributed across the urban area.
- Sub-basins:** SUB-BACIA 1 (southeast), SUB-BACIA 2 (north), SUB-BACIA 3 (southwest), and SUB-BACIA 4 (northwest).
- Urban Areas:** Bairro do Engenho Velho, Bairro Taquari, Bairro do Palmital, Campina, and various other neighborhoods.
- Rivers:** Rio das Pedras, Rio Taquari, and Rio do Engenho.
- Roads:** RN 214, RN 2114, and other local roads.
- Infrastructure:** Schools (e.g., Escola de Vila Velha, Escola de Santa Rosa), churches (e.g., Igreja de Santa Rosa), and industrial areas (e.g., Fábrica de cimento).
- Scale:** 0, 500, 1,000 meters.

Fonte: IBGE Brasil, 1:50.000. Folhas: Araçaíba, 1975; Apiaí, 1987.
Organização: O. Ap. Furquim Scaleante maio/2001

3.1.3 Topomorfologia

No mapa topomorfológico, figura 3.4, foram delimitadas quatro unidades topomorfológicas, divididas em sub-unidades de acordo com as necessidades.

À primeira unidade convencionou-se chamar de ALTO PLANALTO, que apresenta os pontos mais altos, abrangendo as porções oeste, central, norte e nordeste da área de estudo, com altitudes variando entre 1.060 e 900 metros. Esta primeira unidade está ainda dividida em duas sub-unidades denominadas de Topos Dissecados e Altas Vertentes, sendo que a primeira delas compreende as áreas mais altas, com formas que comumente atingem altitudes superiores a 1.000 metros. Tais formas são representadas por topos dissecados divisores de águas da densa rede de drenagem.

A segunda unidade topomorfológica foi denominada BAIXO PLANALTO, pois, em relação à unidade anterior, apresenta altitudes mais modestas. Tal unidade se estende pelas porções central, oeste e centro-norte da área de estudo. As altitudes aí variam de 850 a 950 metros. Esta unidade foi dividida em três sub-unidades denominadas de Topos Dissecados, Baixas Vertentes e Fundos de Vale. A primeira sub-unidade é representada por topos dissecados mais elevados na parte central da unidade em questão, onde atingem altitudes superiores a 920 metros e diminuindo em altitude na porção oeste, onde alcançam 830 metros. Estes topos representam divisores de água e em alguns pontos indicam litologias mais resistentes ao trabalho erosivo. A segunda sub-unidade, Baixas Vertentes, abarca formas situadas entre 780 e 920 metros, localizando-se por toda a área representada pela unidade em questão. A terceira e última sub-unidade foi denominada Fundos de Vale, e representa áreas de várzeas sujeitas a inundação e terraços situados a aproximadamente 855 metros de altitude.

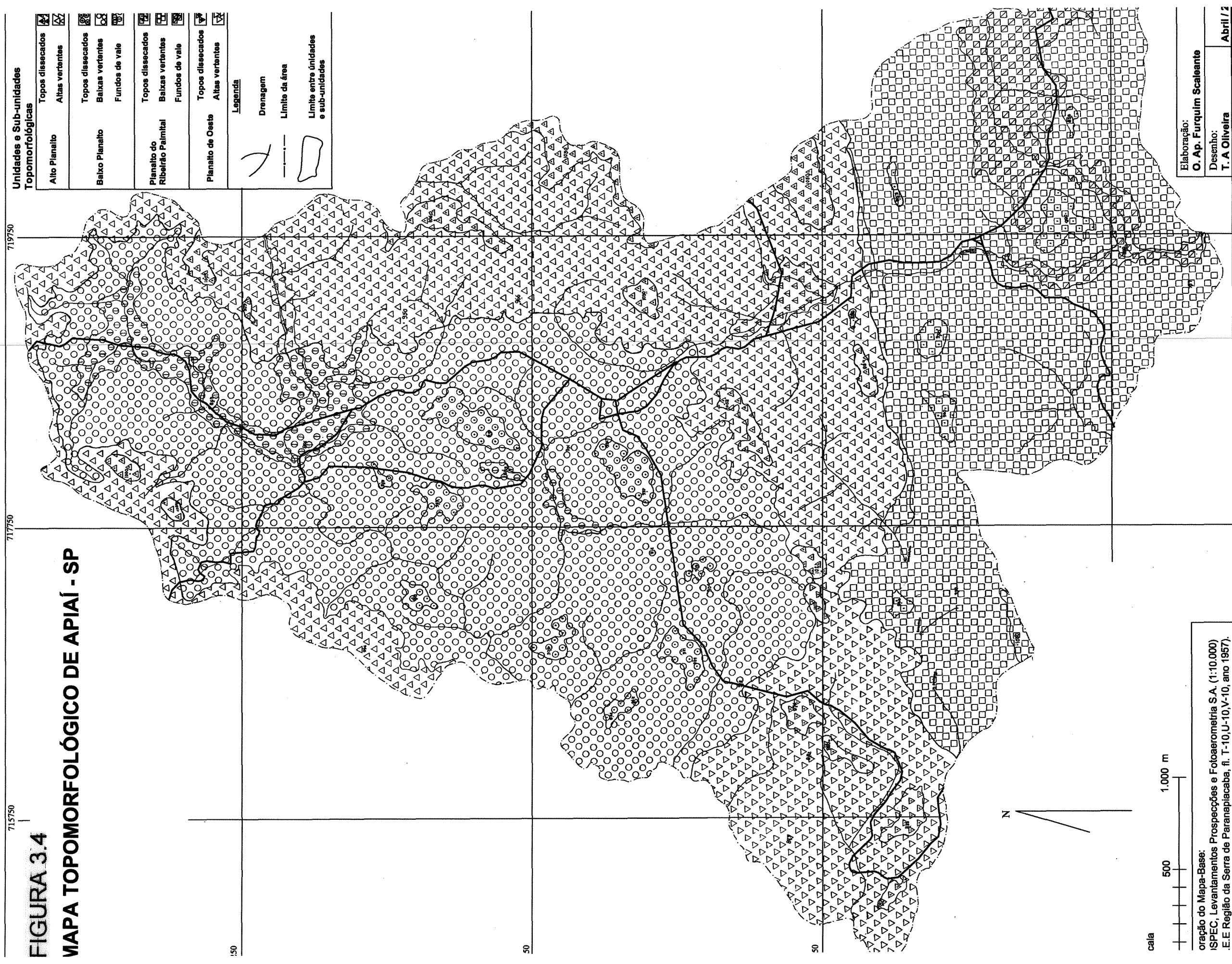
O PLANALTO DO RIBEIRÃO PALMITAL, que recebeu o nome em razão de vasta área drenada por esse ribeirão e seus tributários, representa a terceira unidade topomorfológica. Esta unidade possui altitudes variando entre 1.050 e 790 metros, sendo que as altitudes predominantes estão entre 820 e 950 metros. Tal unidade ocupa as porções sul, sudeste e sudoeste da área em estudo. Esta unidade também foi dividida em três sub-unidades. A primeira sub-unidade foi denominada de Topos Dissecados, sendo representada por topos de interflúvio. À semelhança da sub-unidade de mesmo nome da unidade Baixo Planalto, compõe-se de litologias mais resistentes à erosão e compreende altitudes que oscilam entre 850 metros na porção sudeste e 1.050 metros a sudoeste da unidade em questão. A segunda sub-unidade foi denominada Baixas Vertentes e

engloba as áreas contidas entre os Topos Dissecados (primeira sub-unidade) e os Fundos de Vale (terceira sub-unidade). As altitudes aí variam de 797 a 1.000 metros. A terceira e última sub-unidade foi denominada Fundos de Vale e representa áreas de várzea, constantemente encharcadas e sujeitas inundações periódicas. As altitudes aí encontram-se abaixo de 780 metros.

A quarta e última unidade topomorfológica foi denominada PLANALTO DO OESTE por estar situada na porção oeste da área de estudo. Compreende altitudes que oscilam entre 1.015 metros (ponto mais alto) e 670 metros no seu extremo oeste. Mas as altitudes predominantes oscilam entre 700 e 800 metros, portanto, relativamente às outras unidades, é a mais baixa. À semelhança das outras unidades topomorfológicas, esta unidade foi dividida em duas sub-unidades. A primeira delas, denominada Topos dissecados, possui pontos representados por divisores de água, embora estes nem sempre se situem nas altitudes mais elevadas desta unidade. A segunda sub-unidade, Baixas Vertentes, abrange as áreas não incluídas na sub-unidade Topos Dissecados, além dos fundos de vale. As altitudes aí variam de 1.000 a 670 metros.

O mapa topomorfológico, figura 3.4, já é considerado como uma primeira síntese.

715750
—
FIGURA 3.4
MAPA TOPOMORFOLÓGICO DE APIAÍ - SP



3.1.4 Geologia

A região do Vale do Ribeira, segundo SILVA et alii (1981) possui morfologia agressiva e de difícil acesso, em resultado de longa evolução tectônica bastante diferenciada. Esta área, objeto de estudo do Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira, distribui-se por três grandes conjuntos lito-estruturais bem distintos, de idades arqueana, proterozóica e paleozóica, além de ocorrências magmáticas básicas e alcalino-ultrabásicas mesozóicas e dos depósitos sedimentares cenozóicos. À lito-estrutura arqueana pertence o Complexo Cristalino ou Complexo Gnáissico-Migmatítico, que foi retrabalhado em tempos proterozóicos. Este Complexo representa o embasamento das seqüências supracrustais dobradas proterozóicas Setuva, Turvo-Cajati e Açungui. Tais unidades, constituindo parcialmente a Faixa Dobrada Apiaí, definem o segundo grande conjunto lito-estrutural, ao qual se associam os geoanticlinais granitóides.

A exposição desse embasamento, situado a sul-sudeste das falhas da Lancinha, da Ribeira e Cubatão, onde aparecem inúmeros maciços granitóides, constitui o Maciço Mediano de Joinville como faixa integrante do Cinturão Móvel Costeiro, de idade brasileira. O terceiro conjunto lito-estrutural, de menor extensão, é formado por sedimentos paleozóicos, na periferia da Bacia do Paraná.

De acordo com MORGENTHAU et al. (1975 apud LEPSCH, 1990), predominam na região as rochas pré-cambrianas do Complexo Gnáissico-Migmatítico e do Grupo Açungui. Neste, são mais comuns os metassedimentos do tipo filitos, ardósias, calcários epimetamórficos, quartzitos diversos e mármore dolomíticos. E naquele, os migmatitos heterogêneos, granitos, quartzitos e mármore dolomíticos.

Em menores proporções que as rochas pré-cambrianas, também aparecem granitos do período Eopaleozóico; rochas cataclásticas do Cambriano-Ordoviciano; rochas ultrabásicas e alcalinas da formação Serra Geral; sedimentos eocenozóicos da formação Pariquera-Açu e por volta de 2.200 km² de baixadas holocênicas, com aluviões, colúvios, sedimentos arenosos de deposição marinha, sedimentos areno-siltico-argilosos de deposição mista e depósitos de mangue (MORGENTHAU et al., 1975 apud LEPSCH, 1990).

No tocante à estratigrafia regional, os mesmos autores propuseram uma coluna estratigráfica do Vale do Ribeira conforme Quadro 3.1.

QUADRO 3.1: Coluna estratigráfica do Vale do Ribeira (MORGENTAL et al, 1975 apud LEPSCH et alii, 1990)

PERÍODOS	ÉPOCA	GRUPO	FORMAÇÃO	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
Quaternário	Holoceno			Aluviões em geral, sedimentos coluviais, sedimentos arenosos de deposição marinha e praial, sedimentos areno-siltico-argilosos de deposição mista (flúvio-marinho-lacustre) e depósitos de mangue.
	Pleistoceno		Pariquera-Açu	Conglomerados semiconsolidados, areias e argilas.
Jurássico-Cretáceo			Serra Geral	Calcário e travertino depositado a partir da desagregação de calcários metamórficos
				Rochas ultrabásicas e alcalinas, sienitos, álcali-sienitos, pulaskitos, nordmarkitos, gabros alcalinos, nefelina-sienitos, malignitos, foyaitos, laurdalitos, ijolitos, essexitos, fonolitos, piroxenitos, peridotitos, carbonatitos. Rochas básicas: diabásios, basaltos, gabros e dioritos.
Cambriano-Ordoviciano				Rochas cataclásticas: milonitos, filonitos e cataclásitos
Eopaleozóico				Rochas graníticas intrusivas: granitos, quartzomonzonitos, granodioritos, granófiros, granitos pórfiros, quartzo-pórfiros, pegmatitos e granitos com diferenciação alcalina (incluindo plauenitos e álcali-sienitos)
Pré-Cambriano	Superior	Açungui	(Indiferenciado)	Metassiltitos, filitos, ardósias, quartzo-sericita-xistos, metagrauvacas, metarcósios, calcários epimetamórficos, quartzitos, epiquartzitos, quartzo-biotita-muscovita, xistos, aparecendo eventualmente granada, mármore dolomíticos, anfibolitos, metabasitos e metaconglomerados polímicos e rochas termometamórficas
	Médio-Superior	Complexo Gnáissico Migmatítico	(Indiferenciado)	Migmatitos homogêneos e heterogêneos, rochas graníticas metassomáticas ou de anatexia, quartzitos, mármore dolomíticos e rochas básicas e ultrabásicas metamorfizadas (anfibolitos, serpentinitos, talco-xistos, epidioritos e epidiabásios).

No entanto, o estabelecimento de unidades estratigráficas, bem como a própria noção de estratigrafia em terrenos pré-cambrianos complexos como os do Vale do Ribeira têm-se mostrado muito problemáticos e estão basicamente relacionados à caracterização de uma cronologia absoluta e relativa de eventos que tenham conduzido a sua evolução (CHIODI F^o, 1984).

Sobre a geologia da área relacionada ao aspecto econômico, foi desenvolvido um minucioso projeto denominado Projeto Calcário para Cimento (1972). A agência São Paulo da CPRM, em convênio com o DNPM, realizou esse mapeamento geológico na escala 1:10.000 em duas áreas a sul-sudeste do Estado de São Paulo, definidas como Polígono Oriental e Polígono Ocidental, com o objetivo especial de levantar o potencial de rochas calcárias para seu possível aproveitamento na fabricação de cimento.

De acordo com esse Projeto, os principais corpos litológicos são representados por rochas pré-cambrianas do Grupo Açungui, devonianas da Formação Furnas e permo-carboníferas do Grupo Tubarão, sendo freqüentes as intrusões de caráter ácido ou básico.

O Grupo Açungui passou por profundas perturbações tectônicas, apresentando-se com elevada complexidade, não obedecendo a uma seqüência estratigráfica definida, pois inexistia uma coluna geológica padrão para tais rochas.

Em termos econômicos, o maior potencial da área corresponde a jazidas de calcários e dolomitos, com reservas estimadas de 34 bilhões de toneladas, com algumas jazidas sendo exploradas por empresas de cal e de cimento. Associadas às rochas carbonatadas, ocorrem também jazidas de chumbo, cobre e zinco; e talco associado a dolomitos.

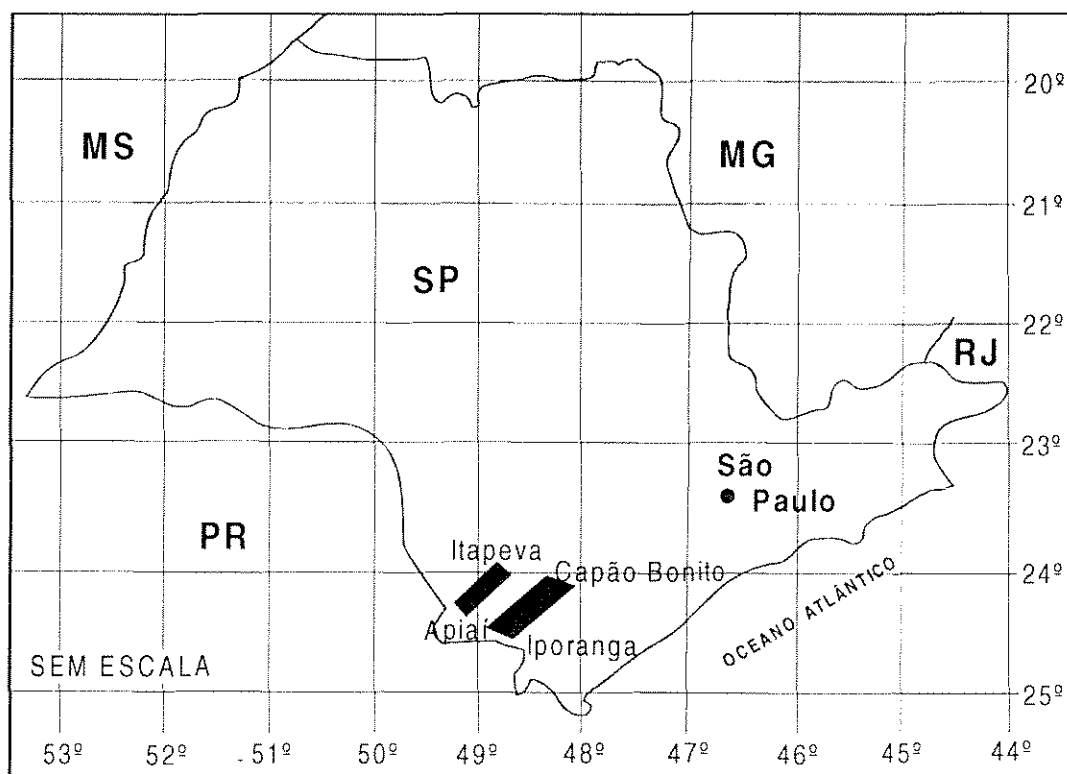
A área total da pesquisa da CPRM corresponde a 2.850 km² e situa-se entre os meridianos 48 a 49° 30' W e paralelos 24 a 25° S, representada pelos polígonos da figura 3.5 e da tabela 3.6 a seguir, cujos vértices, ao norte, são definidos pelos municípios de Capão Bonito e Itapeva:

TABELA 3.6

IDENTIFICAÇÃO	FORMA GEOMÉTRICA	DELIMITAÇÃO		ÁREA (km ²)
		DIREÇÃO	COMPRIMENTO	
Polígono Oriental (Capão Bonito)	Paralelogramo	45° NE 72° SW	70 km 30 km	2.100
Polígono Ocidental (Itapeva)	Retângulo	45° NE 45° SW	50 km 15 km	750

Fonte: GONZALEZ, 1972

FIGURA 3.5



Fonte: GONZALEZ, 1972 (adaptação: O. Ap. Furquim Scaleante)

A partir dessa área foram selecionados 2.156 km² e divididos em 49 quadrículas, cada uma constituindo uma unidade do mapeamento geológico em escala 1:10.000. Essas quadrículas situam-se nos municípios de Capão Bonito, Guapiara, Apiaí, Iporanga, Itapeva, Ribeirão Branco e Itararé.

Para a área de estudo do presente trabalho foram utilizadas duas quadrículas de Apiaí, no Polígono Oriental, denominadas PINHEIROS–Folha SG-22-F-I-3-SE-c e APIAÍ–Folha SG-22-F-III-1-NE-a.

Neste Polígono Oriental observa-se uma sequência de rochas metamórficas epizonais representadas por metacalcários, metarenitos, metassiltitos, filitos e xistos, que vão formando pacotes rítmicos com relativa frequência.

Nos dois Polígonos são encontradas extensas áreas de afloramentos graníticos e granodioríticos, tipo porfíroide, considerados pela maioria dos autores como intrusivas nos epimetamorfitos Açungui.

Todas as litologias mencionadas são cortadas por inúmeros diques de diabásios relacionados ao tectonismo mesozóico (Eocretáceo); apresentam-se distribuídos em alinhamentos sudeste-noroeste e alcançam extensões que variam desde alguns metros até vários quilômetros e espessuras desde centímetros até 120 metros.

Os depósitos quaternários são restritos e, na maioria, representados por manchas aluvionares e coluviões que se encontram em planícies de inundação dos principais cursos d'água.

A seguir, tabela 3.7, representando o percentual de ocorrência de cada litologia na área do Projeto Calcário para Cimento:

TABELA 3.7: Ocorrências litológicas na área do Projeto Calcário para Cimento:

LITOLOGIA	DESCRIÇÃO
Sedimentos recentes 2%	Sedimentos de origem fluvial e de composição areno-argilosa em várzeas às margens de rios e córregos
Gabros 1%	Potente complexo de rochas básicas no município de Apiaí. Principal área de ocorrência nas Folhas: Apiaí, Rio Acima, Lageado de Itaoca, Bairro de Campina e Furnas. Corpo alongado segundo a direção regional das estruturas geológicas, a partir de Serrinha até a zona superior do rio Betari, passando por Palmital. Melhores exposições: ao longo das estradas Apiaí-Iporanga e Palmital-Itaoca. Idade deste complexo básico apud AMARAL et al (1966): 123 m.a.
Diabásios 1%	Diques verticais em direções entre 40°N-60°W, cortando todos os tipos litológicos (em sua maioria). Também há corpos inclinados, concordantes com as rochas encaixantes. Dimensões: extensão de algumas centenas de metros a vários quilômetros; espessura de dezenas de centímetros até 100 a 120 metros. Pronunciam-se no relevo de forma mais acentuada no domínio dos calcários do Polígono Oriental na forma de cristas orientadas para NW Idade apud MELFI (1967): 130 m. a.
Sedimentos do Grupo Tubarão 4%	Ocorrem apenas no Polígono Ocidental
Sedimentos da Formação Furnas 5%	Ocorrem apenas no Polígono Ocidental
Complexos Graníticos 18%	Matacões arredondados de dimensões avantajadas, superfície áspera, com exposição em alto relevo dos fenocristais de feldspato, nas diversas Folhas Geológicas, denominados Três Córregos, Barreiro, Espírito Santo, Vargem Grande, Apiaí, Itaoca e Campina do Veado, ocorrências com quilômetros de extensão e espessura. Rochas eopaleozóicas, com idade de 600-650 m.a., apud CORDANI e BITTENCOURT (1967)
Metarenitos e Quartzitos 7% Metassiltitos 42%	Muito freqüentes em vários dos principais morros e serras pronunciados no modelado da região. Os pacotes não são puros no Polígono Oriental, ocorrendo associados a metassiltitos, filitos e metargilitos
Filitos 2% e Micaxistos 1.5%	Principais exposições de filitos do P. Oriental nas Folhas entre Apiaí e Iporanga, em cortes da Rodovia SP-250 e na estrada Iporanga-Barra do Turvo. Micaxistos ocorrem em toda a área. A noroeste da Folha de Apiaí, próximo ao contato com rochas graníticas, ocorre um xisto verde.
Meta-conglomerados 0,1%	Unidades de menor expressão em área. Em todos os afloramentos visitados os afloramentos são bruscos, com rochas pelíticas ou psamíticas.
Metassedimentos Carbonáticos 16%	A área total do Projeto Calcário para cimento engloba o maior afloramento de rochas calcárias do Grupo Açungui ao sul de São Paulo, ocorrências de extensões e espessuras quilométricas ou pequenas ocorrências, havendo ainda pequenas intercalações lenticulares
Anfibolitos e Anfibólio-Xistos 0.4%	Encontrados com mais freqüência no Polígono Oriental: em Apiaí, na faixa de ocorrência do Gorotubito (apud GEOFFROY e SANTOS, 1942), no Vale do Palmital, encontram-se os para-anfibolitos.

Fonte: GONZALEZ, 1972 (CPRM, Agência São Paulo, Projeto Calcário para Cimento)

A maioria das exposições de rochas calcárias do Polígono Oriental encontra-se nas Folhas Geológicas compreendidas entre Capão Bonito, Apiaí, Guapiara e Iporanga, ocupando uma área aproximada de 276 km². Dispõem-se em camadas orientadas para NE e mergulho para NW ou SE, em contato com granitos e rochas básicas. O contato com metarenitos, metassiltitos, filitos, xistos, produz seqüências rítmicas e cíclicas. Esses contatos são bruscos, normais ou tectônicos.

As principais ocorrências estão em 1. Cangume-Furnas, 2. Apiaí; 3. Itaoca-Onças; 4. Lageado de Iporanga-Serra Azul; 5. Bombas; 6. Espírito Santo-Caboclos; 7. Pescaria-Bateias.

Distinguem-se dois tipos dessas rochas (MELCHER; JOHNSON, 1957 apud GONZALEZ, 1972), calcários ou dolomitos compactos, em que os minerais carbonáticos perfazem mais de 90% da rocha, e calcários xistosos, que contêm grande quantidade de quartzo, mica e outros minerais.

Em termos de tectônica plástica e rígida, seguem-se os principais eventos ocorridos. Depois de sua deposição, os sedimentos foram dobrados e fraturados por forças tangenciais de direção predominante SE-NW. Em consequência disso, as rochas apresentam orientação NE, com mergulho para NW, com direções preferências entre N30°E e N60°E. Na porção sul predominam dobramentos apertados, em parte isoclinais, que determinam as grandes estruturas da série metamórfica. Na Folha de Apiaí está o grande Sinclinal do Calabouço, em Palmital, cujo núcleo acha-se tomado pelo Gabro de Apiaí. Esse Sinclinal é assimétrico, de direção NE-SW, com caimento moderado para NE.

Com relação à tectônica rígida, observa-se no mínimo três sistemas de falhamentos e fraturamentos: o mais antigo, que se caracteriza por falhas transcorrentes e inversas, orienta-se para NE-SW. O segundo, também NE-SW, provavelmente se relaciona com as intrusões de caráter ácido. O último se estabeleceu na época do vulcanismo mesozóico que atingiu o sul do Brasil, com direção NW-SE, correspondendo provavelmente à grande maioria dos diques de diabásio existentes.

Dentro do Projeto Calcário para Cimento, a classificação do calcário em função de sua utilidade foi a seguinte:

- | | | | | |
|--|--------------------|----------|-----------|------------------------|
| - calcário para cimento: | CaO > 42% | MgO < 4% | RI < 9,5% | SiO ₂ < 10% |
| - calcário silicoso: | CaO < 42% | MgO < 1% | RI > 10% | SiO ₂ > 10% |
| - calcário dolomítico e dolomito calcífero para cal: | 4,3% < MgO < 19,1% | | | |
| - dolomitos para cal e corretivo de solo: | 19,1% < MgO < 22% | | | |

No Polígono Oriental, as reservas estimadas de calcário são de 30 bilhões de toneladas, com espessura média de 37 metros e densidade de 2,8, enquanto o Polígono Ocidental apresenta potencial de 4 bilhões de toneladas, espessura média de 19 metros e densidade de 3,0.

O calcário Pinheiros-Araçáiba compreende as ocorrências de rochas calcárias ao sul da Folha de Pinheiros e Araçáiba e é denominado calcário dolomítico ou dolomito calcífero, com reserva estimada de 100 milhões de toneladas. Este tipo de calcário apresenta poucas exposições e ocorre geralmente intercalado com filitos.

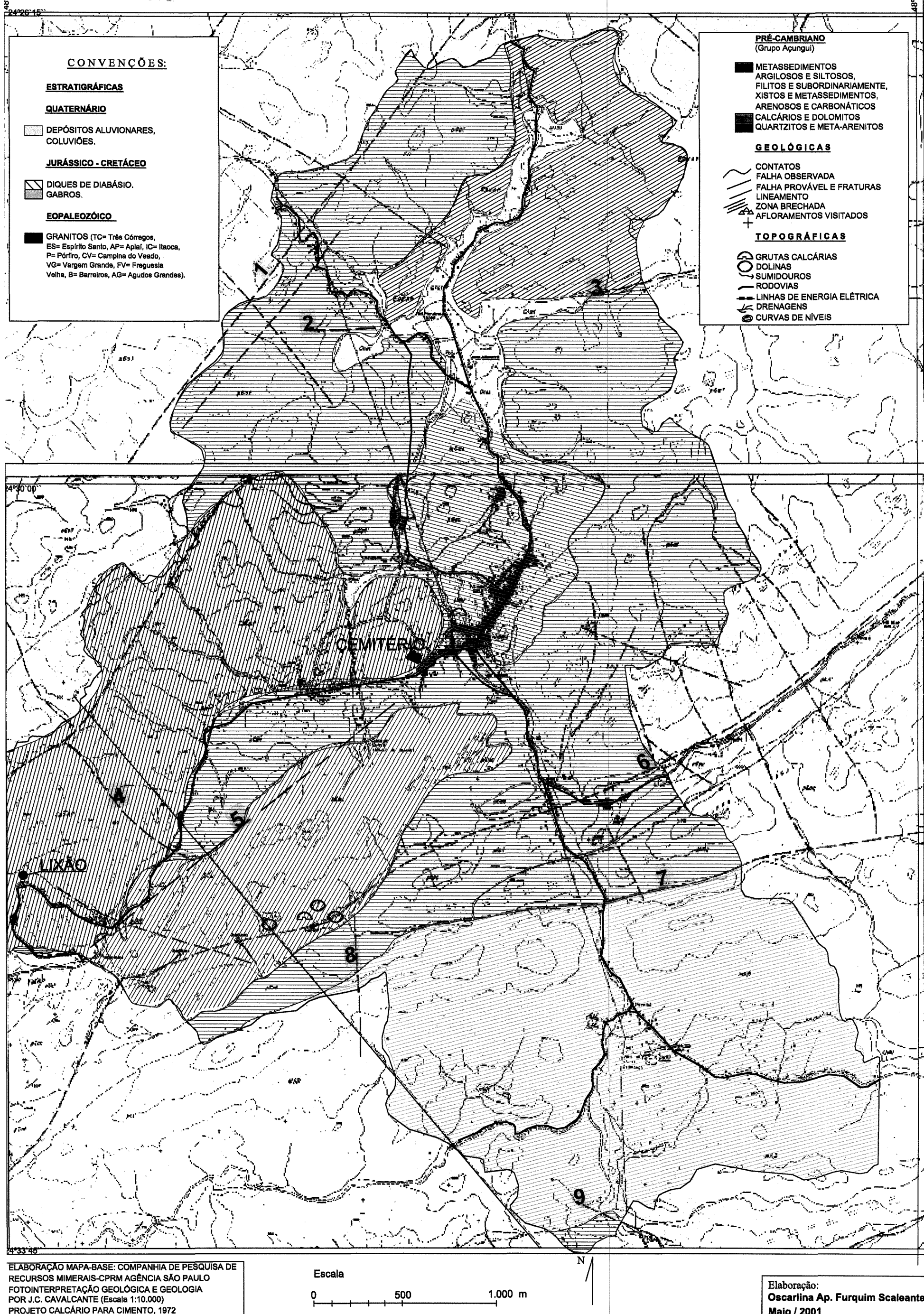
O calcário Apiaí-Bairro da Campina, com reserva estimada de 200 milhões de toneladas, encontra-se em quatro áreas: a primeira, ao norte da cidade, aflorando desde o sopé do Morro do Ouro (km. 321 da SP-250) até próximo ao bairro de Pinheiros, com exposições em áreas residenciais, como em frente ao Ginásio Municipal, saída para Itapeva; a segunda, partindo da fábrica Camargo Corrêa, segue paralelamente à Rodovia SP-250, direção Ribeira, até Taquarassu; a terceira área deste tipo de calcário ocorre na encosta noroeste do Morro Água Limpa, cortada pela rodovia Guapiara-Apiáí (trecho da SP-250), identificada por uma pedreira abandonada; a quarta área localiza-se mais a noroeste, também cortada pela SP-250, próxima ao quilômetro 314.

Esses calcários são escuros a negros, com variedades brechóides, como o do Morro Água Limpa. Possuem intercalações de metassedimentos sílticos e argilosos e calco-xistos. Já o calcário do Bairro de Campina é mais claro, irregular e muito fraturado, com várias minas usadas para a construção da SP-250 no ano de 1960, depois abandonadas pela Camargo Corrêa.

O calcário Camargo Corrêa-Taquarassu é silicoso, enquanto as amostras ao norte de Apiaí atendem às especificações de calcário para cimento.

Relacionada a esta descrição, a figura 3.6, a seguir, mostra o mapa geológico da área de estudo em Apiaí.

MAPA GEOLÓGICO DE APIAÍ - SP



Com referência a este mapa geológico, apresenta-se a seguir uma listagem das falhas que são referendadas no texto, cuja nomenclatura se definiu e se aplica apenas a este trabalho:

1. Falha do Alto Planalto
 2. Falha Estrada Barra do Chapéu
 3. Falha da Água Grande
 4. Falha do Planalto de Oeste
 5. Falha de Apiaí
 6. Falha do Córrego Água Limpa
 7. Falha do Ribeirão Palmital
 8. Falha do Carste
 9. Falha da Cachoeira
-

O mapa geológico da área de estudo indica a existência de sedimentos aluvionares e coluvionares (cor amarela) em áreas restritas de várzeas desenvolvidas às margens de importantes rios, nas porções norte, central e sudeste da área de estudo. Na sub-bacia 1. Palmital: em pequena extensão do ribeirão Palmital, extremo-leste da área de estudo; na sub-bacia 2. Tijuco: ao longo de trechos dos córregos Campo Bonito, Água Grande e seus tributários.

Observa-se a ocorrência de granitos (cor vermelha) sob estes sedimentos recentes, que aparecem apenas na sub-bacia 2, a nordeste da área de estudo e também em sua parte central, alongando-se para sudoeste.

Somente na sub-bacia 1. Palmital aparecem rochas básicas, os gabros (cor cinza), a partir da Falha do Ribeirão Palmital, tomando toda a parte sul da área de estudo.

Quartzitos e meta-arenitos (cor verde) apresentam-se na seqüência dos gabros, após a mesma falha, em uma faixa de altitudes mais elevadas.

Ocupando a maior parte da área de estudo, os meta-sedimentos argilosos e siltosos, filitos, xistos, meta-sedimentos arenosos e carbonáticos (cor marrom) distribuem-se pelas três sub-bacias.

Os calcários e dolomitos (cor azul), também presentes nas três sub-bacias, concentram-se na porção central da área, com menores altitudes.

A concentração mais ao norte da área de estudo, denominada calcário dolomítico, encontra-se intercalada com filitos e não possui muitos afloramentos. Outro tipo de calcário, o

Apiai-Bairro da Campina, é encontrado em quatro regiões: 1. sopé do Morro do Ouro, km 321 da SP-250 até o bairro Pinheiros, apresentando vários afloramentos (em frente ao Ginásio Municipal, saída para Itapeva) e intercalando-se com filitos; 2. desde a fábrica Camargo Corrêa, paralelamente à rodovia SP-250, em direção a Ribeira; 3. encosta do morro Água Limpa, cruzando com a SP-250 (pedreira abandonada); 4. rodovia SP-250, km. 314.

3.1.5 Geomorfologia

Segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1997), o Vale do Ribeira encontra-se no Planalto Atlântico. Por ocorrer em faixa orogênica antiga, corresponde aos relevos que possuem litologias diversas, em sua maior parte metamórficas associadas com intrusivas. Seu modelado dominante é de topos convexos, elevada quantidade de canais de drenagem e vales profundos, constituindo-se na área do “Domínio dos Mares de Morros”, segundo AB’SABER (1970 apud ROSS, 1985).

Dentro do vasto Planalto Atlântico, o IPT (1997) identifica 12 unidades geomorfológicas distintas, dependendo dos aspectos geotectônicos, litológicos e estruturais: 1. Planalto e Serra da Mantiqueira, 2. Planalto e Serra da Bocaina, 3. Planalto de Paraitinga e Paraibuna, 4. Planalto de Ibiúna e São Roque, 5. Planalto de Jundiá, 6. Planalto de Serra Negra e Lindóia, 7. Planalto Paulistano e Alto Tietê, 8. Planalto do Alto Rio Grande, 9. Planalto do Ribeira e Turvo, 10. Escarpa da Serra do Mar e Morros Litorâneos, 11. Planalto de Guapiara e 12. Planalto do Médio Vale do Paraíba.

A bacia do Ribeira encontra-se em terrenos de relevo ondulado, bastante acidentado, com declividades acima de 15% e encostas com amplitudes locais entre 100 a 300m. e uma área considerável com amplitudes locais superiores a 300m. Estas áreas referem-se às cabeceiras e cursos médios dos rios Ribeira de Iguape e Juquiá, representando a descida dos planaltos paranaense e paulistano para a baixada litorânea. Tais relevos representam o recuo e desdobramento local da Serra do Mar.

Próximo à foz do rio Juquiá, porção central da bacia, onde há expressivos depósitos aluvionares, desenvolve-se uma área de morrotes, de relevo muito acidentado, com declividade acima de 15%. No entanto, as amplitudes locais não ultrapassam 100m.

Destacam-se escorregamentos na bacia do rio Ribeira de Iguape associados ao relevo montanhoso, mas que se tornam freqüentes e extensos em virtude de desmatamentos intensos

com a destruição de geossistemas, uso inadequado das encostas, modificações na rede de drenagem, mineração de areias fluviais e praias (CBH-RB, 2000), entre outras agressões ao ambiente.

Há erosão hídrica laminar ou em sulcos em toda a bacia devido à espessura e natureza dos solos, às declividades e amplitudes predominantes e à alta pluviosidade. Em consequência dos escorregamentos e da erosão, ocorre grande assoreamento dos cursos d'água e lagos.

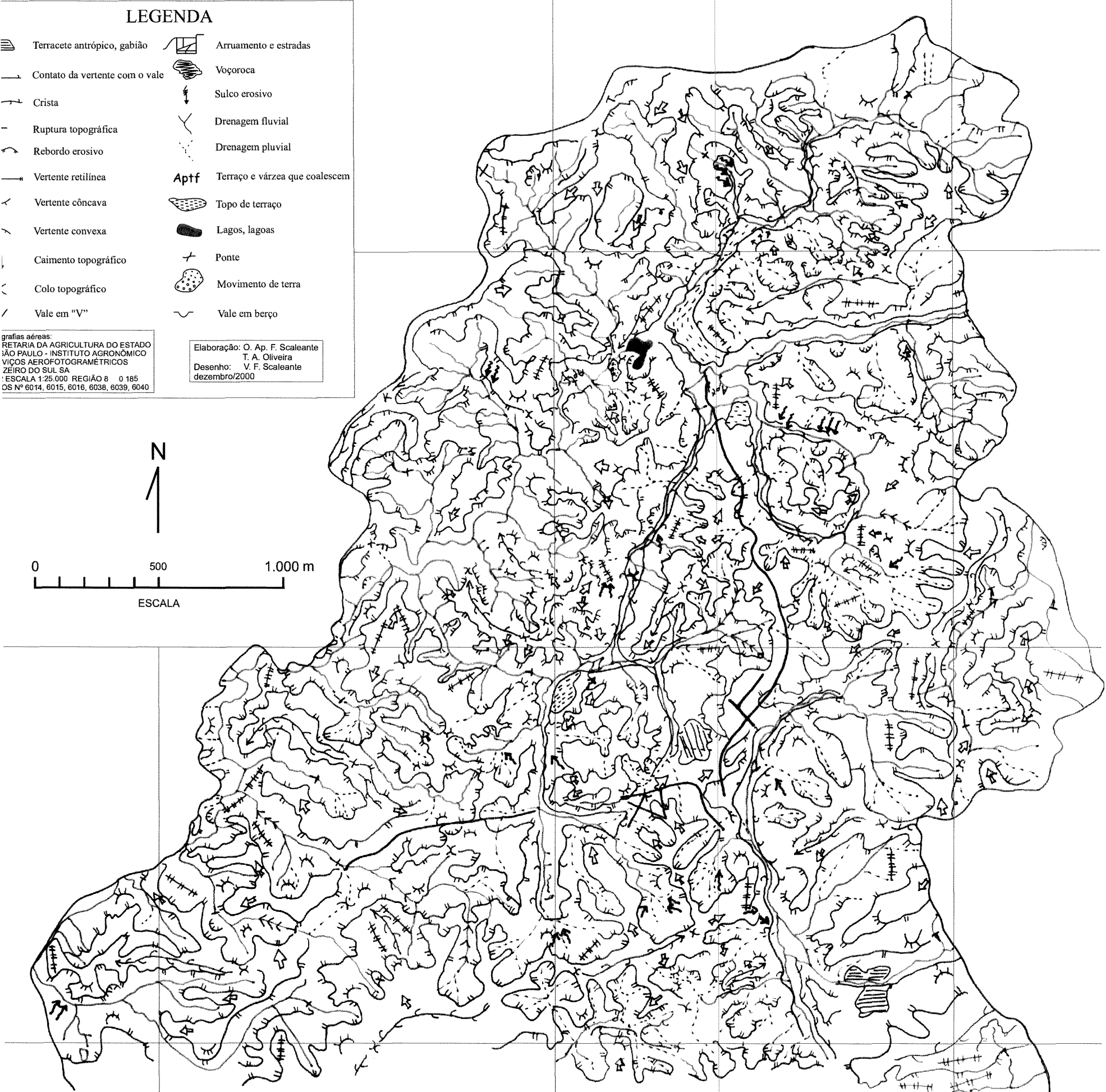
Um aspecto peculiar da região é o relevo cárstico, com uma profusão de fenômenos como cavernas, dolinamentos, sumidouros, etc., o que causa expectativa de problemas geotécnicos. (PRANDINI, 1982).

Dentre as doze unidades geomorfológicas citadas, delimitadas pelo IPT em 1997, a área deste estudo está inserida no Planalto de Guapiara (ROSS, 1997), caracterizado por apresentar formas de relevo denudacionais, formas de dissecação de média a alta, com morros baixos e topos convexos, vales entalhados associados a vales pouco entalhados, altitudes predominantes entre 700 e 800 metros e declividades entre 20 e 40%. Com relação à litologia, constitui-se por filitos, granitos e calcários, com predominância de solos do tipo Latossolos, Neossolos e Cambissolos. A drenagem nesta unidade de relevo apresenta um padrão dendrítico, com média a alta densidade de drenagem. As áreas estão sujeitas a processos erosivos agressivos com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.

As figuras 3.7 e 3.8 representam mapas geomorfológicos da área de estudo em Apiaí, relativos aos anos de 1962 e 1997, obtidos através de interpretação de fotografias aéreas (capítulo II 2.2.3), cujas descrições são detalhadas em seguida.

715750 717750 719750

FIGURA 3.7
MAPA GEOMORFOLÓGICO DE APIAÍ - SP (1962)



715750

717750

719750

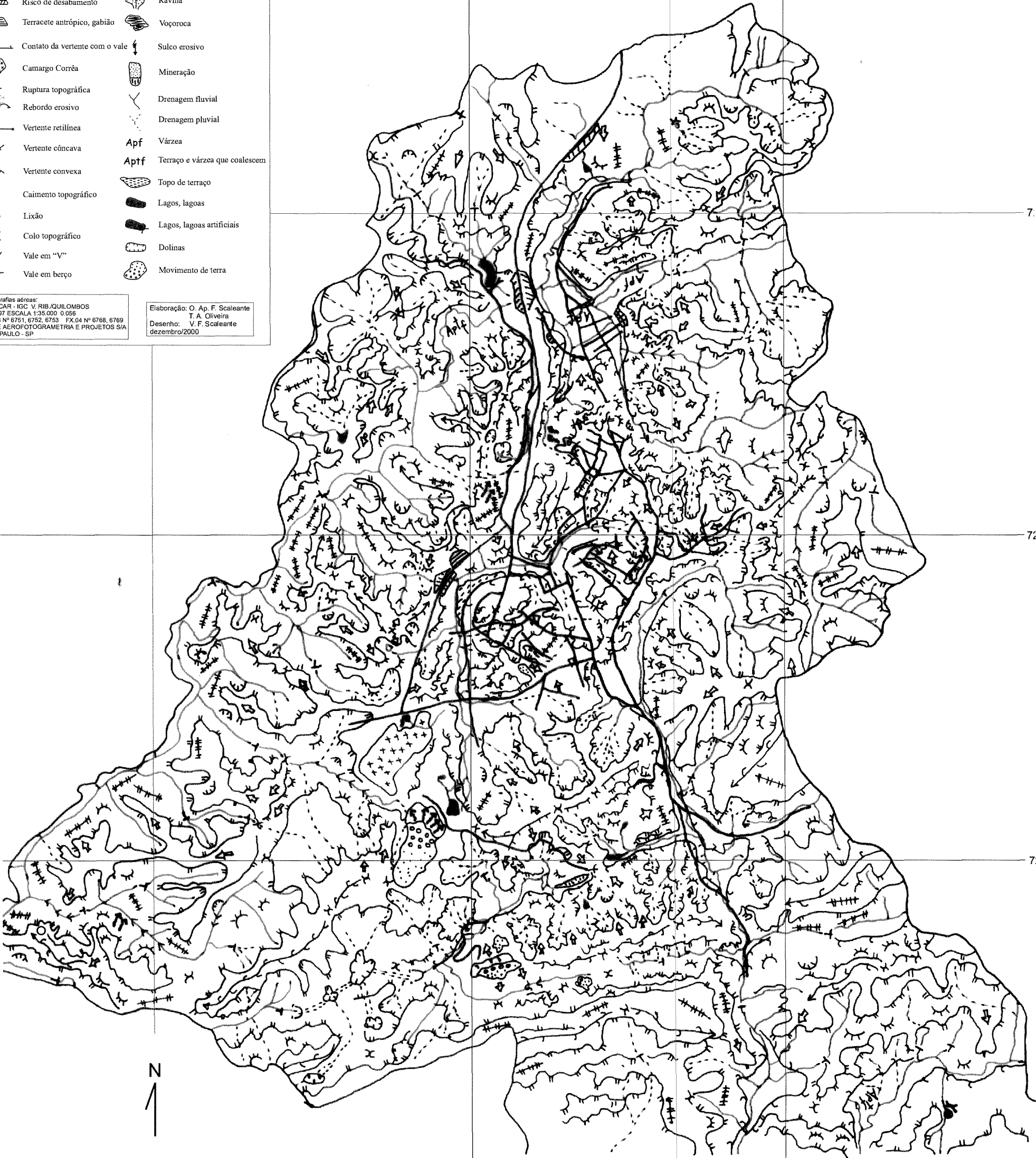
FIGURA 3.8
MAPA GEOMORFOLÓGICO DE APIAÍ - SP (1997)

LEGENDA

- | | | | |
|--|--------------------------------|--|--------------------------------|
| | Talude antrópico | | Arruamento e estradas |
| | Risco de desabamento | | Ravina |
| | Terracete antrópico, gabião | | Voçoroca |
| | Contato da vertente com o vale | | Sulco erosivo |
| | Camargo Corrêa | | Mineração |
| | Ruptura topográfica | | Drenagem fluvial |
| | Rebordo erosivo | | Drenagem pluvial |
| | Vertente retilínea | | Várzea |
| | Vertente côncava | | Terraço e várzea que coalescem |
| | Vertente convexa | | Topo de terraço |
| | Caimento topográfico | | Lagos, lagoas |
| | Lixão | | Lagos, lagoas artificiais |
| | Colo topográfico | | Dolinas |
| | Vale em "V" | | Movimento de terra |
| | Vale em berço | | |

Gráficas aéreas:
CAR - IGC V. RIB./QUILOMBOS
97 ESCALA 1:35.000 0.056
1 N° 6761, 6762, 6763 FX.04 N° 6766, 6769
AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A
PAULO - SP

Elaboração: O. Ap. F. Scaleante
T. A. Oliveira
Desenho: V. F. Scaleante
dezembro/2000



0 500 1.000 m
ESCALA

Nos mapas apresentados destacam-se:

- presença de altitudes superiores a 1.000 metros tanto em 1962 como em 1997;
- grande quantidade de nichos de nascentes nos dois mapas, o que revela uma densa rede de drenagem;
- padrão dendrítico da drenagem e predominância dos vales em “V” nas duas datas;
- grande quantidade de rupturas topográficas expressivas nos canais fluviais, propiciando o aparecimento de cachoeiras e corredeiras ou rápidos, tanto em 1962 como em 1997;
- a drenagem, não raro, é dividida por cristas normalmente cortadas por colos topográficos nas duas datas;
- nas áreas mais baixas da parte central e do sudeste, encontram-se terraços que coalescem com várzeas e planícies fluviais; em 1962, nada se observa além disso, mas em 1997 tais áreas se encontram invadidas pela expansão urbana, apesar de serem impróprias para ocupação e sujeitas a inundações periódicas;
- em ambas as datas o mapeamento indicou a presença de dolinas, sumidouros e ressurgências, o que evidencia drenagem subsuperficial e existência de cavernas, pois caracterizam relevo cárstico;
- as aerofotografias do ano de 1997 permitiram evidenciar atividades mineradoras representadas pela Camargo Corrêa, o que não ocorre em 1962;
- comparando-se os dois mapas em relação à expansão urbana, verificou-se que a cidade de Apiaí cresceu em direção às áreas mais baixas situadas ao norte e em direção às áreas situadas ao sul, onde se verifica a presença de cristas;
- aparecem sulcos erosivos em pontos isolados nas fotos de 1962 e de 1997 decorrentes da movimentação de terra ocasionada por ação antrópica ou pela fragilidade do solo exposto à ação da gravidade;
- nos mapeamentos observou-se a presença de voçorocas no ano de 1962, que não ocorrem no ano de 1997, pois cessou a intensa atividade de garimpagem de ouro existente a sudeste da área de estudo.

3.1.6 Declividade

Os limites propostos por HERZ e DE BIASI (1989, apud DE BIASI, 1992), expressos em porcentagens são os seguintes:

< 5% (2,25°) limite urbano-industrial, utilizados internacionalmente;

5-12% (2,25-5,6°) esta faixa define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura (CHIARINI e DONZELLI, 1973, apud DE BIASI, 1992). Alguns autores diferem no limite máximo, sendo que alguns adotam cifras em torno de 10% (4,5°) a 13 % (6,05°);

12-30% (5,6-13,5°) limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual, toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas. O limite máximo de 30% é definido por legislação federal, através da Lei 6.766/79;

30-47% (13,5-21,1°) de acordo com o Código Florestal, o limite de 25" (47%) é fixado como limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas, conforme Lei 4.771/65;

> 47% (25°) o Código Florestal prevê que na faixa situada entre 25" (47%) e 45" (100%) "não é permitida a derrubada de florestas ... só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional, que vise a ndimentos permanentes".

Observa-se que os limites citados estão relacionados com as zonas urbanas e rurais, mas existe uma ressalva quanto aos terrenos cársticos, onde o fenômeno de carstificação varia na proporção inversa da declividade, ou seja, quanto menor a declividade, maior a potencialidade a carstificação:

TABELA 3.8: Potencialidade a carstificação (ALBRECHT, 1998)

	POTENCIALIDADE		
	ALTA	MÉDIA	BAIXA
DECLIVIDADE	Baixa 10-20% (11°)	Média 20-30% (11-16°)	Alta >30% (24°)

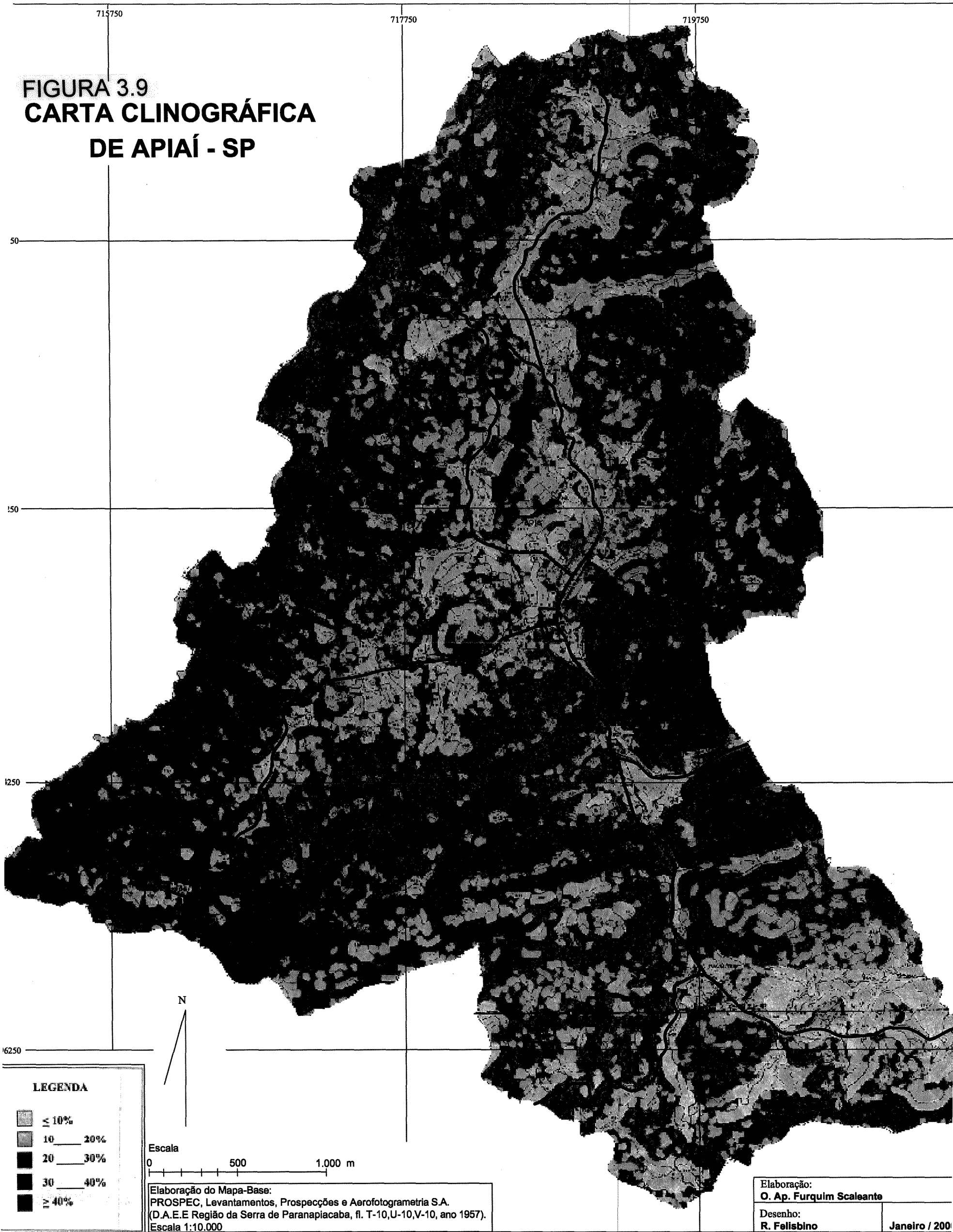
Dos mesmos limites se originaram várias classes de declividade, mas na elaboração da carta clinográfica de Apiaí não foram consideradas aquelas abaixo de 10% e acima de 40% em virtude de não serem representativas, conforme detalhado no capítulo II 2.2.5.

A tabela 3.9 mostra as classes de declividade utilizadas na elaboração da figura 3.9, que representa a Carta Clinográfica de Apiaí:

TABELA 3.9: Classes de declividade

CLASSES	MEDIDAS (CM)	COR
$\leq 10\%$	≥ 1	VERDE
10 ____ 20%	1 ____ 0,5	AMARELO
20 ____ 30%	0,5 ____ 0,3	LARANJA
30 ____ 40%	0,3 ____ 0,25	VERMELHO
$\geq 40\%$	$\leq 0,25$	MARROM

FIGURA 3.9
CARTA CLINOGRÁFICA
DE APIAÍ - SP



Uma carta de declividade mostra que quanto maior for a declividade do terreno, maior será a sensibilidade a erosão e quanto menor a declividade, maior será a suscetibilidade a enchentes, assoreamentos etc. A declividade indica o grau de energia das encostas em diferentes trechos da drenagem.

A carta clinográfica ou carta de declividade da área de estudo em Apiaí apresenta menores inclinações, classe $\leq 10\%$, em vastas áreas das sub-bacias 1.Palmital e 2.Tijuco, nas porções central, alongando-se sudoeste e norte, acompanhando os cursos dos córregos Campo Bonito (norte), Água Grande (vindo de nordeste), trechos do córrego Água Limpa e sua confluência com o córrego do Ouro, arredores do ribeirão Palmital (sudeste) e a montante de todo seu curso até o limite sul da carta. Na sub-bacia 3.Cárstica, esta classe de declividade ocorre na área que apresenta as feições cársticas de sumidouros, dolinamentos e cavernas. Nesta sub-bacia 3, as inclinações maiores, acima de 40%, estão em todo o entorno do relevo cárstico, de norte, noroeste a oeste, enquanto as classes intermediárias se localizam a sul e sudeste.

A classe de maior declividade ($\geq 40\%$) da carta clinográfica encontra-se ao longo da Falha do Córrego Água Limpa, ao sul, envolvendo área das três sub-bacias; e ao longo de todo o leste e oeste da carta, além de trecho que acompanha o córrego Água Grande, paralelamente e a norte das baixas inclinações que acompanham o curso deste córrego.

3.1.7 Solos

A intensa precipitação pluviométrica registrada no Vale do Ribeira propicia a ação de um forte intemperismo, provocando uma profunda alteração nas rochas, acarretando a formação de Latossolos com espessura em torno de 30 metros. Por outro lado, a topografia acentuada forma encostas íngremes onde o solo sofre constantes deslizamentos, originando Neossolos ou solos muito rasos.

A grande variedade litológica confere características particulares aos solos na região dos xistos, gnaisses e migmatitos, onde o solo é bastante espesso, argiloso ou areno-argiloso de cor avermelhada ou rosada. Na região dos quartzitos forma-se um Neossolo Litólico muito raso, arenoso, de cor clara. Solos profundos, argilosos a fracamente argilosos, cinza amarelados e cinza avermelhados, são encontrados onde há predominância de rochas metassedimentares siltico-argilosas. Como alteração dos mármore e epicalcários, tem-se um solo também argiloso, de cor parda avermelhada a cinza muito escuro, apresentando os horizontes A e B pouco desenvolvidos.

Os granitos geralmente permitem a formação de Latossolos profundos, avermelhados, argilo-arenosos, por vezes com inúmeros grãos róseos de feldspato potássico pouco alterado, imersos em matriz argilo-arenosa (PRANDINI, 1982).

As áreas de rochas carbonatadas apresentam grande variação de espessura de solo. Cita-se o exemplo de poços efetuados pela Votorantim que, em alto topográfico, perfurou 10 metros sem encontrar a rocha apesar de a 100 metros acompanhando o mesmo alinhamento de crista existir um afloramento de calcário (GONZALEZ, 1972). Os solos dos calcários, segundo mesmo autor, são muito trabalhados por lavradores da região, enquanto as áreas de rochas graníticas e metassedimentares com solos rasos são desprezadas.

A observação do mapa de solos, conforme figura 3.10, leva a concluir pela ocorrência das classes Latossolos, Cambissolos e Neossolos na área de estudo do município de Apiaí, a seguir caracterizadas por OLIVEIRA (1999):

FIGURA 3.10: Solos de Apiaí



Fonte: OLIVEIRA, 1999 (Solos do Estado de São Paulo; escala 1:500.000)

Elaboração: O. Ap. Furquim Scaleante

Desenho: V. F. Scaleante

nov/2000

O quadro 3.2 a seguir apresenta a legenda expandida relativa às classes de solo existentes na área de estudo em Apiaí:

Quadro 3.2: Legenda expandida do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA, 1999)

LVA43	Distróficos + Cambissolos Háplicos Tb Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos todos A moderado textura argilosa relevo forte ondulado
RL13	Distróficos textura arenosa + Cambissolos Háplicos Tb Distróficos textura média e argilosa ambos relevo forte ondulado + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos textura média/argilosa e arenosa média relevo ondulado e forte ondulado
LB2	Eutróficos textura argilosa ambos A moderado a e chernozêmico relevo montanhoso + Afloramentos de Rochas
CX29	Associação complexa de Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos A moderado textura argilosa + Chernossolos Argilúvicos Órticos textura argilosa + Neossolos Litólicos Eutróficos Ta A moderado textura média e argilosa todos fase rochosa relevo montanhoso ou escarpado

Abreviações contidas na legenda: Ta = argila de atividade alta ($\text{CTC} = 27\text{cmol}_c/\text{kg}$ argila)

Tb = argila de atividade baixa ($\text{CTC} < 27\text{cmol}_c/\text{kg}$ argila)

O quadro acima é descrito de acordo com OLIVEIRA (1999):

LVA43 – Latossolos Vermelho-Amarelos - os Latossolos correspondem a 52% do estado de São Paulo (BRASIL, 1960, apud OLIVEIRA, 1999). Possuem boas propriedades físicas, sendo os mais adequados à agricultura extensiva, estando a maioria em relevo suave. Até aqueles muito argilosos têm boa drenagem interna, com porosidade total entre 50-60%. Sua elevada permeabilidade interna, capacidade de infiltração e textura argilosa caracterizam-no como solos de baixa erodibilidade quando em relevo pouco declivoso. Seus aspectos negativos são: baixa disponibilidade de nutrientes nos distróficos e toxicidade por Al^{3+} nos álicos, casos que exigem alto nível de manejo para se tornarem produtivos.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos da área de estudo são distróficos, textura argilosa, com argila de atividade baixa, em relevo forte-ondulado. Pela baixa atividade das argilas que lhe confere diminuta expansividade/contrabilidade, além de sua textura argilosa, é indicado para piso de estradas. Latossolos Vermelho-Amarelos, com erodibilidade pouco maior que a dos Latossolos típicos, são fáceis de se escavar, bastante profundos e porosos, portanto, também apropriados para cemitérios e aterros sanitários.

De acordo com o mapa de solos, figura 3.10, a classe LVA43 domina uma área mais ampla ao leste, afunilando-se em direção a noroeste, passando pela parte central da sub-bacia 2.Tijuco, recobrimdo uma considerável área de rochas graníticas (cor vermelha no mapa geológico, figura 3.6). O solo LVA43 também aparece a sudeste da área de estudo, região do ribeirão Palmital, sub-bacia 1.Palmital, sobre gabros (cor cinza no mapa geológico, figura 3.6) e, em menor proporção, sobre os metassedimentos argilosos ... (cor marrom no mapa geológico, figura 3.6), a nordeste da área de estudo, além de uma porção central da área, domínio dos calcários e dolomitos (cor azul no mapa geológico, figura 3.6).

RL13 - Neossolos Litólicos - são aqueles de menor profundidade efetiva, o que limita seu uso para agricultura, embora sejam bem providos de nutrientes. A maioria ocorre em relevo forte-ondulado ou montanhoso, com alta suscetibilidade à erosão e exigindo tratamentos conservacionistas. Sua pequena espessura não o indica para aterros sanitários devido à reduzida zona de aeração e seu acentuado fraturamento, o que facilitaria a contaminação dos aquíferos

Conforme figura 3.10, observa-se os solos RL13 em três locais da área de estudo, sempre recobrimdo metassedimentos argilosos ... (cor marrom no mapa geológico, figura 3.6), ao longo de fraturas: extremo sul, na sub-bacia 1. Palmital; centro-leste, região do córrego Água Limpa, também sub-bacia 1 até o limite oriental da sub-bacia 3.Cárstica; faixa de grandes altitudes a noroeste da área de estudo. Solos

LB2 - Latossolos Brunos - como mencionado anteriormente (LVA43), a classe dos LATOSSOLOS constitui o agrupamento de solos mais extenso do estado de São Paulo, sendo os melhores para agricultura, porém exigindo alto nível de manejo por serem muito pobres em macronutrientes. Os Latossolos são de maneira geral muito profundos, podendo atingir vários metros.

Os Latossolos Brunos possuem uma boa drenagem interna, mas exigem práticas muito específicas de manejo pelo elevado teor de óxidos de ferro.

No mapa de solos, figura 3.10, aparecem ao sul da área de estudos, ao longo das estradas Apiaí/Iporanga, Palmital/Itaoca, sobre gabros (cor cinza no mapa geológico, figura 3.6).

CX29 – Cambissolos Háplicos - Ta Eutróficos e seus subgrupos:

Na realidade, CX29 corresponde a uma associação complexa de solos, possuindo textura argilosa, com argila de atividade alta. A maior parte dos CAMBISSOLOS do estado de São Paulo ocorre em paisagens bem distintas: a mais extensa, relativa a relevo muito acidentado, de forte ondulado a escarpado; e a outra, relativa a relevos planos de planícies aluviais. Os Cambissolos de relevo mais acidentado apresentam sérias restrições ao uso agrícola e, quanto maiores os acidentes de relevo, aumentam as limitações para outros usos, como pastoril e florestal, devido à elevada capacidade de desagregação ou erodibilidade; são freqüentes os afloramentos de rochas, estes solos são ácidos e pobres em nutrientes. São impróprios para usos de aterros sanitários e lagoas de decantação.

Os Cambissolos Háplicos recobrem praticamente apenas os metassedimentos argilosos e siltosos, filitos ... (cor marrom no mapa geológico, figura 3.6) e os granitos (cor vermelha no mesmo mapa), correspondendo a áreas montanhosas de maiores altitudes, com alta suscetibilidade a erosão.

3.1.8 Clima

Para GONZALEZ (1972), o clima úmido do Vale do Ribeira, sem estação seca, é marcado por duas fases bem diferenciadas:

1ª fase – no período de abril a setembro, a temperatura varia entre 10 e 20°C, o clima fica sujeito a interferência de massas frias; a precipitação ocorre através de garoas e chuvas esparsas, com nevoeiros característicos das altitudes mais elevadas.

2ª fase – no período de outubro a março, a temperatura varia acima de 20°C durante o dia, abaixando expressivamente durante a noite; ocorrem os maiores índices pluviométricos, sendo comuns as chuvas torrenciais acompanhadas por relâmpagos e trovões.

De acordo com a classificação universal de Köppen, este clima se enquadra no tipo Cfl, tropical de altitude, sem estação seca bem definida, com temperaturas anuais amenas entre 10 a

22°C (TROPMAIR, 2000). A precipitação média anual é de 1.500 a 2.000mm, variando entre o baixo, médio e alto curso do rio Ribeira.

Apiáí localiza-se na porção superior do Vale e apresenta temperaturas médias de 10 a 22° C, com uma precipitação média anual de 1.500 mm/aa (ENGEORPS, 1996).

3.1.9 Vegetação

Esta pluviosidade e a umidade elevadas e bem distribuídas durante o ano proporcionam a formação de uma vegetação heterogênea e densa, que se destaca na área como uma mata pluvial tropical que ocorre na Serra do Mar e litoral, estendendo-se para o Planalto Paranaense, acompanhando os vales do rio Ribeira de Iguape e seus afluentes, a chamada Mata Atlântica. Vê-se araucárias nas partes serranas mais elevadas, principalmente quando se aproxima do estado do Paraná, onde este tipo de vegetação ganhou o nome de “pinheiro-do-Paraná”.

A maior parte das árvores da mata tropical é perenifolia, latifoliada, com raízes pouco profundas, com uma média de 25 a 30 metros de altura. Há enorme profusão de lianas, epífitas e samambaias com grande variedade de espécies. Nessas matas são encontradas madeiras-de-lei como peroba, cedro, canela, imbuia, bem como leguminosas e palmeiras do palmito, que sofreram devastação em grande escala (MILKO, 1982).

3.1.10 Recursos minerais

De acordo com BATOLLA JR et alii (1981), o Vale do Ribeira se destaca no Brasil por seu elevado número de ocorrências minerais. Desde 1954 os bens minerais da área vêm sendo pesquisados, cadastrados e plotados em mapas pelo DNPM e pela SUDELPA. Estes estudos revelaram existir mais de 300 ocorrências minerais, na maioria bens não-metálicos, o que confere ao Vale do Ribeira distinção como uma das regiões mais importantes em termos de mineração tanto para o estado de São Paulo como para o estado do Paraná.

A importantíssima Província Metalogenética Ribeira ocorre de acordo com as faixas das rochas supracrustais dobradas proterozóicas que pertencem aos megassinclínios Ribeira, Guapiara e, em parte, Bom Sucesso. Suas principais mineralizações (difíceis de datar com exatidão) são em chumbo e zinco, associadas a prata, ouro e cobre, e ocorrem em rochas metacarbonáticas e calcossilicatadas, talvez relacionadas com fenômenos de vulcanismo, representados nos arredores pela ocorrência de níveis metabásitos. O chumbo é encontrado em

elevado número de pequenas ocorrências. A maioria das demais concentrações de metálicos é formada por manganês, ferro e titânio.

Além de minérios de elementos metálicos, esta região, muito próxima de grandes centros urbanos, também é explorada em termos de bens minerais de elementos não metálicos empregados na construção civil e indústria, como água mineral, argila, areia, arsênio, barita, calcário, calcita, cascalho, caulim, dolomito, feldspato, filito, fluorita, fosfato, grafita, granito industrial, mármore, mica, quartzito, saibro, sericita-xisto, talco e vermiculita.

3.1.11 Província espeleológica do Vale do Ribeira

Inserido no Planalto de Guapiara (ROSS, 1997), o Vale do Ribeira, em suas porções alta e média, apresenta um relevo muito complexo em decorrência da grande diversidade litoestrutural, com altitudes acima de 1.000 metros e “um dos mais atormentados relevos do país, em que as amplitudes locais não raramente alcançam várias centenas de metros” (ALMEIDA, 1964). Essa estrutura geológica é determinante para o condicionamento da rede de drenagem e das formas topográficas. Os maiores divisores de águas se configuram principalmente em gnaisses e granitos, além de rochas quartzíticas que sobressaem no relevo, como no município de Apiaí, Ribeira e Iporanga, onde as zonas rebaixadas correspondem a filitos e xistos com calcários intercalados (KARMANN, 1982 in: GONZALEZ, 1982).

O rio Ribeira nessa região classifica-se como um rio de planalto, com muitas cachoeiras e grande capacidade erosiva e de transporte. Em razão disso, seu vale e de seus afluentes são bem encaixados, com vertentes de inclinação acima de 30°. De acordo com KARMANN (1982), a Província Espeleológica do Vale do Ribeira insere-se no segmento sul da faixa de dobramentos Ribeira, denominada Grupo Açungui nos estados de São Paulo e Paraná. “O Grupo Açungui é composto por rochas metamórficas epizonais com fácies metamórfico-xisto-verdes na porção NE e por rochas metamórficas do fácies anfibolito na porção SW” (MELCHER et al, 1973). Os metamorfitos epizonais incluem três seqüências litológicas distintas: a) arenosa, com quartzitos, metarenitos e metaconglomerados; b) argilosa, com filitos e micaxistos; c) carbonática, com calcários, dolomitos e calcoxistos. Associados a estes metassedimentos ocorrem anfibolitos e anfibólio-xistos.

O Cinturão Orogênico Ribeira sofreu intensa deformação no ciclo Brasiliano, traduzida por um padrão de antiformas e sinformas assimétricas de eixos NE-SW com xistosidade

predominantemente paralela aos planos de estratificação, falhamentos transcorrentes e de empurrão. As faixas carbonáticas distribuem-se pelos estados de São Paulo e Paraná, com rumos variando em torno de NE-SW.

As unidades superiores do Grupo Açungui sofreram intrusões de granitos sistectônicos, indicando idade mínima de 600 a 650 milhões de anos (CORDANI et al, 1967).

KARMANN e SÁNCHEZ (1979) caracterizam a Província Espeleológica do Vale do Ribeira por meio de duas faixas principais com ocorrência de rochas carbonáticas, alinhadas segundo o padrão geral NE-SW:

a) a faixa superior se inicia a noroeste de Curitiba (PR), até leste de Itapeva (SP), onde submerge sob os sedimentos fanerozóicos da Bacia do Paraná. Nesta faixa predominam os dolomitos e calcários dolomíticos, com pouco desenvolvimento dos processos de carstificação;

b) na faixa central, que se inicia ao sul de Ribeira (SP), passando por Apiaí e Iporanga e estendendo-se por Guapiara até o sul de Capão Bonito, há concentração máxima de lentes calcárias com larguras de um a oito quilômetros. Aqui predominam os calcários calcíticos, com amplo desenvolvimento de carstificação. Nesta área ocorre um conjunto de feições geomorfológicas do relevo cárstico. Ao longo da linha de contato dos calcários com os demais metassedimentos, principalmente filitos e quartzitos, observa-se uma série de sumidouros: os cursos d'água nascem nas serras filíticas e quartzíticas, correndo em direção aos calcários, topograficamente rebaixados, onde se inicia o sistema hidrológico subterrâneo.

3.1.11.1 Carste

O termo karst se originou da palavra pré-indo-européia karra, que corresponde a “terrenos rochosos ou pedregosos”, e é conhecido desde os tempos romanos (GAMS, 1993 apud ALBRECHT, 1998). Vindo da língua alemã para o inglês com a mesma grafia (JENNINGS, 1987), karst em português foi traduzido como CARSTE, assim aceito e adotado técnica e cientificamente por vários autores, como LINO (2001), GUERRA (1987), dentre outros.

O significado da palavra segundo ALBRECHT (1998) é: “um terreno que apresenta feições geomórficas e hidrológicas típicas da dissolução química, que podem desenvolver-se tanto em superfície como em condições subsuperficiais e sempre relacionadas às rochas solúveis, tais como carbonatos, evaporitos e fosfatos”.

ROCHAS CARBONÁTICAS E CARSTIFICAÇÃO

Relevos cársticos perfazem um total de aproximadamente 10% do globo, distinguindo-se pelo seu singular aspecto ruiforme (KOHLE in: GUERRA, 1994). Essas paisagens são desenvolvidas sobre rochas consideradas solúveis e integrantes do sistema cárstico, o qual pode ser definido sob o ponto de vista geomórfico e hidrológico como sendo um conjunto de formas de relevo na superfície da terra, as quais estão relacionadas ao desenvolvimento de rotas de fluxo da água subterrânea através de condutos.

Em superfície o carste caracteriza-se pela ausência de uma rede de drenagem organizada ou sistema fluvial. Predominam depressões de variadas dimensões, muitas vezes associadas a formas de rara beleza cênica.

Em subsuperfície a paisagem abriga cavernas, que representam a fração dos condutos acessíveis ao homem. Essa rede de condutos perfaz o aquífero cárstico.

A carstificação, que é o processo pelo qual são originadas tanto as formas superficiais de relevo como as subterrâneas, envolve corrosão, dissolução química da rocha; erosão, remoção mecânica e incisão, abatimento com alteração física por instabilidade mecânica do maciço rochoso (Internet - USP).

Segundo BECK; WILSON (1987), ambientes cársticos e fraturados geralmente apresentam condições de fluxo muito complexas e difíceis de serem medidas com razoável grau de certeza. Essa complexidade aumenta ainda mais porque além de fluir pelas fraturas a água flui também pelos poros da rocha. Desta forma, convém que se analise mais detidamente o que se nos oferece a respeito da evolução de um carste e da circulação da água em seu interior.

O ESTUDO DA ESPELEOGÊNESE E SUA APLICAÇÃO PRÁTICA

Considerando-se que o aquífero cárstico é um sistema de condutos e que cavernas são condutos, porém maiores (uma vez que permitem a penetração do ser humano) o estudo das origens de uma caverna - espeleogênese - fornece subsídios para uma melhor compreensão da ação e circulação da água na rocha calcária, permitindo desta forma a pesquisa sobre existência de água em terrenos calcários e a previsão de colapsos e subsidências, eventos comuns a esse tipo de rocha.

PROCESSOS FUNDAMENTAIS DA ESPELEOGÊNESE

A origem dessas cavernas, espeleogênese, é de suma importância para o entendimento da circulação da água no carste e compreende três processos fundamentais:

- corrosão, quando predomina a dissolução química;
- erosão, com predominância de remoção mecânica e
- incasão ou abatimento, que é a alteração física por instabilidade mecânica do maciço rochoso.

FASES PRINCIPAIS DA ESPELEOGÊNESE

As fases principais da espeleogênese são:

PRÉ-INICIAÇÃO, durante milhões de anos, quando a rocha carbonática apresenta descontinuidades planares e permeabilidade primária. A superfície freática é alta, quase sem zona vadosa. O fluxo de água é lento através de capilares (0,1 mm), predominando nesta fase o processo de corrosão. Como a permeabilidade primária é igual a zero, a água percola por finos capilares, onde a pressão suplanta a gravidade.

INICIAÇÃO, também durando milhões de anos, quando se dão o início e o incremento da permeabilidade secundária, com a instalação de uma rede de condutos interconectados, sendo que as interconecções têm normalmente eficiência hidráulica maior. Muito importante nesta fase é a observação dos padrões estruturais da rocha (calcário maciço é menos solúvel que um estratificado), das características litológicas e composicionais (calcário puro é mais solúvel que o impuro); do gradiente hidráulico (quanto maiores, mais favoráveis) e disponibilidade de água (taxas elevadas de precipitação atmosférica). Nesta fase o processo predominante é o de corrosão. A permeabilidade cresce, há um rebaixamento de nível d'água, com várias tentativas de formação de condutos no freático e subsequente abandono dos mesmos dado o rebaixamento da superfície freática. Há o estabelecimento de protocondutos, definem-se rotas de fluxo preferenciais, a rota preferencial conecta o ponto de injeção com o de saída e o rio na superfície entalha seu leito.

DESENVOLVIMENTO, com a instalação de um fluxo turbulento em parte do sistema de condutos, uma queda rápida da superfície freática, a ampliação da zona vadosa, o abandono de condutos superiores, incasão (modificação no padrão primário de condutos), coexistindo os dois processos, corrosão e erosão mecânica.

CONDIÇÕES PARA A OCORRÊNCIA DA ESPELEOGÊNESE

Para que ocorra espeleogênese, algumas condições são necessárias, tanto geológico-estruturais como externas. A seguir, citamos as principais delas:

- existência de rochas solúveis em pacotes contínuos e espessos na superfície ou próximo desta, com pureza mínima de 80%, de modo a deixar um mínimo de resíduos insolúveis para manter os interstícios de dissolução abertos.

- alta densidade da rocha, a qual deve se apresentar maciça e cristalina, com elevado grau de diaclasamento (juntas e fraturas) e acamamentos em estratos delgados (alta permeabilidade primária).

- altos gradientes hidráulicos, com vales profundos e entrincheirados para a água se infiltrar e descer entalhando na rocha.

- cota pluviométrica de moderada a alta durante longos períodos de tempo geológico.

CARACTERÍSTICAS DA HIDROLOGIA CÁRSTICA

Pelas suas características químicas, a rocha calcária permite a ação da água como agente de dissolução, criando e desenvolvendo o alargamento de fraturas, com a abertura de grandes espaços ou condutos, por onde se dá a circulação da água (FORD; WILLIAMS, 1992).

Desta forma, conclui-se que um carste perfeito não apresenta drenagem superficial e sua hidrologia possui características peculiares como: anisotropia (mudança de propriedades conforme a direção tomada), nível d'água muito variável, condutividade hidráulica alta e muito variável também, alta velocidade do fluxo, com tempo de residência curto e rotas de fluxo condicionadas a condutos.

CIRCULAÇÃO DA ÁGUA EM ROCHAS CARBONÁTICAS

De acordo com FORD; WILLIAMS (1989), deve ser questionado o fato de a hidrologia convencional geralmente considerar como aquíferos os meios porosos, pois as leis normais da hidrologia de águas subterrâneas podem ser aplicáveis às rochas fraturadas com grandes condutos e cavernas no seu interior, como é o caso das rochas carbonáticas

Inicialmente a água circula no calcário através de formas de circulação primárias (GUERRA, 1983), aquelas resultantes dos processos de formação da rocha e suas alterações diagenéticas e estruturais, de modo semelhante à circulação em rochas fissuradas. Após circular por essas formas primárias, a água vai dissolvendo o calcário e esculpindo as feições típicas do carste, que são os condutos, as

galerias e as cavernas. Na zona vadosa, esses condutos são verticalizados em função da força da gravidade e na zona freática eles se horizontalizam., com fluxos laterais.

Enquanto estão conduzindo água, essas passagens denominam-se ativas e, quando não mais abrigam água, são chamadas fósseis ou paleocanais.

Procurando relacionar os aspectos da paisagem com as estruturas subterrâneas do carste, PESSOA (1994) constata que as feições cársticas denominadas dolinas, quando alinhadas, podem indicar os principais caminhos de fluxo subterrâneo, inclusive zonas de fraturamento em subsuperfície.

Outro estudo elaborado neste sentido foi o de OGDEN et alii (1989), segundo o qual cavernas e dolinas desenvolvem-se preferencialmente ao longo de juntas e fraturas de rochas mais puras, com dobramentos e grandes inclinações, quando comparadas àquelas dispostas horizontalmente e de menor pureza composicional; os eixos longos de dolinas estão relacionados com as orientações de cavernas, tendo sido calculada a densidade de dolinas relativa a uma determinada formação geológica, de modo a se obter o potencial dessa mesma formação. A hipótese testada e confirmada nesse estudo foi de que as orientações de cavernas e dolinas relacionam-se com as zonas de fraqueza da rocha, expressas em juntas e direções de fotolineamento.

FORMAS DE RECARGA NO CARSTE

Na fase inicial do carste, a entrada de água se dá nas formas de absorção primárias, as mesmas de uma rocha cristalina qualquer, através de diáclases, juntas e falhas. A partir disso se iniciariam as primeiras formas cársticas propriamente ditas de absorção:

- lapíás - sulcos alongados esculpidos pela ação da água na superfície da rocha;
- dolinas - depressões circulares ou semi-circulares provocadas pela dissolução do calcário, com tamanho variando de poucos a centenas de metros;
- uvalas - resultam da união de duas ou mais dolinas;
- poljes - grandes depressões cársticas, maiores que as dolinas, com vários quilômetros de extensão, fundo plano e recoberto por sedimentos, podendo ser temporariamente secos ou permanentemente inundados;
- vales cegos - vales que se interrompem bruscamente, com drenagem subterrânea;
- sumidouros - aberturas normalmente circulares por onde desaparece o fluxo d'água;
- cimas - são sumidouros de maiores proporções;

- formas compostas - em carstes bem desenvolvidos estas formas de absorção são muito comuns, como por exemplo, dolinas e sumidouros que se formam dentro de um polje.

FORMAS DE DESCARGA NO CARSTE

Descargas em carste ocorrem na sob a forma de:

- surgências = descendentes ou fontes de gravidade - são as fontes gravitacionais, livres;
= ascendentes - quando as fontes estão sob pressão hidrostática;
- ressurgências - as fontes alimentadas diretamente por mananciais superficiais;
- descargas mistas - quando alimentadas por mananciais superficiais e subterrâneos

O aquífero cárstico é um tipo particular e distinto de aquífero fissural, em função dos processos de carstificação ou dissolução sofridos pela rocha carbonática.

Em paisagens cársticas a integração superficial dos cursos d'água é interrompida pela Formação de depressões de drenagem centrípeta, as dolinas. Abaixo da superfície, uma complexa rede de condutos transporta água e produtos da erosão para as fontes onde a drenagem cárstica novamente se une à superfície. Este sistema inclui portanto elementos superficiais, como vegetação, solo, regolito e depressões fechadas que regulam a quantidade de água que escoar para baixo.

O mais importante do sistema de drenagem cárstica está na rapidez com que a água superficial entra no calcário, atingindo a água subterrânea. Isto se relaciona com a maior densidade de fraturamentos desse tipo de rocha, que aumenta sua capacidade de transmitir e armazenar água. É também uma questão preocupante, pois torna todo o sistema mais vulnerável a poluentes e contaminantes. Aquíferos cársticos são eficientes transmissores de poluentes, o que é agravado pela dificuldade de tratamento, pois, comparando com outros sistemas subterrâneos, ainda é pouco desenvolvido.

O tratamento natural de águas contaminadas em carste é relativamente ineficiente porque a rápida infiltração reduz a oportunidade de evaporação e a delgada espessura dos solos proporciona adentramento direto no aquífero (DEREK, 1989).

Aquíferos cársticos portanto demandam mais estudos para se compreender sua dinâmica e se gerenciar o seu manejo adequado.

3.1.12 Patrimônio ambiental

Recobrando as irregulares escarpas da Serra do Mar, que quase sempre apresentam inclinação superior a 30° e altitudes de 1.300 metros em relação ao nível do mar, estão aproximadamente 12.000 km² de matas tropicais, a Mata Atlântica.

Sobre a maior planície litorânea da costa brasileira, encravada entre a serra e o litoral, a vegetação de restinga se espalha por quase 2.000 km².

No litoral, nas águas salobras abrigadas entre o continente e as ilhas Comprida, de Cananéia, do Cardoso, do Superagui e das Peças, os manguezais se desenvolvem por mais de 280.000 km².

Estas formações naturais estão entre os mais importantes remanescentes desses três sistemas associados, que se estendiam, originalmente, ao longo de toda a costa brasileira, sendo que a Mata Atlântica chegava a penetrar centenas de quilômetros em direção ao interior dos estados do Sul e Sudeste, recobrando uma área de 1.086 km², 12% do território brasileiro.

A primeira reserva ambiental criada foi o PETAR, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, instituído em 1958, com 35.102,83 hectares, estando 24% dessa área dentro do município de Apiaí e os restantes, 76%, em Iporanga (BURG, 1998).

Depois do PETAR foram criadas mais dez unidades de conservação na porção paulista do Vale do Ribeira, sendo sete de uso indireto, onde não é permitida qualquer atividade econômica, e três de uso direto, onde pode haver utilização dos recursos naturais sob critérios fixados pelo órgão responsável.

Como consequência da criação dessas unidades de conservação, 48% do total da área do estado de São Paulo sob proteção ambiental integral está na região. E, em mais da metade do Vale do Ribeira, as atividades econômicas são proibidas ou exigem regulamentação.

É importante destacar que, embora seja inegável que as restrições impostas pela legislação ambiental têm implicações sobre o uso dos recursos naturais, as unidades de conservação não podem ser responsabilizadas pelo atraso econômico da região. Na realidade, ocorreu o contrário. A falta de desenvolvimento provocada por inúmeros fatores sociais, políticos, econômicos e ambientais permitiu que o Vale chegasse ao final deste século em um estado de conservação ambiental único nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país, levando o poder público, pressionado pela sociedade, a criar essas áreas protegidas.

Embora possua boa parte de seu território sob proteção, o Vale do Ribeira apresenta índices de desmatamento elevados. Entre os anos de 1985 e 1990, foram destruídos 200 km² de formações florestais de Mata Atlântica na região, equivalentes a cerca de 33% do verificado em todo o estado de São Paulo no mesmo período (KOSHIMA et alii, 1982).

Esse problema, agravado pela falta de programas de governo dirigidos a desenvolver o enorme potencial econômico da região, representado pelo turismo e pela exploração sustentável do patrimônio natural, incluindo-se aí a riquíssima biodiversidade, tem agravado as condições sociais do Vale.

As conclusões dos trabalhos de uma comissão especial do Conselho Estadual do Meio Ambiente, que analisou detalhadamente os planos dos diversos órgãos de governo e iniciativa privada para a região, mostra a gravidade da situação. Evidencia-se a inexistência de um plano integrado de desenvolvimento para o Vale do Ribeira. Esta falta de visão sistêmica na formulação de políticas públicas setoriais gera um evidente conflito de diretrizes e sobreposição de atribuições e de atividades das instituições atuantes na região. Esta situação, agravada pela morosidade das ações de regularização fundiária, tem como decorrência direta a dispersão e perda dos poucos recursos financeiros, humanos e materiais disponíveis para essa região historicamente alijada do processo de desenvolvimento do estado, com o comprometimento de seu valioso patrimônio natural e cultura. Agravando tal quadro constata-se ser extremamente incipiente a participação da sociedade regional na definição das políticas setoriais, programas e projetos.

Nesse quadro de omissões e negligência do Estado em todas as áreas, especialmente nas da saúde e educação, quem planeja o desenvolvimento do Vale do Ribeira são os grupos econômicos que, via de regra, manipulam a opinião pública com promessas de empregos e desenvolvimento para obterem apoio a seus projetos.

Um dos exemplos mais impressionantes desse processo de manipulação foi a discussão sobre a aprovação da hidrelétrica de Tijuco Alto, proposta pela Companhia Brasileira de Alumínio, empresa do Grupo Votorantim, para ser construída no rio Ribeira de Iguape.

Mesmo com laudo técnico da CETESB, órgão ambiental encarregado do controle de poluição, recomendando a não construção e com as informações de que a planta industrial que se beneficiará da energia elétrica gerada pela hidrelétrica de Tijuco Alto se localiza a 300 km. de distância, no município de Mairinque, fora do Vale, os políticos locais levaram grande parte da

população a apoiar um empreendimento que deixará apenas a degradação ambiental e social, sem nenhum retorno econômico perene para os municípios afetados.

Esse exemplo, entre outros, mostra a necessidade de que sejam definidos, com urgência, programas de desenvolvimento adequados às peculiaridades sociais e ambientais do Vale do Ribeira, sob pena de, permanecendo o atual processo, perder-se o patrimônio existente na região, sem que sejam gerados reais benefícios a seus habitantes.

3.1.12.1 Situação ambiental de Apiaí através da percepção de educadores e alunos

Tendo em vista as condições excepcionais de conservação da natureza no Vale do Ribeira, além de sua riqueza histórico-cultural ser reconhecida como patrimônio da humanidade, o governo do estado criou em 1995 a “Agenda de Ecoturismo para o Vale do Ribeira”, mantendo até hoje políticas públicas de investimento efetivo no turismo da região. Em outubro de 2000 concretizou-se um documento denominado “Programa de Turismo Sustentável para o Vale do Ribeira”, elaborado através de uma parceria entre diversas instituições, a saber:

- Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica,
- Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo,
- SET – Secretaria de Esportes e Turismo do Estado de São Paulo e
- SEBRAE-SP – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de SP.

Engajado nesse projeto, o município de Apiaí investiu no turismo como possível alternativa de desenvolvimento durante a gestão do prefeito Donizete Borges Barbosa, de 1997 a 2000. Vários foram os produtos resultantes do interesse por esta fonte de renda, em cuja elaboração a autora participou: volume impresso intitulado “Banco de imagens da oferta turística e da capacidade instalada do município de Apiaí” (SCALEANTE, 1998); cursos (guia de turismo e espeleologia), palestras, trabalhos diversos com a população local, além do Projeto de Implantação/Acompanhamento do Turismo no Município. Uma das etapas deste projeto foi chamada de “Conscientização para o Turismo”, constando de uma fase inicial baseada na caracterização ambiental por meio de percepção (BACELLI, 1986), conforme fundamentos teóricos expostos no capítulo II 2.1.

Esta caracterização ambiental foi iniciada com o público escolar porque qualquer alteração significativa dentro de uma sociedade exige trabalhos na área da educação. No presente

caso, a mudança é levar o ecoturismo a ser uma das importantes fontes de renda para o município.

Aproveitando a época favorável, que foi a Semana do Meio Ambiente, foi feito um levantamento junto aos alunos sobre sua percepção das situações ambientais más críticas da cidade, aquelas que envolvem ameaça ao bem-estar das pessoas, como por exemplo, perigos à saúde provenientes de excesso de agroquímicos na lavoura ou poluição de cursos d'água por chorume do lixão, esgoto domiciliar não tratado, enchentes etc. Os resultados são apresentados nas tabelas 3.10 e 3.11:

TABELA 3.10: Problemas ambientais / escolas / soluções

ESCOLA	PROBLEMAS AMBIENTAIS	SOLUÇÕES PROPOSTAS
EEPG Dr. Amadeu Mendes	1-ESGOTO 2-DESMATAMENTO 3-LIXO 4-AGROTÓXICO	1- -o- 2-conscientização 3-extinguir o lixo: usina de reciclagem 4-conscientização para uso de equipamentos que evitem intoxicação
EEPG Gonçalves Dias	1-LIXO 2-ESGOTO 3-DESMATAMENTO	1-conscientização sobre uso do latão; acondicionar lixo em sacos plásticos para coleta, campanhas de limpeza "cada um limpando sua rua"; reciclagem 2- -o- 3-conscientização sobre a importância da conservação da natureza; reflorestamento; maior fiscalização da Polícia Florestal
EEPG Prof. João Pedro do Nascimento	1-ESGOTO e EN. ELÉTRICA 2-LIXO 3-VANDALISMO 4-ANIMAIS SOLTOS	1- -o- 2-aumentar o número de tambores; coleta diária 3-guarda-noturno 4-cada um manter seus cães presos ou carrocinha
EEPG Profª. Elisa dos Santos	1-ESGOTO 2-CÃES SOLTOS NAS RUAS 3-POLUIÇÃO DO AR	1- -o- 2-carrocinha 3-mais filtros nas chaminés da fábrica Camargo Corrêa; desviar o trânsito de caminhões do centro da cidade
EEPG Profª. Oswaldina Santos (bairro Lageado de Araçatuba)	1-SANEAMENTO BÁSICO 2-LIXO 3-DESMATAMENTO	1- -o- 2-enterrar ou queimar o lixo; aumentar o n.º de coletas na semana pela Prefeitura em todo o bairro 3-não cortar mais árvores; plantar outras no lugar das que foram derrubadas ou queimadas
EEPG Profª. Rosária Januzzi	1-POLUIÇÃO DOS RIOS 2-CORTE IRREG. DE PALMITO 3-CACÇA ANIMAIS SILVESTRES 4-DESEMPREGO 5-MORADIA POPULAR 6-AGROTÓXICOS 7-QUEIMADAS 8-SANEAMENTO BÁSICO	1-tratamento do esgoto, canalização do esgoto das residências e canalização dos rios 2-esclarecer essas pessoas sobre a proibição em lei 3-guarda florestal orientar sobre o respeito a esses animais 4-trazer indústrias para a região 5- -o- 6- -o- 7- -o- 8- -o-
EEPG Rural Bairro Conceição do Herval	1-LIXO 2-AGROTÓXICOS 3-MÁ CONSERVAÇÃO ESTRADAS 4-LUZ, ÁGUA, ESGOTO 5-POSTO MÉDICO 6-DESEMPREGO 7-FALTA DE CONHECIMENTO SOBRE HIGIENE 8-TRABALHO INFANTIL	1-coleta pela Prefeitura ao menos uma vez por semana; colocação de vários tambores no bairro 2-trabalho de conscientização sobre o uso de equipamentos para evitar intoxicação 3- -o- 4- -o- 5- -o- 6- -o- 7-trabalho de conscientização 8-esclarecer que mão-de-obra infantil é contra a lei e que lugar de criança é na escola
EEPSG Profª. Antonia B. Calazans Luz	1-LIXO 2-ARBORIZAÇÃO 3-ESGOTO	1-coleta seletiva; programas de conscientização da população 2-crianças, entidades ou quaisquer interessados plantarem e cuidarem de jardins, praças, canteiros de avenidas etc. 3- -o-
EEPSG Profª. Regina Dias Antunes da Silva	1-LIXO 2-BURACOS NAS RUAS 3-CENTRO MÉDICO 4-ANIMAIS SOLTOS 5-DESMATAMENTO	1-tambores de lixo 2- -o- 3-melhor tratamento e orientação aos seres humanos, às pessoas da cidade 4- -o- 5-incentivo ao plantio de árvores
EMEF "ALA"	1-LIXO 2-SANEAMENTO BÁSICO 3-DESMATAMENTO	1-não jogar lixo na rua 2- -o- 3-não cortar árvores
Colégio Meireles	1-POLUIÇÃO C. CORRÊA 2-DESMATAMENTO e FALTA DE ARBORIZAÇÃO 3-BURACOS RUAS/RODOVIAS	1-colocação de filtros 2-reflorestamento, arborização das ruas 3- -o-

TABELA 3.11: Problemas ambientais / soluções

PROBLEMAS	SOLUÇÕES PROPOSTAS
1-LIXO	extinguir o lixão; usina de reciclagem; conscientização sobre uso do latão; acondicionar lixo em sacos plásticos para coleta; campanhas de limpeza "cada um limpando sua rua"; reciclagem; aumentar o número de tambores; coleta diária; enterrar ou queimar o lixo; aumentar em todo o bairro o número de coletas na semana pela Prefeitura; coleta pela Prefeitura ao menos uma vez por semana; colocação de vários tambores no bairro; coleta seletiva e programas de conscientização da população; tambores de lixo; não jogar lixo na rua
2-SANEAMENTO BÁSICO	
3-DESMATAMENTO E FALTA DE ARBORIZAÇÃO NA CIDADE	reflorestamento; arborizar as ruas; conscientização sobre a importância da conservação da natureza; maior fiscalização da Polícia Florestal; não cortar mais árvores e plantar outras no lugar das que foram derrubadas ou queimadas; incentivo ao plantio de árvores; crianças, entidades ou quaisquer interessados plantarem e cuidarem de jardins, praças canteiros de avenidas etc.
4-AGROTÓXICOS	trabalho de conscientização sobre o uso de equipamentos para evitar intoxicação
5-VANDALISMO	guarda-noturno
6-CÃES SOLTOS NAS RUAS	carrocinha; cada um manter seus cães presos ou carrocinha para prendê-los
7-POLUIÇÃO DO AR PELA CAMARGO CORRÊA	mais filtros nas chaminés da fábrica Camargo Corrêa; desviar o trânsito de caminhões do centro da cidade
8-POLUIÇÃO DOS RIOS	tratamento do esgoto; canalização do esgoto das residências e canalização dos rios
9-CORTE IRREGULAR DE PALMITO	esclarecer essas pessoas sobre a proibição em lei
10-CAÇA DE ANIMAIS SILVESTRES	guarda florestal orientar sobre o respeito a esses animais
11-DESEMPREGO	trazer indústrias para a região
12-MORADIA POPULAR	
13-QUEIMADAS	
14-MÁ CONSERVAÇÃO DAS RUAS E RODOVIAS	
15-POSTO MÉDICO	melhor tratamento e orientação aos seres humanos, às pessoas da cidade
16-FALTA DE CONHECIMENTO SOBRE HIGIENE	trabalho de conscientização
17-TRABALHO INFANTIL	esclarecer que mão-de-obra infantil é contra a lei e que lugar de criança é na escola

A comunidade escolar envolveu-se bastante com a temática e o debate foi muito produtivo, gerando demandas por palestras e outras discussões, o que corresponde à segunda fase da elaboração de diagnóstico ambiental por percepção, conforme BACELLI (1986).

No entanto, os dados deste levantamento não podem ser considerados na pesquisa porque o processo não chegou à sua etapa final, além de estar envolvendo um público restrito da sociedade. Mas é válido fazer constar tais resultados neste trabalho, pois expressam os sentimentos dessa parcela da população, que corresponde a um número grande e significativo de habitantes de Apiaí. Oportunamente será dada continuidade a esta atividade.

Desta forma, este resultado é agregado à pesquisa realizada pela CETESB em 1986, denominada Caracterização Ambiental do Estado de São Paulo por Percepção, sob a coordenação geral de Ronci Bacelli, em que o município de Apiaí obteve as seguintes posições dentro do Quadro-síntese de problemas ambientais:

QUADRO 3.3: Quadro-síntese de problemas ambientais em Apiaí (BACELLI, 1986)

AR	Percebido
ÁGUA	Percebido
SOLO	Não percebido
LIXO	Não percebido
AGROTÓXICO	Percebido
AGROPECUÁRIOS	Percebido
MINERAÇÃO	Não percebido
INDÚSTRIA	Percebido
FLORESTA	Intensamente percebido
FAUNA	Não percebido

3.2 Ocupação humana

3.2.1 Histórico

Vestígios de ocupação humana são encontrados por todo o Vale do Ribeira, representados por sambaquis e oficinas líticas de povos primitivos de dez mil anos atrás. No baixo curso do rio, na faixa litorânea, há sinais de ocupação mais recente de índios tupis, além de grupos cerâmicos e agricultores. À época da chegada dos portugueses e, na sequência, a descoberta de ouro de aluvião no Alto Vale no século XVII, o rio Ribeira e seus maiores afluentes foram o principal

canal de circulação humana. As aldeias indígenas iam sendo substituídas por grupos de garimpeiros, locais onde se estabeleceram as vilas e posteriormente as cidades. Com todas suas atividades ligadas ao ouro, ao longo do Ribeira nasceram Ribeira, Iporanga, Barra dos Pilões, Barra do Batatal, Ivaporunduva, Eldorado, Sete Barras e Registro, esta encarregada de cobrar o quinto do ouro para Portugal e de controlar a navegação pelo rio Juquiá, maior afluente do rio Ribeira de Iguape. Na cidade de Iguape instalou-se uma Casa de Fundição. A trilha de tropas do vale do rio Betari, partindo de Iporanga, servia para a descida do ouro de Apiaí (Morro do Ouro), como também para escoar o chumbo de Iporanga já no século XX.

No decorrer de alguns séculos o rio Ribeira era via de transporte de minérios e pequenas quantidades de produtos agrícolas para o litoral, de lá trazendo mercadorias diversas e pessoas. Desta forma, Iguape, estrategicamente posicionada, controlava toda a navegação com o interior e muito se desenvolveu por conta do ouro, depois do plantio de arroz e da construção naval (LINO, 1982). Iguape era uma das mais importantes cidades do Brasil Colonial. O testemunho desse período de glórias está perpetuado em seu valioso patrimônio arquitetônico, a cidade com mais bens tombados do estado de São Paulo. Crises sucessivas abalaram essa posição, como a concorrência de outras áreas no plantio de arroz; a construção das primeiras estradas de ferro ligadas à economia cafeeira no interior da província, e a crise fatal, que foi o assoreamento do porto, em decorrência da abertura do Valo Grande, a primeira grande obra hidráulica do país, no final do século XIX. A conformação do litoral obrigava os barcos a passarem pela foz do rio para chegarem ou partirem do porto de Iguape em direção ao interior. Além de perigoso, devido à forte movimentação das ondas na barra, esse trajeto tornava o percurso muito longo. No afã de facilitar o transporte, os habitantes do Vale do Ribeira pressionaram as autoridades a ligar artificialmente um dos meandros do rio que mais se aproximava da cidade, diretamente com o Mar Pequeno, onde se situava o porto. A idéia, que parecia ser muito boa, concretizou-se com o término da abertura do Valo Grande em 1855. Entretanto, aberto com quatro metros de largura, em pouco tempo passou para 300 metros, tornando-se o caminho preferencial do rio. A violenta erosão das margens do Valo provocou danos à cidade e o assoreamento do porto, devido à deposição do material retirado de suas margens no fundo do canal. Impossibilitado de receber navios de grande porte, o porto de Iguape deixa, rapidamente, de ter a importância desempenhada no passado. Esse processo é acelerado pela crescente centralização dos serviços portuários em

Santos e se consuma com a construção da estrada de ferro Santos-Juquiá, em 1914, que deslocou o centro regional para a cidade de Registro (CAPOBIANCO, 1994).

Antes disso, no final do século XVII e início do século XVIII, o Alto Ribeira já havia sofrido a decadência econômica em virtude do declínio da mineração, pela descoberta de ouro nas minas gerais.

No início do século XX, o Baixo Vale experimentou algumas iniciativas economicamente significantes, pois elas conseguiram certa estabilidade e reformularam a ocupação do espaço. Como exemplo, as atividades ligadas à fixação de imigrantes japoneses em 1920 que investiram no plantio de chá e introduziram novas técnicas para a rizicultura, levando o cultivo de arroz à concorrência no mercado interno e externo. Outra atividade importante para a economia do Vale do Ribeira nesse início de século foi a pesca comercial a partir de 1920, que a partir de 1938 começaria sua fase industrial com a pesca da manjuba. Além disso, houve a bananicultura em Iguape e Juquiá, daí se espalhando para outras áreas.

No alto Ribeira, apenas Apiaí teve algum desenvolvimento nessa época devido à estrada de ferro São Paulo-Curitiba (LINO, 1982).

Durante as décadas que se seguiram, o Vale do Ribeira permaneceu abandonado à própria sorte. Somente a partir de 1960 que esta região, que não havia participado da dinâmica do café e onde perdurava agricultura de subsistência, passou a chamar atenção dos especuladores, iniciando-se uma explosiva pressão sobre as comunidades locais e a exploração predatória do patrimônio natural (CAPOBIANCO, 1994).

Seria a incorporação do Vale do Ribeira à economia central, tendo como principais razões a expansão da indústria da construção civil; a especulação imobiliária com respeito às terras de preços baixos; a desvalorização do cruzeiro, levando a classe média a aplicar em terras; as mineradoras, etc. Dentre todas essas iniciativas, o que há de comum é sua origem externa à região. A população autóctone em nenhum momento participou de qualquer decisão dentro desse processo. A ingenuidade em acreditar que as soluções milagrosas viriam de fora, as dificuldades de comunicação e a falta de mão-de-obra especializada levaram ao não aproveitamento da grande extensão de terras disponíveis.

De acordo com LINO (1982), a “redescoberta” do Vale do Ribeira teve como marco a abertura da rodovia Régis Bittencourt, BR-116, quando toda a área passa por uma redefinição em sua ocupação. O Estado providenciou estradas, incentivos fiscais para investimentos na área.

como reflorestamentos, construção de grandes obras e criação de órgãos como a SUDELPA e ampliação dos serviços da SABESP, CESP, DER etc. para a região.

Abaixo, no quadro 3.4, esta redefinição da ocupação do Vale do Ribeira a partir de 60/70:

QUADRO 3.4: Reocupação do Vale do Ribeira nos anos 60/70

PROBLEMAS	CARACTERÍSTICAS	CONSEQUÊNCIAS
Formação de latifúndios	Proprietários de fora da região, representando grandes empresas de mineração, reflorestamento, pecuária, imobiliárias, bancos estatais	Concentração de terras com fins especulativos se deu de forma violenta por meio de grilagens e expulsão de pos-seiros. Políticos aproveitaram e se apossaram de muitas terras
Retalhamento da terra: sítios e chácaras p/ lazer	Ao longo das rodovias principais, em torno de cidades, na orla e em ilhas Proprietário de fora da região	Exploração imobiliária Devastação da natureza
Urbanização crescente Valorização das rodovias que ligam SP ao SUL passando pelo Vale Abandono de rodovias de integração dentro do Vale	Disparidade de investimentos na Baixada e no Alto Ribeira Polarização em torno de Registro (Baixada) e Apiaí (zona serrana)	Quebra da unidade sócio-econômica e cultural do Vale
Desequilíbrio ambiental	Criação de parques e reservas sem demarcação e desapropriação de terra	Destruição do patrimônio natural (matas, rios, cavernas)
Isolamento do Vale e pobreza da população rural	Incorporação da área à economia central de caráter desenvolvimentista e homogeneizador	Perda do patrimônio cultural
Exteriorização da atividade econômica no Vale	O beneficiário é sempre usuário externo à região	Alteração no papel dos agentes locais

Fonte: LINO, 1982 (in: I Simpósio sobre a Ocupação do Vale do Ribeira, 1982)

APIAÍ é um dos vinte e três municípios do Vale do Ribeira, terceiro em população, contando atualmente com 27.136 habitantes, sendo 16.639 (61,32%) da zona urbana e 10.497 (38,68%) da área rural (IBGE, 2000).

Nasceu com a descoberta do ouro de aluvião pelos exploradores portugueses em meados do século XVI, tornando-se um povoado próspero no início do século XVIII.

A palavra “Apiaí” se origina provavelmente do tupi-guarani, podendo significar “rio dos meninos” ou “rio menino” (SAMPAIO, 1914 apud LUZ, 1996), hipótese aceita oficialmente pelo município, que a tem gravada em placa na entrada do prédio da Prefeitura.

A região de Apiaí funciona como um divisor de águas, pois o Morro do Ouro, Parque Municipal criado em 1998, que encima a cordilheira de Paranapiacaba, com uma altitude

aproximada de 1.060 metros, constitui-se em um separador das águas que seguem para dois grandes rios do estado de São Paulo, o rio Paranapanema e o rio Ribeira de Iguape.

Além do ouro explorou-se, a partir de 1923, depósitos de minério de chumbo no município, contando com a Usina Experimental de Chumbo e Prata de Apiaí, a pioneira a processar e metalizar o minério de chumbo brasileiro, que funcionou desde 1939.

Segundo CALAZANS (1996), a população de Apiaí, que era exclusivamente rural, variou da seguinte forma:

ANO	TOTAL HABITANTES
1894	5.300
1922	10.200
1924	12.300
1950	17.300

De acordo com dados do IBGE de população total e das zonas rural e urbana de Apiaí, temos a seguinte situação:

ANO	TOTAL HABITANTES	Z. RURAL	Z. URBANA
1970	19.523	5.341 (27%)	14.182 (73%)
1980	26.936	11.938 (44%)	14.998 (56%)
1991	35.041	16.723 (48%)	18.318 (52%)
1996	23.972	15.105 (63%)	8.867 (37%)
2000	27.136	16.639 (61%)	10.497 (39%)

A partir do declínio da mineração do ouro, em fins do século XVIII, a população manteve-se reduzida e estável até a meados do século passado (CALAZANS, 1996), sendo que a partir da primeira metade deste século houve prevalência absoluta para a zona rural. O êxodo rural passou a ocorrer de modo sensível depois de 1971, época que coincidiu com a implantação de indústrias extrativas na periferia da cidade (usina de cimento, serrarias etc.) e com a insegurança da monocultura na lavoura do tomate, iniciada por volta de 1949.

Desde o início da garimpagem do ouro até que ela fracassasse, os habitantes de Apiaí dedicaram-se à pecuária, com reduzidos rebanhos de gado bovino, cavalar, muar e suíno, e à agricultura de milho, feijão, arroz, batata e mandioca, para a sobrevivência do minerador. A erva

mate era nativa em toda a região, sendo que a cana-de-açúcar, vinda de fora, também se aclimatou muito bem. Em 1873, surgem as primeiras notícias oficiais a respeito da qualidade dos produtos agropecuários de Apiaí (Imprensa Oficial do Estado), que já tinham excedentes para exportar para outras regiões.

Entre 1940 e 1950, a peste suína dizimou o rebanho, com reflexos calamitosos para a economia local. Isto provocou um colapso na zona rural, justamente nas vésperas do período em que o plantio de tomate se iniciou em Apiaí, no ano de 1949.

A cultura de tomate a partir de então foi se desenvolvendo ano a ano e o agricultor abandonou as tradicionais lavouras de milho, feijão, arroz etc., para se entregar ao cultivo intensivo do tomate, que a partir de 1993 caracteriza a monocultura do município. O plantio de tomate, como normalmente ocorre com a monocultura, empobreceu muitos e enriqueceu poucos, trazendo sérios problemas sociais para o município. Os pequenos proprietários, que antes tinham a garantia de sua subsistência, ainda que modesta, entraram na onerosa e arriscada cultura do tomate e foram mal sucedidos em virtude do inadequado manejo da lavoura. Perderam sua terra, vivendo como nômades, servindo aos plantadores maiores como meeiros ou formadores da lavoura tomateira, alojando-se em barracos cobertos e vedados com embalagens do tipo Tetrapak.

Os agricultores plantavam tomate por três ou quatro anos agrícolas consecutivos. Tendo sido bem sucedidos nos primeiros anos, muitos dobraram a quantidade de pés, contraíram empréstimos junto ao Banco do Brasil para comprar trator, caminhão etc. e pagar no fim da safra. Mas, com a terra exaurida por excesso de plantio, técnicas não apropriadas, falta dos cuidados necessários, o fracasso foi total para todos, restando os quatro anos para pagar de empréstimos ao banco.

Rubens Calazans Luz, advogado e escritor, também viveu essa amarga experiência, que o inspirou para escrever o poema a seguir:

O TOMATEIRO FRUSTRADO

*Nasci no mato, filho de matutos,
a enxada de meu pai cavava a terra,
dela tirando os mais variados frutos,
todo alimento que a precisão cabocla encerra.*

*Ambicioso, pensando em rápida riqueza,
entrei naquela safra sem qualquer debate;*

gastei tudo que tinha e no final perdi o combate.

*Desiludido, agora, afirmo com tristeza:
nem que a fome prometa que me mate,
Juro por Deus - nunca mais planto tomate.*

(Apiáí, 15/04/85)

Perdendo a terra primitiva por venda, abandono, execução por dívida ou desânimo, o agricultor de Apiáí foge das más condições de vida enfrentadas do campo, indo para sub-moradias na cidade, acarretando para si e para a administração pública inúmeros problemas sociais, como os de saneamento básico, educação, transporte, alimentação e emprego.

3.2.2 Sócio-economia

3.2.2.1 Mapas de uso da terra em Apiáí - SP

(1962 e 1997)

O levantamento do uso da terra em Apiáí no ano de 1962 em uma área de 2.953,25 hectares mostrou que aproximadamente 1.419,94ha (48,08%) estão ocupados por mata e cerca de 1.183,93ha (40,09%) por pastagens. A cultura do tomate, temporária, perfaz um total de 26,03ha (0,88%) e a área urbana ocupa 78,62ha (2,66%) da área de estudo. O restante, 244,73ha (8,29%), possui outros usos, aqueles discriminados na figura 3.11.

FIGURA 3.11
USO DA TERRA EM APIAÍ - SP (1962)

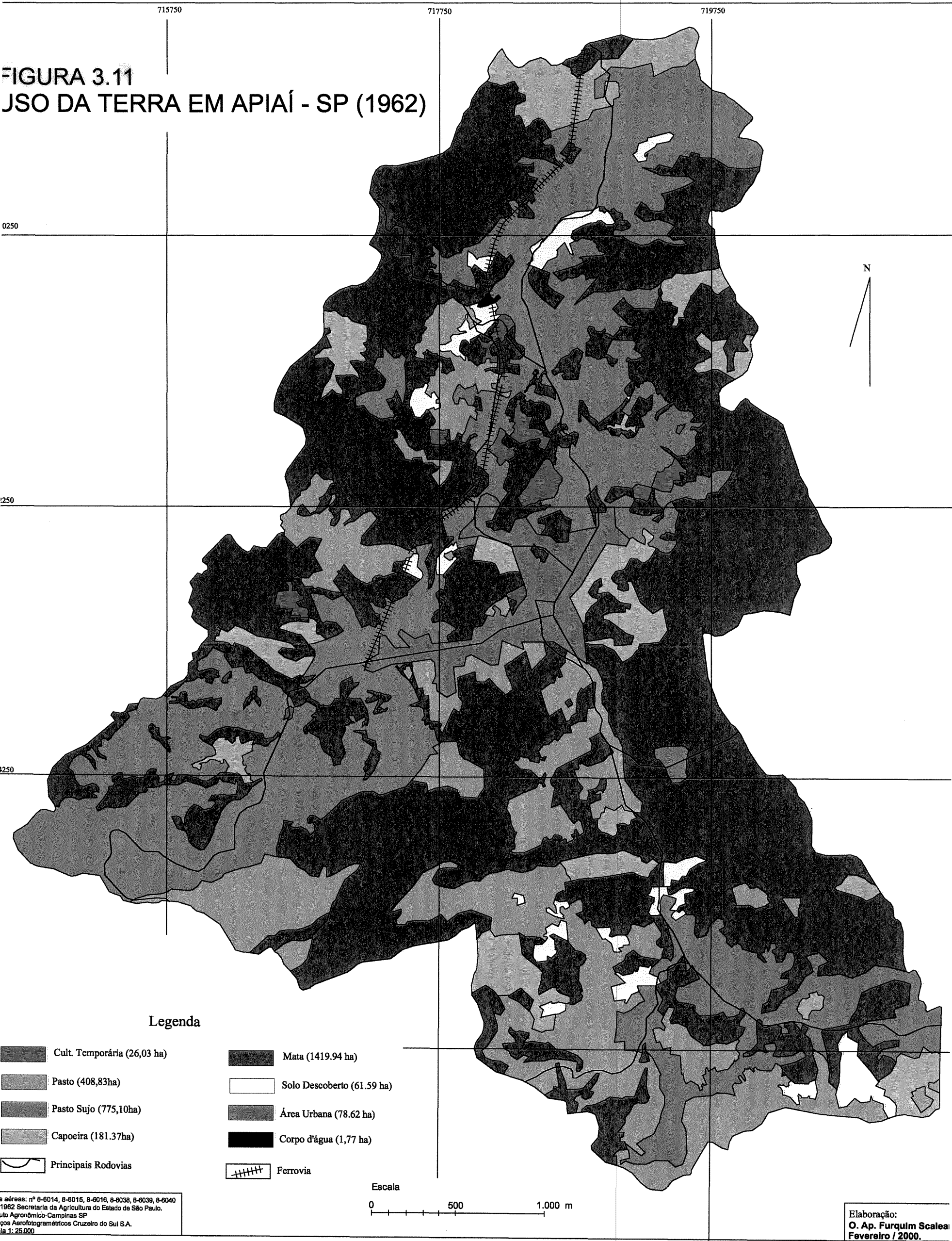
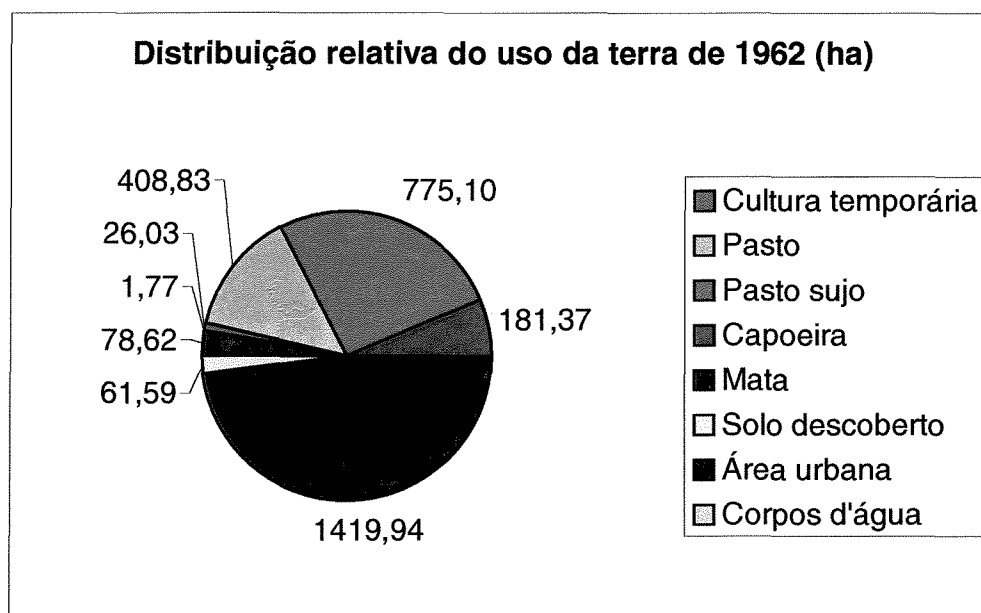


TABELA 3.12: Distribuição por hectares e porcentagens do uso da terra em 1962

Uso 1962	Área (ha)	%
Cultura temporária	26,03	0,88
Pasto	408,83	13,84
Pasto sujo	775,10	26,25
Capoeira	181,37	6,14
Mata	1.419,94	48,08
Solo descoberto	61,59	2,09
Área urbana	78,62	2,66
Corpos d'água	1,77	0,06
Total	2.953,25	100,00

FIGURA 3.12: Distribuição por hectares do uso da terra em 1962



A seguir, figura 3. 3.13, referente ao mapa de uso da terra em Apiaí no ano de 1997.

FIGURA 3.13
USO DA TERRA EM APIAÍ - SP (1997)

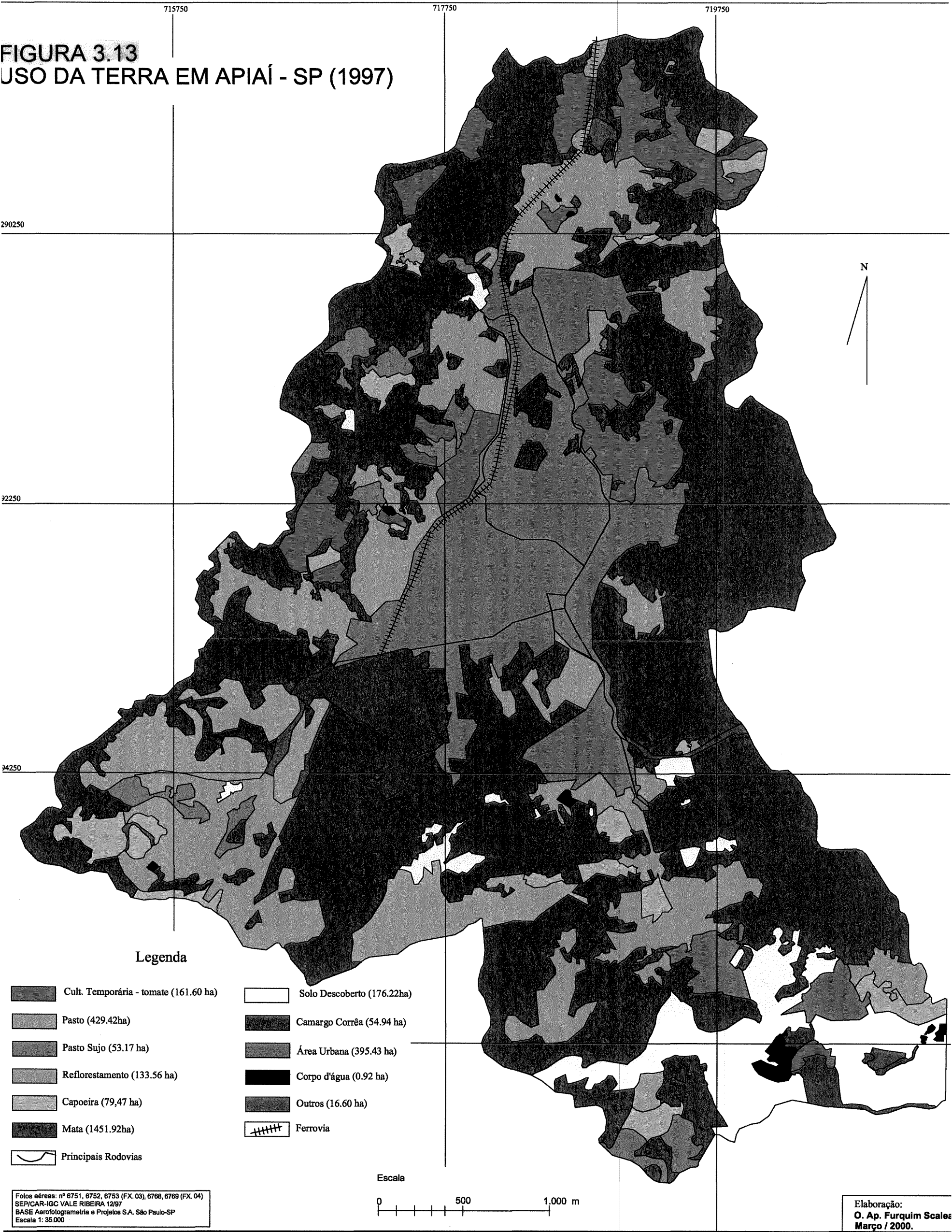
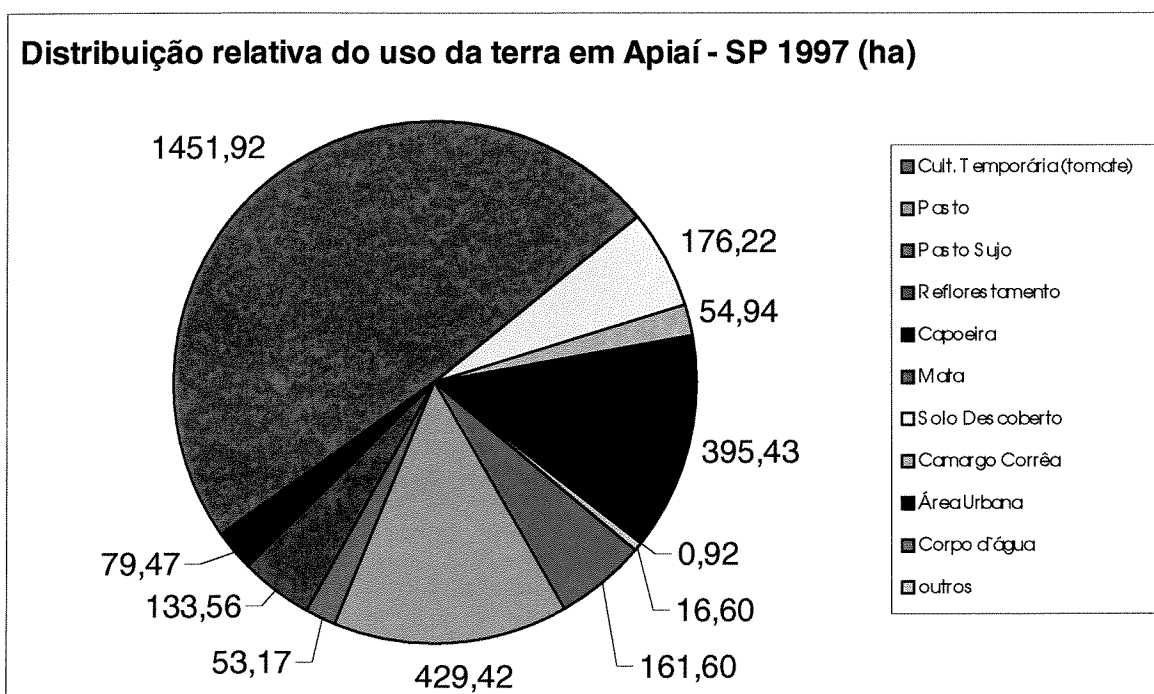


TABELA 3.13: Distribuição por hectares e porcentagens do uso da terra em 1997

Uso 1997	Área (ha)	%
Cultura temporária (tomate)	161,60	5,47
Pasto	429,42	14,54
Pasto sujo	53,17	1,80
Reflorestamento	133,56	4,52
Capoeira	79,47	2,69
Mata	1.451,92	49,16
Solo descoberto	176,22	5,97
Camargo Corrêa	54,94	1,86
Área urbana	395,43	13,40
Corpos d'água	0,92	0,03
Outros	16,60	0,56
Total	2.953,25	100,00

Figura 3.14: Distribuição por hectares do uso da terra em 1997



Comparando-se o uso de 1962 e 1997, observa-se que a área urbana aumentou consideravelmente de 78,62ha (2,66%) para 395,43ha (13,40%), tendo se instalado no município a indústria de cimento Camargo Corrêa, ocupando uma área de 54,94ha (1,86%). A ocupação por mata em 1962 já equivalia a 1.419,94 (48,08%), tendo aumentado para 1.451,92ha (quase 50%) em 1997. A capoeira diminuiu consideravelmente, de 181,37ha (6,14%) em 1962 para 79,47ha (2,69%) em 1997, muito embora tenha havido uma involução com relação a solos descobertos, que de 61,59ha (2,09%) passaram para 176,22ha (quase 6%) em 1997. Também se nota que houve desmatamento após 1962, o que foi amenizado com reflorestamentos, que perfazem 133,56ha (4,52%) em 1997. O espaço ocupado por culturas temporárias, principalmente tomate, aumentou mais de seis vezes, tendo passado de 26,03ha (0,88%) em 1962 para 161,60ha (5,47%). Na figura 3.12, percebe-se que a área de pastagem é de 1.183,93ha (40,09%) em 1962, enquanto que em 1997 é de 482,59 ha (16,34%), conforme figura 3.14.

3.3 Diagnóstico sócio-ambiental

A região do alto Ribeira concentra sua economia na mineração e agricultura.

Apiaí, município com melhor desenvolvimento econômico da região, atrai investidores para os segmentos mencionados, tornando-se assim um pólo de incentivo à economia agro-mineral, o que também se reflete em significativos impactos ao meio ambiente, gerando riscos ambientais.

Tomamos como primeiro exemplo a mineração, setor que conta com a Camargo Corrêa S/A, indústria de grande porte, fomentadora de inúmeros empregos com salários acima da média de outros segmentos da economia na região, embora empregue hoje apenas ¼ da mão-de-obra de dez anos atrás.

No entanto, também se vê por parte dessa grande empresa descumprimento de leis, relaxamento na postura do cumprimento de normas de preservação ambiental. Como a população e o poder público reconhecem que os recursos minerais explorados por empresas mineradoras são finitos, há uma preocupação latente que induz a esse afrouxamento em termos de cumprimento das leis, portanto, ambas as partes tendem a facilitar a continuidade da exploração mineral em outras áreas ainda consideradas naturais.

A desativação de um segmento estável para ser substituído por algum outro ainda pouco conhecido e com retorno financeiro incerto preocupa muito a todos.

A agricultura, atividade promissora há décadas, terá que fazer investimentos em tecnologias que minimizem o impacto ambiental. As novas leis de uso do solo, de proteção ao meio ambiente e a consciência para a preservação do pouco que restou da Mata Atlântica brasileira, contribuem para restringir a área de plantio. Novas tecnologias, porém, são por demais onerosas ao poder de investimento do agricultor. Buscam-se alternativas no cenário rural com o desenvolvimento de inúmeras estufas e formação de cooperativa agrícola.

Um fato determinante para essa grande mudança foi a restrição ao uso de agroquímicos, item preponderante na contaminação das águas superficiais e que também traz sério risco de contaminação das águas subterrâneas de relevo cárstico, conforme abordagem técnica feita no capítulo III 3.1.11.1.

Embora essa mudança seja reconhecida, nem todos os agricultores se acham em condições financeiras favoráveis para a implantação de tal sistema. Para estes, o custo do

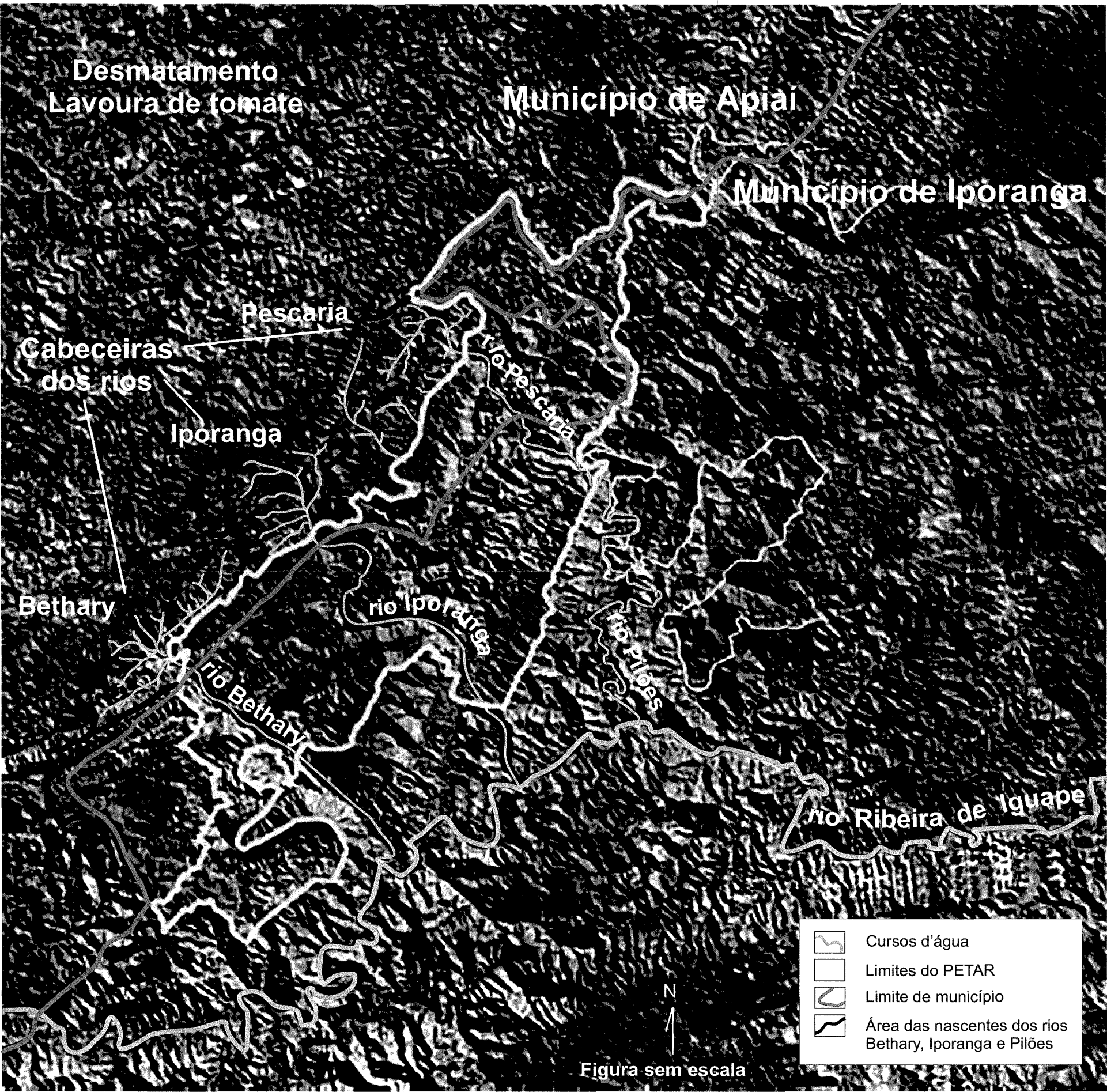
investimento inicial é inviável, porém desejável. Para outros, ainda existe a barreira cultural que dificulta a implantação de qualquer mudança.

Sob o aspecto ambiental, a região é beneficiada por lei em virtude de seu relevo acidentado. Conforme já mencionado na caracterização fisiográfica local e regional, aí viceja o maior *contínuum* de Mata Atlântica preservado do país. Ao município de Apiaí pertencem 24% da área do PETAR, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (BURG, 1998), portanto, totalmente protegidos por lei. Este parque é uma Unidade de Conservação administrada pelo Instituto Florestal, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, oficialmente criado pelo Decreto n.º 32.283, de 19/05/58, ratificado pela Lei n.º 5.973, de 28/11/60, como PETAR. Por conta disto, até hoje continuam pendentes questões latifundiárias.

Embora as leis de proteção ambiental existam, continuam ocorrendo desmatamentos para dar lugar à lavoura no entorno do Parque, com sério risco ambiental de contaminação por agroquímicos nas nascentes dos principais rios que cortam o PETAR, conforme se observa na figura 3.15.

PETAR - Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira

FIGURA 3.15



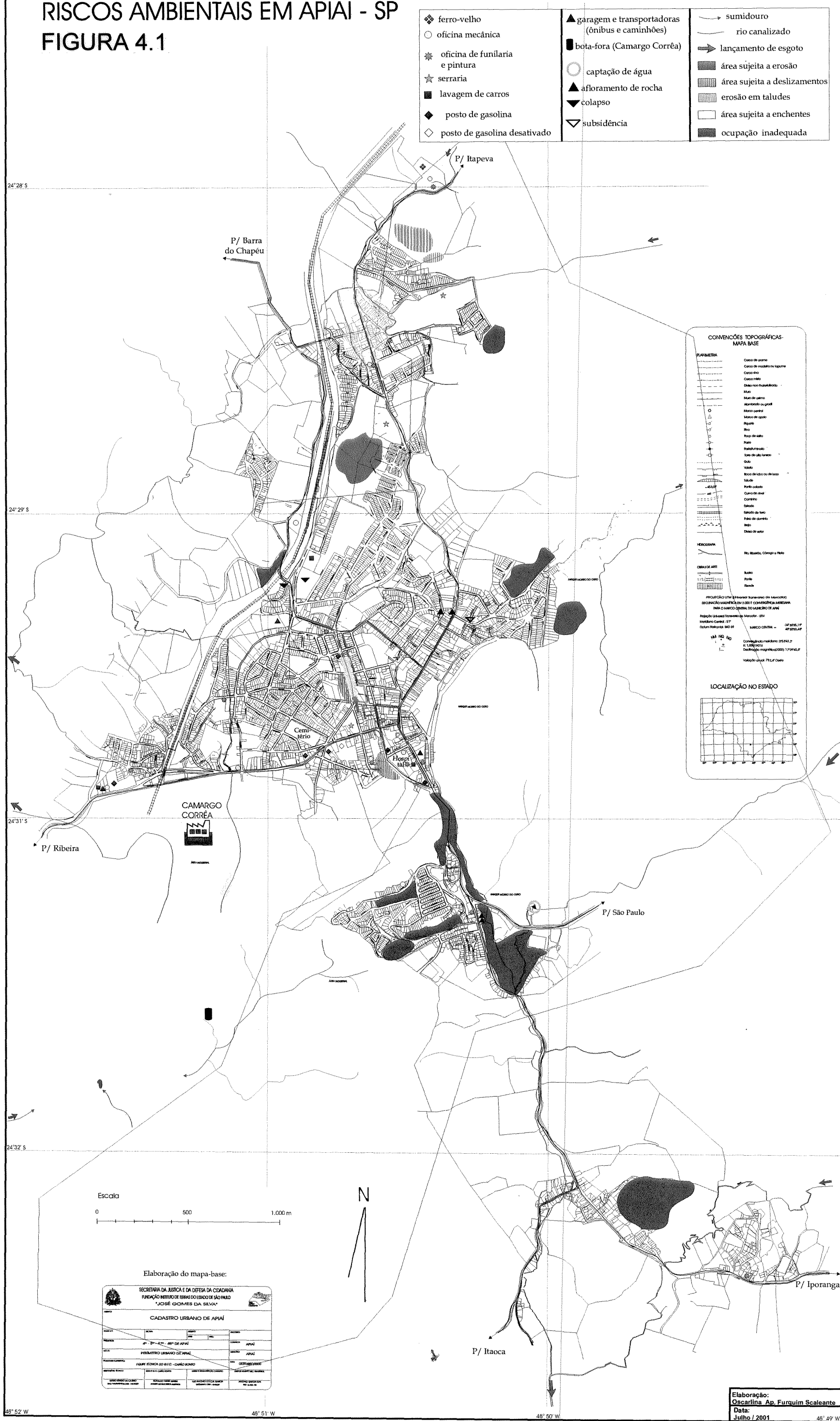
Fonte: imagem de satélite referente ao pôster comemorativo dos 40 anos do parque (1958-1998). Governo do Estado de São Paulo. Instituto Florestal IF/98.
Elaboração: O. Ap. Furquim Scaleante
Desenho: V. F. Scaleante dez/2001

IV. RISCOS AMBIENTAIS

4.1 Descrição do mapa de riscos

Lembrando que riscos são ameaças ao bem-estar das pessoas que vivem, trabalham ou passam por determinados lugares, como estradas; também produtos agroquímicos que são utilizados na lavoura provocando agressões ao meio ambiente, dentre outros, conforme já definido anteriormente, diversos riscos foram detectados no município de Apiaí e constam da figura 4.1. Referem-se aos problemas observados e plotados pelas equipes de trabalho citadas no capítulo II 2.2.9.

RISCOS AMBIENTAIS EM APIAI - SP
FIGURA 4.1



Os resíduos que significam ameaça direta às águas superficiais são provenientes de:

- 5 garagens de ônibus, incluindo a da Prefeitura, que se localiza ao lado de um dos principais rios do município, o Tijuco;
- 9 postos de gasolina com área de lavagem e troca de óleo, sendo que seus efluentes, sem qualquer tratamento, se destinam a fossas não impermeabilizadas;
- 27 oficinas mecânicas e 13 funilarias/pintura, muitas com lavadoras de peças próximas a cursos d'água e as demais com seu esgoto correndo a céu aberto;
- 4 lavadoras de carros e/ou caminhões na área da sub-bacia 2 Tijuco;
- 1 ferro-velho nessa mesma região;
- 1 depósito de carvão coque a céu aberto no interior da empresa Camargo Corrêa, já saturado e com um escoamento constante de líquido escuro, também a céu aberto, extrapolando os limites da fábrica em direção à rodovia Apiaí/Ribeira, desembocando em um dos tributários do rio Tijuco;
- 1 bota-fora da Camargo Corrêa em áreas de nascentes da sub-bacia 3 Cárstica;
- no mínimo umas dez áreas de ocupação inadequada (margens de rios e encostas);
- vasta área sujeita a enchente a norte da zona urbana;
- 2 áreas sujeitas a deslizamentos: uma próxima ao hospital e outra em frente à Prefeitura;
- 1 hospital com esgoto sem tratamento despejado no curso d'água afluente do ribeirão Palmital;
- 1 lixão a céu aberto, que não é bem operado tecnicamente, com presença constante de urubus e cujo chorume percola para a sub-bacia 2 Tijuco, provocando sérios problemas para as comunidades a jusante, conforme documentado no jornal “APIAÍ DIZ”, anexo 2. De acordo com a reportagem, não apenas o chorume, mas também grande quantidade de lixo sólido desce do lixão de Apiaí, além de óleo proveniente de postos de gasolina e oficinas mecânicas.

No centro da cidade há dois trechos de cursos d'água canalizados, que recebem esgoto: o córrego do Ouro até o cruzamento com a rua da Biquinha (sub-bacia 1 Palmital) e o córrego do Fundão (sub-bacia 2 Tijuco), cujas nascentes já foram canalizadas, também recebendo esgoto doméstico.

O cemitério da cidade, segundo informação do responsável técnico, Marcos, faz 95% dos seus sepultamentos por inumação (caixão colocado em cova rasa) e o restante por entumescimento

(túmulo de concreto). Cemitérios significam riscos ao meio ambiente e à saúde quando seus dejetos e microorganismos provenientes dos cadáveres contaminam as águas subterrâneas, conforme pesquisas realizadas pelo CEPAS, Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas, do Instituto de Geociências da USP, São Paulo. O Código Sanitário Estadual, de 1978, contém a principal legislação sobre a implantação de necrópoles, visando à proteção ambiental e à saúde pública.

Há pelo menos 3 pontos críticos de erosão: um no bairro Pinheiros, o segundo na pista de *motocross* e o terceiro na estrada Apiaí/Iporanga.

4.2 Suscetibilidades e potencialidades

Os riscos registrados no mapa da figura 4.1 estão relacionados com aspectos do meio natural, que são descritos a seguir.

4.2.1 Erosão/assoreamento

Segundo SALOMÃO et al (1995), os processos erosivos são deflagrados muitas vezes em função da ocupação do solo, em seguida comandados por fatores naturais relacionados com os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, com forte influência do clima e da vegetação da região. Ocorre de forma laminar ou em sulcos e o desenvolvimento de ravinas e boçorocas levam à perda de milhares de metros cúbicos em pouco tempo. Desta forma, as terras férteis são perdidas e parte dos sedimentos originados da erosão podem se depositar nas vertentes destruindo solos férteis; outra parte desses sedimentos atinge fundos de vales provocando assoreamento de cursos d'água e concentração de poluentes químicos.

A topografia do terreno influencia na erosão principalmente pela declividade e comprimento de encosta, fatores que interferem diretamente na velocidade das enxurradas.

As propriedades físicas do solo, como textura, permeabilidade, estrutura, densidade, características químicas, biológicas e mineralógicas, conferem maior ou menor resistência à ação da água, exercendo diferentes influências na erosão. Outro aspecto importante a considerar é a espessura do solo: os solos rasos se encharcam rapidamente, favorecendo o surgimento de enxurradas. Essas características do solo analisadas conjuntamente vão lhe conferir maior ou menor erodibilidade.

A água da chuva provoca erosão pelo impacto das gotas no solo e pelo escoamento das enxurradas. A ação erosiva da chuva depende da distribuição pluviométrica no tempo e no espaço e de sua intensidade. As pancadas fortes ou chuvas torrenciais são as que mais agredem provocando erosão.

A cobertura vegetal se constitui na defesa natural dos solos contra a erosão, protegendo contra o impacto direto das gotas, dispersando e diminuindo a energia do escoamento superficial, aumentando a capacidade de infiltração de água no solo (as raízes dão porosidade ao solo) e aumentando a capacidade de retenção de água no solo (matéria orgânica produzida e incorporada).

No mapa de riscos, figura 3.16, a área sujeita a erosão se localiza na região central da cidade, sobre rochas calcárias (alta solubilidade), com solos do tipo CX29 Cambissolos Háplicos (erodibilidade alta), de onde já foi retirada a vegetação, correspondendo aos topos dissecados do Baixo Planalto (figura 3.4).

4.2.2 Enchentes

Ocorrem em longos trechos marginais e na confluência dos córregos 8-Campo Bonito, 9-Água Grande e 10-Estiva, região mais rebaixada, correspondendo a depósitos aluvionares e coluviões, solos CX29 Cambissolos Háplicos, sub-unidade Fundos de vale do Baixo Planalto (figura 3.4)

4.2.3 Áreas sujeitas a deslizamentos

Na região central da cidade há duas áreas sobre rochas calcárias, solos do tipo CX29 Cambissolos Háplicos, sub-unidade Topos dissecados das unidades topomorfológicas Alto e Baixo Planalto sujeitas a deslizamentos.

4.2.4 Áreas de ocupação inadequada

Estas se concentram na entrada do município (vindo de Guapiara), sub-unidade Fundos de vale do Alto Planalto (figura 3.4), substrato rochoso de metassedimentos argilosos ... (cor marrom da figura 3.6), RL13 Neossolos Litólicos; nessa mesma área; há ocupação em encostas na sub-unidade Topos dissecados, ainda do Alto Planalto (fig. 3.4); mesma litologia e solos CX 29 Cambissolos Háplicos.

Também ocorrem na sub-unidade topomorfológica Fundos de Vale do Planalto do Ribeirão Palmital (bairro Palmital), sobre gabros, solos do tipo LVA43 Latossolos Vermelho-amarelos.

E ainda nas encostas do Morro do Ouro, igualmente sobre metassedimentos, solo tipo CX29 Cambissolos Háplicos, na unidade topomorfológica Alto Planalto.

4.2.5 Afundamentos de terreno por processos cársticos

Um aspecto peculiar relativo a riscos ambientais no perímetro urbano de Apiaí é o de colapso em terrenos cársticos, conforme relatório do IPT a seguir:

RELATÓRIO Nº 31.403

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE DO TERRENO PARA EDIFICAÇÃO NO LOTE Nº 67, NA RUA ISIDORO ALPHEU SANTIAGO, APIAÍ, SP. DIGEO/1993
PREFEITURA MUNICIPAL DE APIAÍ**

geólogo: Valdir Akihiko Nakazawa (coordenador)

técnico: Benedito Nachbal

27 e 28 de maio de 1993 - vistoria a pedido da Prefeitura Municipal de Apiaí

Ofício 365/93 - GP/PMA em área afetada por colapso do solo com formação de uma cratera no interior do lote nº 67 da rua Isidoro Alpheu Santiago

As presentes conclusões se agregam ao diagnóstico e às recomendações já emitidas para a Prefeitura em 18/02/91.

Reavaliação das condições do terreno para edificação de moradia no referido lote até o fenômeno de colapso de solo ocorrer em abril/90.

Colapso em decorrência da evolução de cavidade subterrânea pré-existente tanto na rocha carbonática que constitui o embasamento local, quanto na camada de solo que cobre tais rochas.

DIAGNÓSTICO - Colapso em abril de 1990

Cratera com diâmetro de 5m. e 7m. de profundidade, com presença no fundo de calcário com nítidas feições de dissolução

As paredes da "cratera" são verticais e constituídas por entulho e lixo - com 4m. de espessura - sobrejacente a um solo vermelho argiloso

O lote foi implementado através de corte do terreno em cuja superfície original já existia uma cavidade semelhante a um poço

Após a implantação do lote, as casas vizinhas lançavam as águas servidas na cavidade através de tubos

Lançando-se água com cal na "cratera", verifica-se a sua ressurgência a 100m. a jusante, através da garagem da Prefeitura

Constatou-se a existência de depressões e cavidades no entorno, além de calcário aflorante com feições de dissolução na faixa de domínio da ferrovia, a menos de 100 m. da "cratera".

As cavidades na rocha carbonática formam-se por dissolução de seus minerais constituintes em consequência da percolação de águas ácidas. Este processo é natural e de evolução muito lenta.

Depois de formadas essas cavidades na rocha, parte do solo sobrejacente pode migrar para elas e produzir, por sua vez, cavidades no próprio solo, criando uma situação de estabilidade precária, pois estes tendem a evoluir em direção à superfície, manifestando-se na forma de abatimentos bruscos (os colapsos) ou lentos (as subsidências).

No desenvolvimento das cavidades na camada de solo sobrejacente às rochas carbonáticas, o uso e a ocupação do solo têm importância capital, pois tendem, quase sempre, a acelerar a velocidade da evolução das cavidades em direção à superfície.

Quando essas cavidades em solo situam-se abaixo do nível d'água (superfície freática), quaisquer alterações relativas à água subterrânea, como rebaixamentos, alteamentos, mudanças de fluxo, direção ou velocidade, associadas a ações como exploração de água subterrânea por poços profundos, rebaixamentos do nível d'água por obras civis ou mineiras, implantação e operação de reservatórios, etc., tendem a acelerar os processos que resultam em colapsos e/ou subsidências.

Já quando estas cavernas se situam na interface solo saturado / solo não-saturado ou mesmo acima do nível d'água, assumem importância no desenvolvimento final desses fenômenos as infiltrações de água que em área urbana podem estar associadas a fossas, vazamentos na rede de água ou de esgoto, galerias pluviais etc.

No caso em questão, as cavidades na interface solo/rocha situam-se acima do nível d'água e tiveram sua evolução acelerada pelas águas servidas lançadas no pequeno "sumidouro" existente mesmo antes da terraplenagem do lote. Tais águas tiveram a função de remover e transportar o solo

para as cavidades na rocha ou para o córrego a jusante, onde as águas ressurgem. Também podem ter colaborado com o desenvolvimento do colapso as águas servidas provenientes da Estação Rodoviária, que são lançadas em um ponto a montante do lote, na mesma rua, e que se infiltram por entre as rochas carbonáticas situadas a menos de 2 metros de profundidade naquele local, segundo informações de moradores.

No período entre a primeira (04/09/90) e a segunda (27/05/93) vistorias, houve, aparentemente, apenas uma evolução lateral da "cratera", devido à instabilidade das paredes verticais que estas apresentavam inicialmente.

Não foram realizadas investigações complementares com a finalidade de identificar outras cavidades subterrâneas na área do lote ou adjacências.

A área do lote apresenta no substrato rochas carbonáticas com feições de dissolução e cavidades capeadas por uma camada de solos com espessura de 7m. Não se observou a presença do nível d'água ou mesmo fluxos d'água no fundo da "cratera".

RECOMENDAÇÕES

Não permissão para construção de moradias no referido lote. Isso em face da possibilidade de existência de outras cavidades subterrâneas que vierem a desenvolver colapsos à superfície ou até mesmo subsidências lentas, mas igualmente destrutivas. Além disso, tais fenômenos (colapsos e subsidências), caso se confirme a ocorrência de cavidades subterrâneas na área do lote, são de difícil previsibilidade no tempo.

Decorridos 3 anos do desencadeamento do colapso, embora não se tendo uma evolução do mesmo ou surgimento de outros, pode-se dizer que as condições que permitiram a ocorrência do primeiro estão presentes no local.

A edificação de moradia no lote está portanto ligada à caracterização dessas feições, basicamente de cavidades subterrâneas em solo, no restante do lote, uma sondagem a percussão no interior do lote, com o objetivo de se caracterizar a ocorrência dessas cavidades. Estas se configurarão, caso ocorram uma ou mais das seguintes situações durante a sondagem: perda total ou parcial significativa de água de circulação, redução brusca de resistência à penetração, avanço facilitado ou mesmo queda livre do equipamento de perfuração.

Caso se confirme a presença de cavernas na camada de solo do restante do lote, recomenda-se a não ocupação por moradia, muito mais pelo altíssimo custo das obras necessárias para

consolidação do terreno, do que pelo risco inerente, uma vez que, na situação específica de pequena espessura da camada de solo (7m.), e ausência do nível d'água, pode-se atingir um nível aceitável de segurança com obras adequadas de engenharia. Caso não se identifiquem cavidades subterrâneas na camada de solo, pode-se construir neste. Não se pode, entretanto, garantir que novos colapsos ou subsidências não venham a ocorrer, comprometendo-se não apenas a edificação, mas o terreno sob e adjacente a este.

Como consequência desta situação configurada no lote 67 e da identificação de afloramentos de rochas carbonáticas e cálcio-silicática na área urbana do município e do distrito de Araçaíba, recomenda-se a execução de um trabalho mais detalhado em toda a área do município.

Não permitir qualquer lançamento de efluentes no local

Preencher a "cratera" de modo a não produzir trincas que pudessem danificar as moradias vizinhas

Não permitir a construção de moradia no lote

Elêtuar um levantamento detalhado da área urbana visando identificar situações de risco ao desenvolvimento de novos colapsos e estabelecer as necessárias medidas de enfrentamento, ressaltando-se que se trata de área urbana em expansão contendo equipamentos públicos importantes, como a nova Estação Rodoviária.

"Vale dizer que as cavidades em solos nos carstes cobertos podem passar por períodos de estagnação em seu desenvolvimento, porém, a curto, médio ou longo prazos, têm como único destino natural o desaparecimento por acomodação dos solos em inevitáveis afundamentos em superfície." (conforme relatório do IPT nº 25.053 - volume I - Diagnóstico do abatimento do terreno em Cajamar-SP e definição de medidas e diretrizes para a redução do problema. Fase II, 1987, 3 volumes).

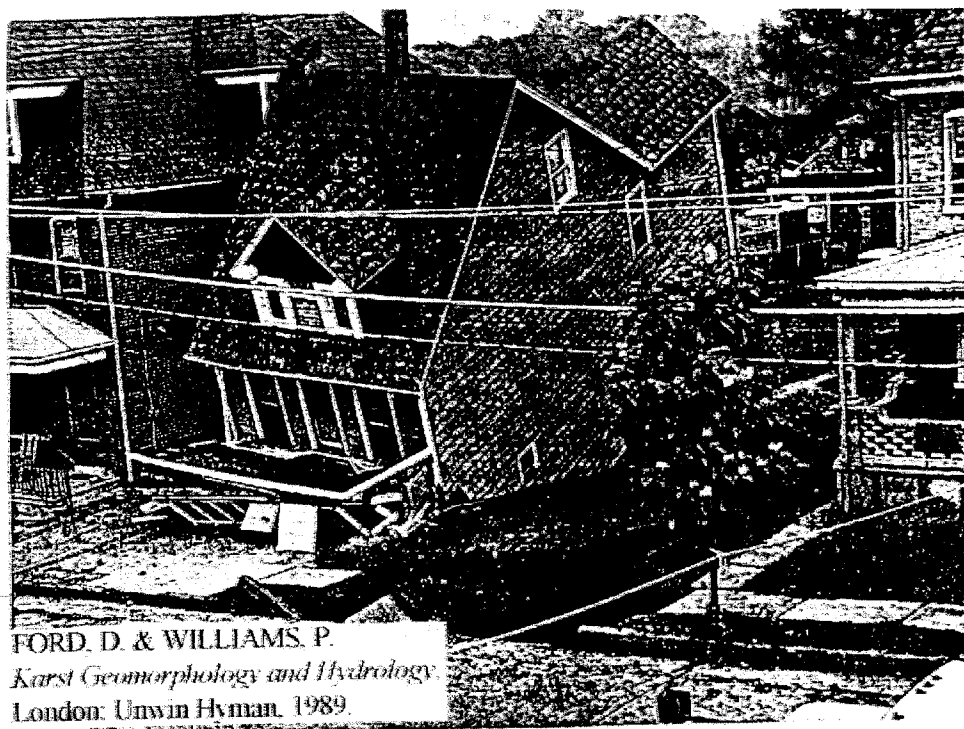
O relatório do IPT acima descreve um tipo de risco ambiental natural com interferência da ação antrópica. A seguir, uma explicação detalhada de como ocorrem tais fenômenos, como uma maneira de compreendê-los para evitá-los:

1. O QUE SÃO E ONDE OCORREM OS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS CÁRSTICOS

Segundo o Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, geotecnia vem a ser o estudo das propriedades dos solos e das rochas em função de projetos de engenharia, enquanto o termo

"áreas cársticas" ou carste é entendido, conforme texto na Internet GGEO / USP, como paisagens desenvolvidas sobre rochas solúveis, sendo este relevo integrante do sistema cárstico, definido geomórfica e hidrologicamente como um conjunto de formas em superfície relacionadas com desenvolvimento de rotas de fluxo da água subterrânea através de condutos.

Os problemas geotécnicos do carste mantêm intrínseca relação com a água, mais especificamente com alterações de seu nível, oscilações estas geralmente deflagradoras desses fenômenos, os quais "envolvem danos aos equipamentos públicos e privados, além do risco de perda de vidas humanas." (NAKAZAWA et alii, 1995).



FORD, D. & WILLIAMS, P.
Karst Geomorphology and Hydrology.
London: Unwin Hyman, 1989.

Figure 11.7 Subsidence of a dwelling house into a collapse sinkhole in soil mantling epikarst, New Jersey. The displacement occurred in three-four hours. Photo by Rick Rader, Philipburg, NJ, by permission.

A retirada de apoio sob o carste induz ao movimento de massa centrípeto, correspondente aos problemas geotécnicos em carste, discutido em dois aspectos: subsidiências, que são caracterizadas por afundamentos lentos, e colapsos, caracterizados por afundamentos bruscos (JENNINGS, 1985), desenvolvendo-se como reflexos em superfície da dissolução do substrato rochoso carbonático.

Os afundamentos podem ainda se desenvolver de maneira natural através de rebaixamentos acentuados dos níveis potenciométricos dos aquíferos, oscilações freqüentes desses níveis, infiltração concentrada de água no solo; ou ser acelerados ou deflagrados por ações próprias do uso do solo, principalmente aquelas que resultam em alterações na dinâmica e nas características da circulação das águas subterrâneas (IPT- publicação nº 2089, 1994).

De acordo com esta mesma publicação do IPT, os afundamentos cársticos ocorrem em substratos constituídos por rochas carbonáticas, tipo calcário, mármore ou carbonatito, com ou sem cobertura correspondente a solos; ou em substratos constituídos por dolomitos e calcio-

silicáticos ou por calcários e mármore em corpos restritos, intercalados em litologias não-solúveis; e ainda em carste coberto, cujos relevos diversificados mascaram o carste.

2. CASOS DE AFUNDAMENTO CÁRSTICO NO BRASIL

Há eventos de afundamentos cársticos em vários locais das regiões carbonáticas do Brasil, conforme mapa a seguir (KARMANN, SÁNCHEZ, 1979), com ocorrências mais expressivas, quando em território paulista, no Vale do Ribeira, na RMSP, e na região de São Roque / Votorantim (IPT- publicação nº 2089, 1994).

O anexo 1 corresponde ao relatório técnico de Cajamar (OLIVEIRA et al, 1998).

INICIAÇÃO, também durando milhões de anos, quando se dão o início e o incremento da permeabilidade secundária, com a instalação de uma rede de condutos interconectados, sendo que as interconecções têm normalmente eficiência hidráulica maior. Muito importante nesta fase é a observação dos padrões estruturais da rocha (calcário maciço é menos solúvel que um estratificado), das características litológicas e composicionais (calcário puro é mais solúvel que o impuro); do gradiente hidráulico e disponibilidade de água. Nesta fase o processo predominante é o de corrosão. A permeabilidade cresce, há um rebaixamento de nível d'água, com várias tentativas de formação de condutos no freático e subsequente abandono dos mesmos dado o rebaixamento da superfície freática. Há o estabelecimento de protocondutos, definem-se rotas de fluxo preferenciais, a rota preferencial conecta o ponto de injeção com o de saída e o rio na superfície entalha seu leito.

DESENVOLVIMENTO, com a instalação de um fluxo turbulento em parte do sistema de condutos, uma queda rápida da superfície freática, a ampliação da zona vadosa, o abandono de condutos superiores, incisão (modificação no padrão primário de condutos), coexistindo os dois processos, corrosão e erosão mecânica.

Para que ocorra espeleogênese, algumas condições são necessárias, tanto geológico-estruturais como externas. A seguir, citamos as principais delas:

- existência de rochas solúveis em pacotes contínuos e espessos na superfície ou próximo desta, com pureza mínima de 80%, de modo a deixar um mínimo de resíduos insolúveis para manter os interstícios de dissolução abertos
- alta densidade da rocha, a qual deve se apresentar maciça e cristalina, com elevado grau de diaclasamento (juntas e fraturas) e acamamentos em estratos delgados (alta permeabilidade primária).
- altos gradientes hidráulicos, com vales profundos e entrincheirados para a água se infiltrar e descer entalhando na rocha.
- cota pluviométrica de moderada a alta durante longos períodos de tempo geológico.

4. CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS E SUBSUPERFICIAIS DO CARSTE

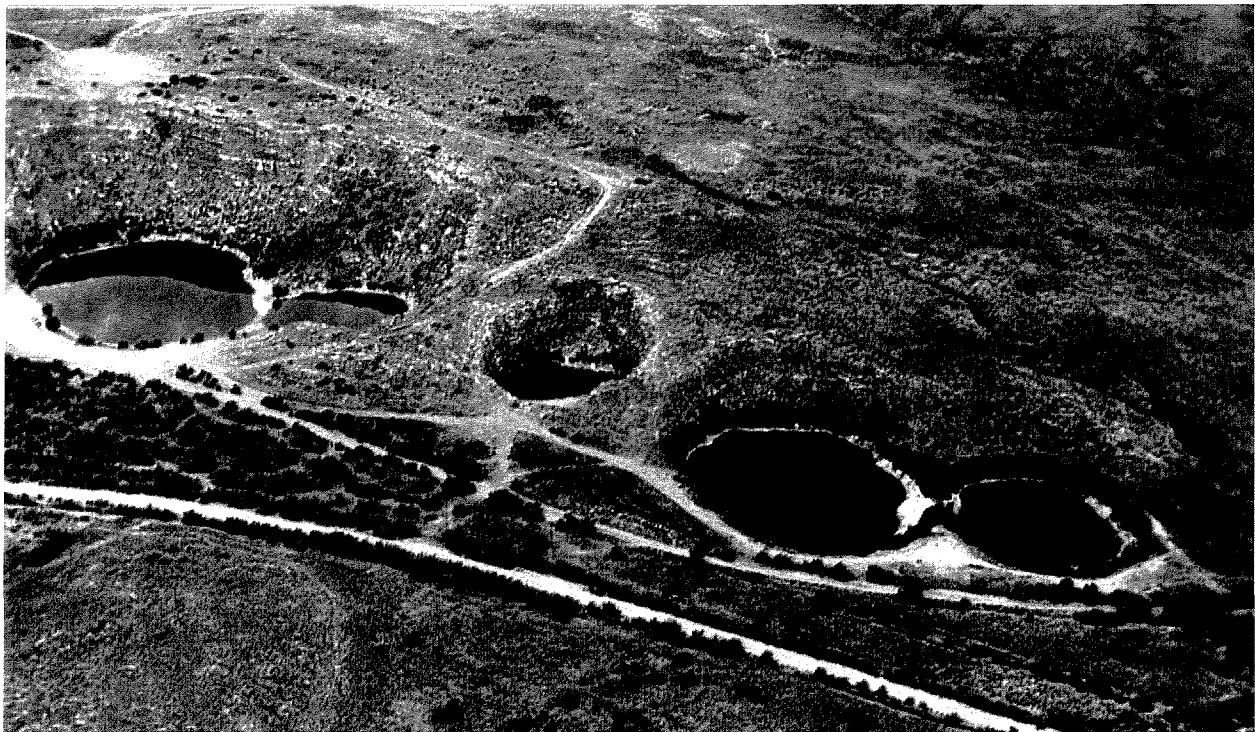
Como detalhado no item 3, a rocha calcária pelas suas características químicas permite a ação da água como agente de dissolução, criando e desenvolvendo o alargamento de fraturas.

com a abertura de grandes espaços ou condutos, por onde se dá a circulação da água (FORD & WILLIAMS, 1992).

Desta forma, conclui-se que um carste perfeito não apresenta drenagem superficial e sua hidrologia possui características peculiares como: anisotropia (mudança de propriedades conforme a direção tomada), nível d'água muito variável, condutividade hidráulica alta e muito variável também, alta velocidade do fluxo, com tempo de residência curto e rotas de fluxo condicionadas a condutos.

Procurando relacionar os aspectos da paisagem com as estruturas subterrâneas do carste, PESSOA (1994) constata que as feições cársticas denominadas dolinas, quando alinhadas, podem indicar os principais caminhos de fluxo subterrâneo, inclusive zonas de fraturamento em subsuperfície. Abaixo, um alinhamento de dolinas que provavelmente indica rota de fluxo d'água ou zona de fraqueza da rocha em subsuperfície:

MURCK, Barbara W.; SKINNER, B.J.; PORTER, S.C. Environmental Geology, 1996.



Outro estudo elaborado neste sentido foi o de OGDEN et alii (1989), com figura de localização da área de estudo abaixo, segundo o qual cavernas e dolinas desenvolvem-se

preferencialmente ao longo de juntas e fraturas de rochas mais puras, com dobramentos e grandes inclinações, quando comparadas àquelas dispostas horizontalmente e de menor pureza composicional; os eixos longos de dolinas estão relacionados com as orientações de cavernas, tendo sido calculada a densidade de dolinas relativa a uma determinada formação geológica, de modo a se obter o potencial dessa mesma formação. A hipótese testada e confirmada foi de que as orientações de cavernas e dolinas relacionam-se com as zonas de fraqueza da rocha, expressas em juntas e direções de fotolineamento.

4.2.6 Agrotóxicos

Um dos sérios problemas de riscos ambientais em Apiaí é o uso de produtos agroquímicos na lavoura de tomate. São usados quarenta tipos desses produtos na lavoura, entre inseticidas, fungicidas, acaricidas e bactericidas (Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura e Abastecimento, Instituto de Economia Agrícola, 1997). Além de provocar contaminação no ambiente, esses produtos acarretam sérios riscos à saúde do agricultor, pela sua manipulação. Muitas vítimas são crianças que a escola manda para o hospital quando não passam bem.

Um levantamento efetuado em diferentes trechos de rios que atravessam o PETAR constatou a existência de pesticidas nos peixes, na água e nos sedimentos dos rios Betari, Iporanga e Pilões.

Esses rios têm suas nascentes no município de Apiaí, onde há grandes áreas de desmatamento destinadas à lavoura de tomate principalmente.(ELFVENDAHL, 2000). – Figura 3.15

Outro importante estudo sobre a questão foi feito por POLTRONIÉRI (1997), que identifica áreas de risco de uso de praguicidas no estado de São Paulo no período de 1992 a 1994. De acordo com essa pesquisa, a região de Sorocaba aparece em primeiro lugar quanto ao número de casos por intoxicação por praguicidas.

V. RESULTADOS

5.1 Quadro natural

O resultado descrito a seguir foi baseado na sobreposição dos mapas elaborados nesta pesquisa, a partir das unidades estabelecidas no mapa topomorfológico, figura 3.4, cuja análise e interpretação fundamentam o produto final desta pesquisa, a carta-síntese de uso do solo.

UNIDADE I Alto Planalto

Compõe-se de duas sub-unidades, Topos dissecados e Altas Vertentes, com altitudes entre 900 a 1.060 metros.

Topos dissecados - esta sub-unidade apresenta os pontos mais altos de toda a área de estudo, localizados nas partes oeste, central, norte e nordeste da unidade, com altitudes superiores a 1.000 metros, funcionando como divisores de água da densa rede de drenagem. A inclinação desta sub-unidade é maior que 40% e o substrato rochoso compõe-se de quartzitos e meta-arenitos (cor verde na figura 3.6) próximo à Falha do Palmital; metassedimentos argilosos ... (cor marrom na figura 3.6) a oeste da unidade e também a noroeste, ao longo da Falha do Alto Planalto; e granito a nordeste da unidade.

Altas Vertentes – a presente sub-unidade do Alto Planalto possui vertentes com declividades de 30 a 40% sobre rochas quartzíticas e meta-areníticas (cor verde da figura 3.6) em uma faixa ao sul, seguida de vasta área de metassedimentos argilosos e siltsos ... (cor marrom da figura 3.6) até a Falha Água Grande, a partir de onde se inicia uma faixa no extremo nordeste de rochas graníticas; novamente os metassedimentos argilosos e siltsos ... aparecem a noroeste da área de estudo, ao longo da Falha do Alto Planalto.

UNIDADE II Baixo Planalto

Compõe-se de três sub-unidades, Topos dissecados, Baixas Vertentes e Fundos de Vale, com altitudes de 850 a 950 metros, portanto, mais baixo em relação ao Alto Planalto, com expansão urbana ao norte nas áreas mais aplainadas.

Topos dissecados – são pontos com litologia mais resistente à erosão e encontram-se na parte central da unidade, onde atingem 920 metros, diminuindo a oeste (830 metros). Também se mostram como divisores de água, com vertentes de declividade variando entre 20 a 30%. Esta

sub-unidade, em termos litológicos, é formada por granitos e calcários (cores vermelha e azul, respectivamente, da figura 3.6) a centro-leste da unidade II.

Baixas vertentes – esta sub-unidade representa a maior parte da unidade, com altitudes de 780 a 920 metros, vertentes com inclinações de 10 a 20%, apresentando uma litologia de calcário seguido de metassedimentos argilosos ... e granitos (figura 3.6, azul, marrom e vermelho) ao sul, sendo que os granitos continuam se estendendo até a parte central da unidade II, aí se iniciando uma intercalação de metassedimentos argilosos em contato com calcário a leste desta unidade. Os metassedimentos se prolongam para norte até que, encontrando granito em faixa mais estreita a leste, na altura da Falha Estrada Barra do Chapéu, ambos seguem paralelamente até quase o limite norte da área de estudo, onde existe estreitíssima faixa da unidade anterior, Alto Planalto.

Fundos de vale – correspondendo à parte central da Unidade II Baixo Planalto, são terraços a 855 metros de altitude que coalescem com várzeas, invadidas pela expansão urbana desordenada, planícies de inundação. A declividade nestas áreas é menor ou igual a 10%. Apresentam-se como depósitos aluvionares e coluviões ao longo da confluência dos córregos Maria Clara e Fundão, região central da sub-unidade; e em toda porção centro-norte da área de estudo, ao longo de cursos d'água como Água Grande, para além de sua confluência com o córrego da Estiva, córrego dos Pinheiros e seus tributários, córrego Campo Bonito e seus afluentes da margem esquerda.

UNIDADE III Planalto do Ribeirão Palmital

Formado também de três sub-unidades, Topos dissecados, Baixas Vertentes e Fundos de Vale, com altitudes de 750 a 1.050 metros, sendo que as altitudes predominantes são de 820 a 950 metros, localizando-se a sul, sudeste e sudoeste da área de estudo, com um substrato rochoso representado por gabros (cinza na figura 3.6) em sua maior parte.

Topos dissecados – topos de interflúvio com litologias mais resistentes à erosão, altitudes de 850 metros a sudeste e 1.050 metros a sudoeste da terceira unidade, com vertentes de inclinação entre 20 a 30%.

Baixas vertentes – são maioria na unidade III, com 797 a 1.000 metros de altitude, declives de 10 a 20%, correspondendo a áreas de crista ao sul, que sofreram a expansão urbana do município. Com respeito ao aspecto litológico, em direção a oeste tem-se uma faixa de metassedimentos argilosos ... (cor marrom da figura 3.6), seguida de calcário, com áreas de

maiores proporções que a rocha anterior, onde ocorrem feições cársticas como dolinas, sumidouros, ressurgências e cavernas ao longo da Falha do Córrego Água Limpa. Em reduzida área no extremo sul, repetem-se os metassedimentos argilosos e siltosos ...

. Fundos de vale – são terraços de depósitos aluvionares e coluviões com altitudes menores que 780 metros, que coalescem com várzeas constantemente encharcadas e sujeitas a enchentes. Estão localizadas às margens de todos os cursos d'água locais, como ribeirão Palmital e seus tributários, além do córrego das Pedras. Estas áreas, com inclinações menores que 10%, são invadidas pela expansão urbana desordenada.

UNIDADE IV Planalto do Oeste

A oeste da área de estudo, esta é a mais baixa de todas as outras unidades, com 670 a 1.015 metros de altitude, mas com predominância de altitudes entre 700 a 800 metros. É formada por duas sub-unidades, Topos dissecados e Baixas Vertentes, e possui formação rochosa granítica.

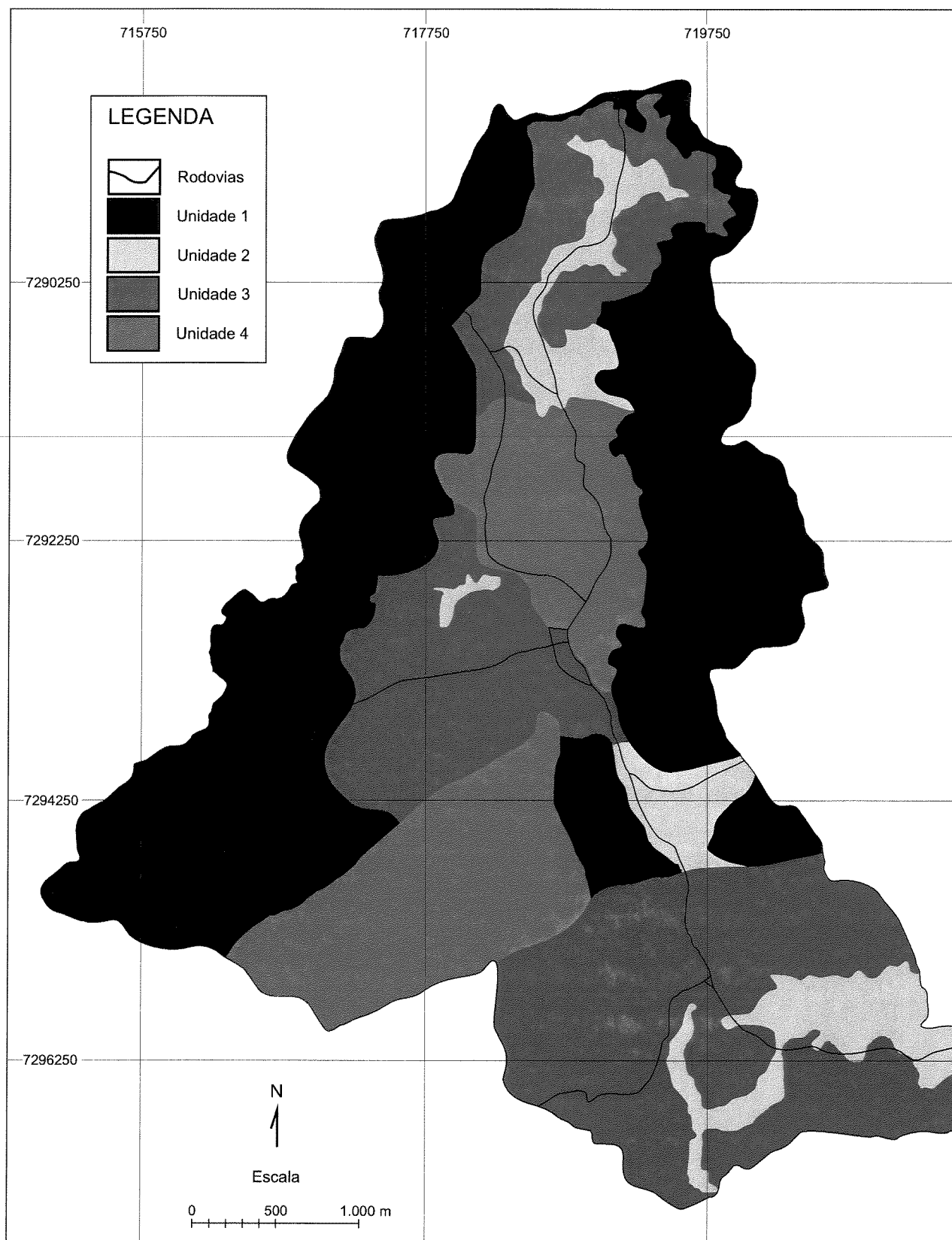
Topos dissecados – sempre a leste da sub-unidade, têm até 1.015 metros de altitude. Aqui os divisores de água nem sempre estão nas maiores altitudes. As vertentes têm mais de 40% de inclinação.

Baixas vertentes – correspondem às áreas não incluídas na sub-unidade anterior, onde existem também fundos de vales. As altitudes variam de 670 até 1.000 metros e as vertentes possuem declividades de 30 a 40%.

5.2 Carta-síntese de uso do solo

A seguir, a figura 5.1 nos apresenta um zoneamento da área urbana do município de Apiaí baseado no cruzamento dos dados de todos os mapas temáticos elaborados e o uso já estabelecido.

FIGURA 5.1: Carta-Síntese de Uso do Solo



Fonte: Mapa-Base (PROSPEC, Levantamentos Prospecções e Fotoaerometria S.A. - D.A.E.E. Região da Serra de Paranapiacaba, fl. T-10, U-10, V-10, ano 1957).
Elaboração: O. Ap. Furquim Scaleante
Desenho: V. F. Scaleante

agosto/2001

Tabela 5.1

UNID.	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	DECLIVIDADE	SOLOS	USO	RISCOS
1	GRANITOS METASSEDIMENTOS ARGILOSOS/ SILTOSOS	Morros com altas vertentes	$\geq 40\%$	CX29 Cambissolos Háplicos LVA43 Latossolos Vermelho-amarelos	Área restrita a ocupação, pode haver problemas com rolamento de matacões, deslizamentos naturais ou causados por acúmulo de lixo	Deve-se analisar a profundidade do solo antes de fazer edificações, disciplinar o escoamento superficial de água e a coleta de lixo
2	Depósitos aluvionares e coluviões	Planícies aluvionares	$\leq 10\%$	CX29 Cambissolos Háplicos LB2 Latossolos Brunos	Concentração de águas pluviais, enchentes e assoreamentos	Implantar sistemas de disciplinamento da água, estabelecer sistema eficiente de coleta de lixo, evitar ocupação nas áreas de inundação
3	Gabros Granitos	Áreas aplainadas com baixas vertentes	10 a 20%	LB2 Latossolos Brunos LVA43 Latossolos Vermelho-amarelos	Área de topografia Branda, com possibilidade de ocupação, mas com disciplinamento das águas	Analisar profundidade do solo antes de fazer edificações, lixões ou cemitérios.
4	Calcários	Planícies e morros com baixas vertentes	$\leq 10\%$	CX29 Cambissolos Háplicos	Feições cársticas (dolinas, sumidouros, ressurgências, cavernas)	Desenvolvimento de processos de colapsos e subsidências. Seguir recomendações técnicas

5.3 Recomendações

MINERAÇÃO

A atividade mineradora em regiões cársticas devem ser precedidas de estudos complexos sobre a área, pois podem causar danos ao escoamento sub-superficial da rede de drenagem, obstruindo o fluxo normal da água. Tal fato pode ocasionar o desaparecimento de cavernas e a deformação do relevo característico do carste.

LIXÃO

O lixão da Prefeitura de Apiaí, situado a sudoeste do município, encontra-se em local indevido, pois a área possui uma grande quantidade de nichos de nascentes que correm o risco de se contaminar com a deposição de rejeitos de origens diversas.

Em termos de litologia também há que se rever a situação do lixão, pois ele se encontra sobre granitos, onde os solos são do tipo CX29 Cambissolos Háplicos, impróprios para aterros sanitários.





BOTA-FORA DA CAMARGO CORRÊA

Também se encontra em local inadequado, sobre calcário, um tipo de rocha que favorece contaminação do lençol freático, sendo equiparável à contaminação superficial das águas.

DEPÓSITO DE CARVÃO DA CAMARGO CORRÊA

Providências imediatas deveriam ser tomadas, pois além de ser esteticamente inadequado, os resíduos estão sendo carreados para o rio Tijuco, colaborando para aumentar sua carga poluidora.

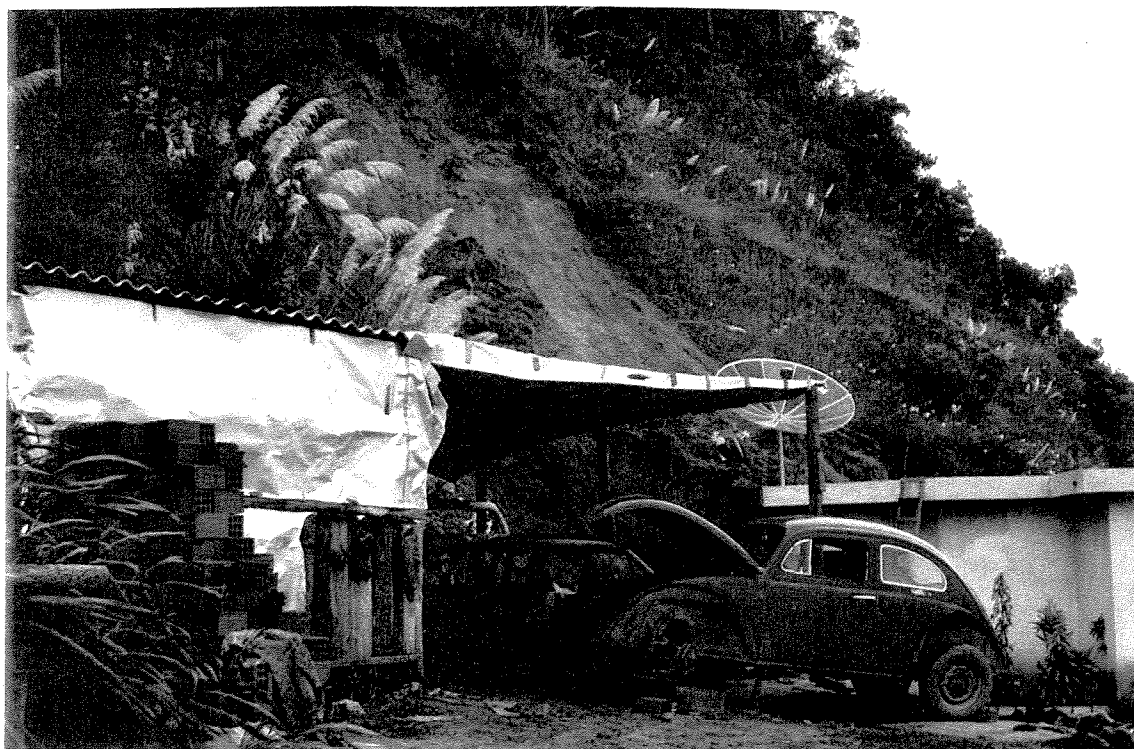
CEMITÉRIO

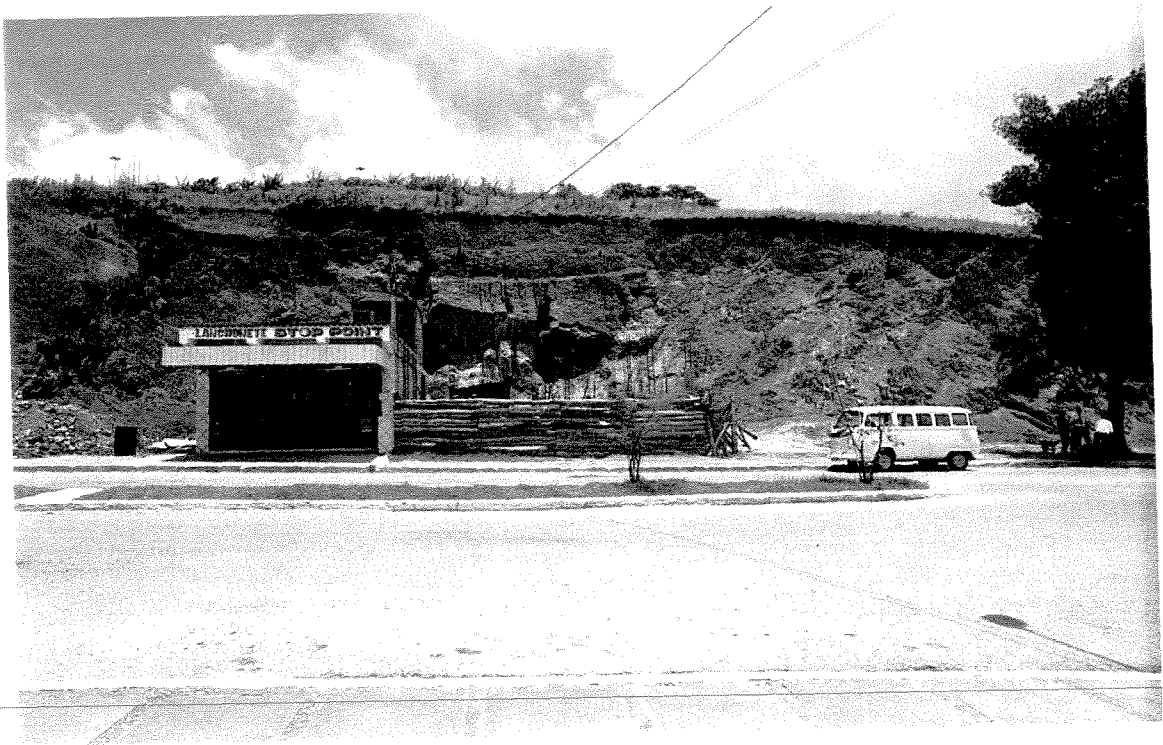
Cemitérios são considerados “vilões ambientais” nas grandes cidades. Assim sendo, qualquer município deve analisar se está operando tecnicamente bem o seu cemitério e, especificamente no caso de Apiaí, pode-se repensar a maneira de se fazer os sepultamentos, abolindo aqueles por inumação (caixão diretamente na terra, em covas rasas). O cemitério de

Apiai encontra-se sobre rochas graníticas, assim como o lixão, e os cuidados devem ser redobrados.

EROSÃO EM TALUDES

Os cortes de barrancos apontados no mapa de riscos indicam que não está havendo orientação técnica nesse sentido, o que exige uma postura mais atuante da Prefeitura.

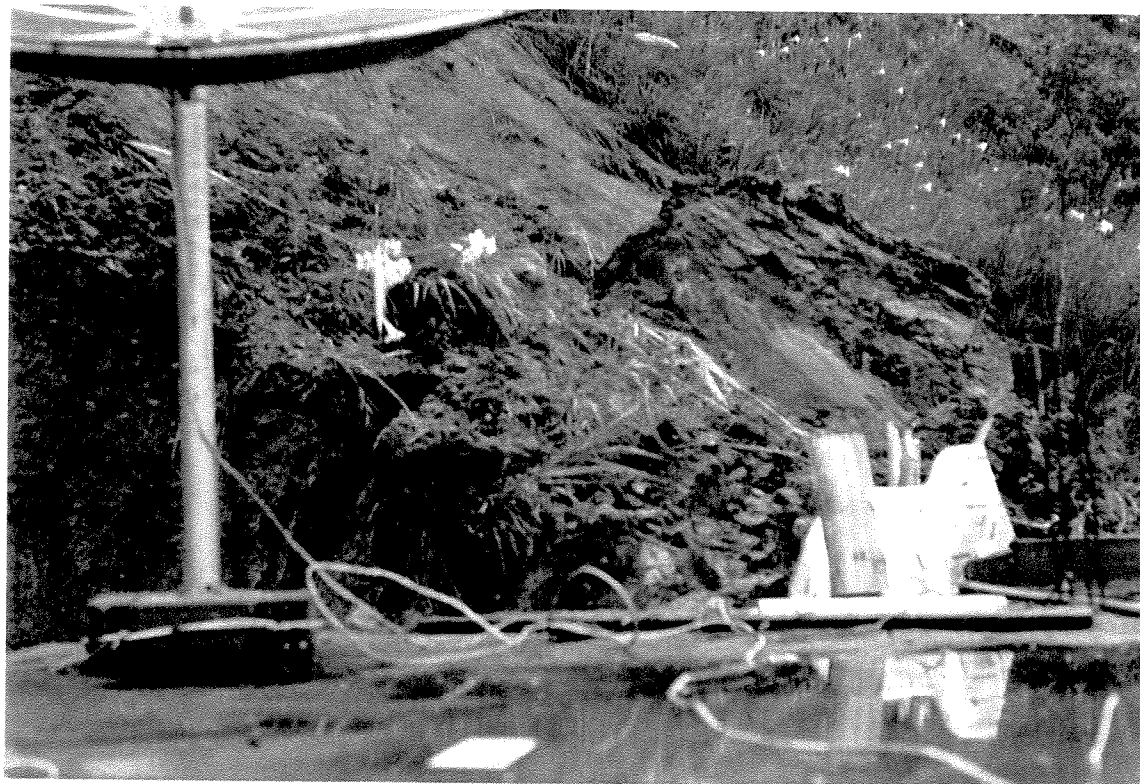


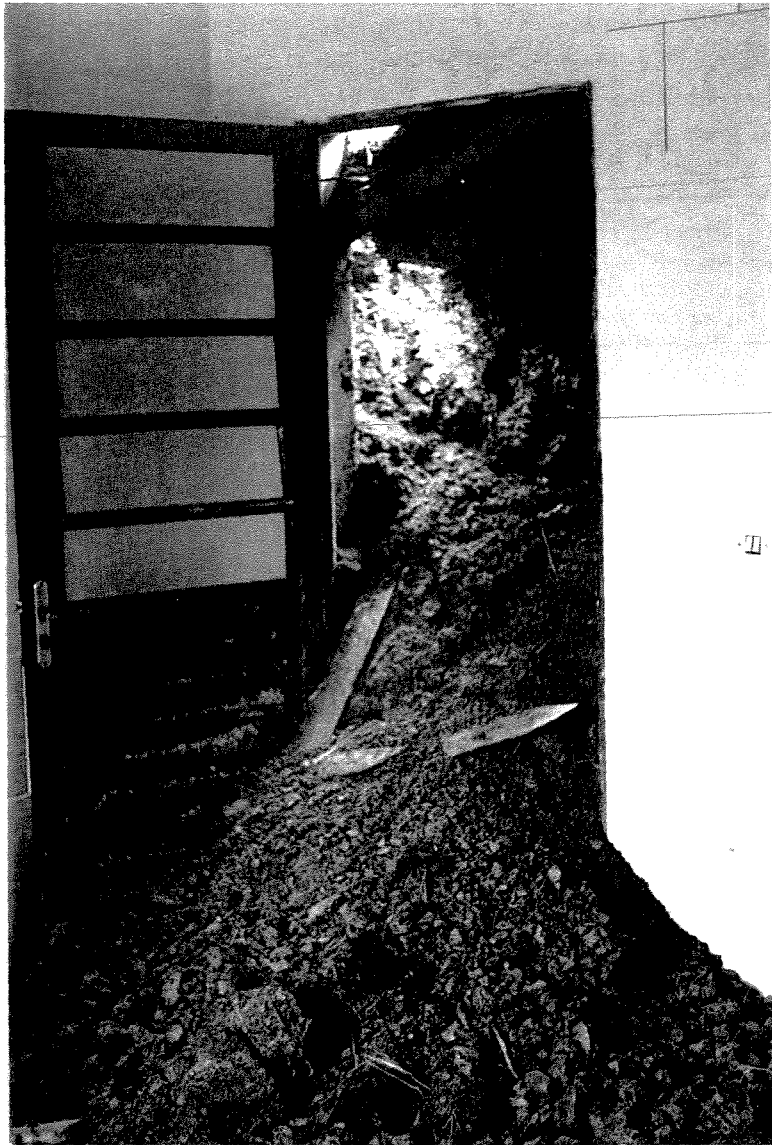




ÁREA SUJEITA A DESLIZAMENTOS

Providências urgentes da Prefeitura, principalmente em época de chuvas mais intensas, no sentido de proteger a população de riscos de vida.







RIO DA CACHOEIRA DO CALABOUÇO

A foto corresponde a um dos cursos d'água que forma a cachoeira do Calabouço, de valor histórico/cultural, e importante área próxima da cidade para ser explorada turisticamente.

É de fundamental importância que suas águas sejam límpidas, de modo que possa se tornar um atrativo turístico da cidade.



RIOS CANALIZADOS

Canalizar não resolve os problemas, apenas piora a situação da dinâmica natural. Seria conveniente mudar a maneira de se olhar um rio, que não deve ser um canal de esgoto a céu aberto, mas estar cheio de vida em benefício da própria população.

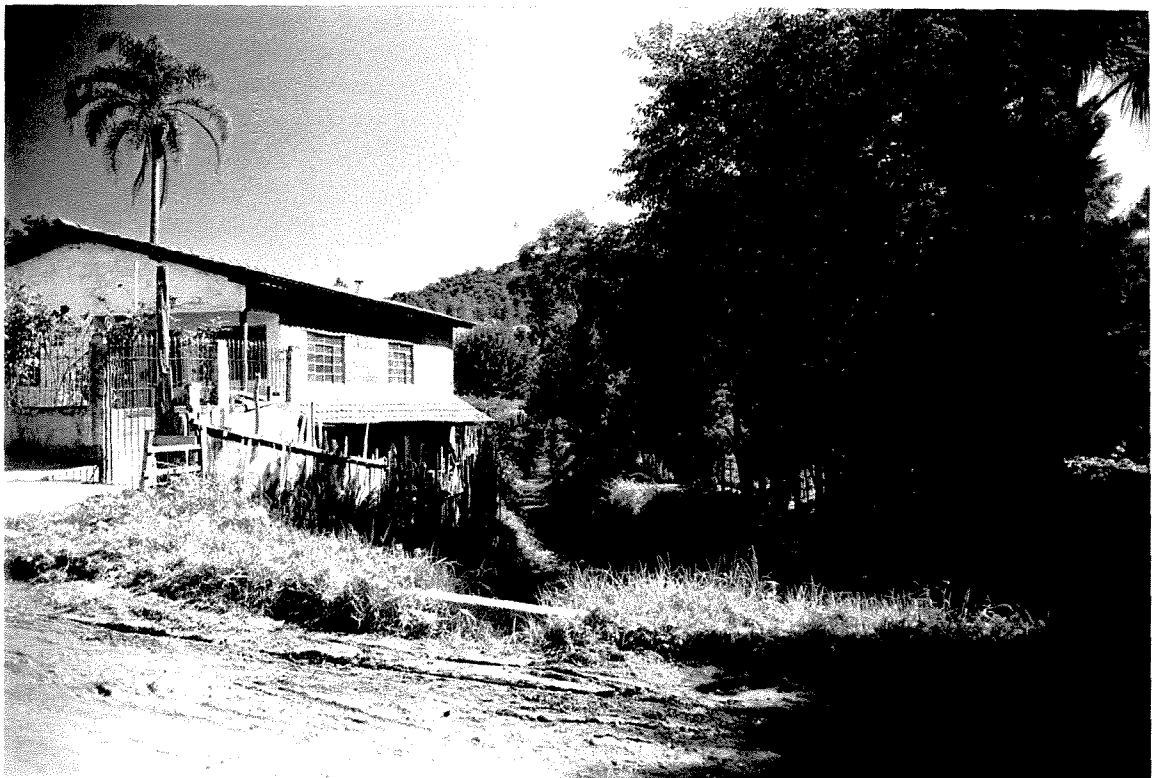
Em lugar de cobrir o rio, o ideal é revitalizá-lo, fazer jardins ao longo de seu curso, plantar mata ciliar.



RIOS POLUÍDOS

Providências no sentido de eliminar as causas da poluição, que geralmente se originam na falta de tratamento do esgoto doméstico.







COLAPSOS E SUBSIDÊNCIAS

Seguir orientações do IPT.

Os afundamentos ocorridos em Apiaí são de dois tipos, tanto os rápidos (caso da área próxima à Rodoviária),



como os lentos (muro que afunda, conforme foto)





OCUPAÇÃO INADEQUADA

Evitar a instalação nessas áreas por acarretarem riscos às pessoas que aí moram, aos recursos naturais impactados e ao aspecto da beleza cênica, tão valiosa para o turismo.





ÁREAS SUJEITAS A ENCHENTES

Providenciar local seguro onde essas pessoas possam morar e evitar que outras acabem ocupando as mesmas áreas.

DESMATAMENTO

O relevo acidentado de Apiaí necessita de cobertura vegetal para evitar erosão. As margens dos rios também não devem ficar desprotegidas da mata ciliar.

GARAGENS, OFICINAS, POSTOS DE GASOLINA, FERRO-VELHO

Medidas devem ser tomadas para que a população a jusante não sofra as conseqüências desses efluentes, como mencionado na reportagem do jornal APIAÍ DIZ, de 30 de janeiro a 15 de fevereiro de 2002 (anexo 1).

AGROTÓXICOS

Incentivo às iniciativas de agricultura orgânica.

CAPTAÇÃO DE ÁGUA

500 metros depois do local de captação, as águas do córrego Água Limpa se acham poluídas em razão de ocupação inadequada de suas margens.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A atividade realizada com os alunos do nível fundamental em Apiaí revelaram um grupo de pessoas muito participativas e ávidas por conhecimentos relacionados a meio ambiente, portanto, é aconselhável que se promova eventos nessa área.

COOPERATIVA/ESTUFAS

Incentivar iniciativas do gênero.

Incentivar iniciativas do gênero.



ATIVIDADES TURÍSTICAS

Devem ser estimuladas porque a paisagem de Apiaí é belíssima, seu clima é muito agradável e seu povo é amigo.

CONCLUSÃO

A pesquisa feita em Apiaí foi muito proveitosa, mas também muito trabalhosa devido à inexistência de estudos já realizados na área. Isto levou a um dispêndio de tempo enorme, exigindo o encerramento dos trabalhos antes de se efetuar todos os cruzamentos de informações pretendidos.

Trata-se de um material que pode ter muita utilidade para a comunidade, que antes não possuía um acervo de mapas temáticos para compreensão do seu meio físico, de modo a apropriar-se dele da melhor forma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. 1977. Diretrizes para uma política de preservação de reservas naturais no Estado de São Paulo, Geogr. e Planej., 30. Inst. Geogr. Univesidade de São Paulo
- ALBRECHT, Kurt João. 1998. Avaliação geológica-geotécnica de terrenos sujeitos a problemas cársticos. São Carlos, 210 p. Tese de Doutorado – Departamento de Geotecnia/USP.
- ALMEIDA, F. F. M. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. Inst. Geogr. Geol., 41: p. 169-263, São Paulo.
- AMARAL, Sérgio E. de et al. 1966. Sobre alguns cristais de cerusidade Lajeado e Monjolinho, Iporanga, SP. Miner. Metal., R., Rio de Janeiro
- AYUB, Soraia. 1998. Aplicação do corante traçador fluorescente Rhodamina-WT no estudo hidrológico e hidrogeológico dos sistemas cársticos Pérolas-Santana, Grilo e Zezo, município de poranga, estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. IG / USP.
- BACELLI, Ronei. (coord). 1986. Caracterização Ambiental do Estado de São Paulo por Percepção. SETESB - Secretaria de Obras e Saneamento do Estado de São Paulo.
- BARNTHOUSE, L. W. 1993. "Ecological Risk Assessment and the National Research Council" in E.S. Bender and F. A. Jones, eds., Applications of Ecological Risk Assessment to Hazardous Waste site Remediation, Water Environment Federation, Alexandria, Virginia.
- BATOLLA JR, Fernando 1982. Alto Vale do Ribeira: Recursos Minerais do Vale do Ribeira In: KOSHIMA, Akira et alii. I Simpósio sobre a ocupação do Vale do Ribeira. ABGE/SBE. São Paulo.
- BECK, Barry F.; WILSON, W. 1987. Karst Hydrology - Engineering and Environmental Application. USA..

BERRYHILL JR., William S. The Impact of Agricultural Practices on Water Quality in Karst Regions. In: Proceedings of the Third Multidisciplinary Conference on Sinkholes and the Engineering and Environmental Impacts of Karst - St. Petersburg Beach / Florida / 2-4 October 1989. University of Central Florida. Barry F. Beck, 1989

BERTONI, Jose; LOMBARDI NETO, Francisco. 1999. 4ª ed. Conservação do solo. São Paulo, Ícone.

BITTAR, Omar. Mineração, Uso do Solo e Conflitos Ambientais no Litoral Paulista. Tese de Mestrado / Administração de Recursos Minerais. UNICAMP, 1991 (Biblioteca de Geociências, Tese B 546 M).

BITAR, Osmar Yazbek (coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE / IPT / Divisão de Geologia, 1995

COSTA, Waldir Duarte da. Aspectos hidrogeológicos do sistema aquífero cárstico-fissural. Tema 3 para prestação do exame de qualificação do curso de doutorado da USP, 1985

COSTA NETO, Joaquim de Brito (coord.). 1991. Projeto PETAR. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

DEREK, F.; WILLIAMS, P. Karst Geomorphology and Hydrology. Academic Division of Union Hyman Ltda., 1989

BORDEST, Suíse Monteiro Leon. Riscos Ambientais na Alta Bacia do Rio Coxipó-MT. Tese de Mestrado / orientador Christofolletti. UNESP, 1992 (Biblioteca da rua Dez: 551.4+ B 728 r ex: I T 773 G)

BROOK, George A; ALLISON, Terry. Fracture Mapping; Ground Subsidence Susceptibility Modelling in Covered Karst Terrain: Dougherty County, Georgia. IN: Environmental Karst. USA: P. H. Dougherty, 1983.

BROWN, G. L., WILSON, R. M., CLYDE, G. A., CHOLLAK, D. F. 1997. "Developing Remediation Criteria on the Basis of Health and Ecological Risks at a Former Sour Gas Plant Site" in Proceedings of the 19th Canadian Waste Management Conference. St. John's, Newfoundland, Canada. Sept. 15-18.

BURG, Roberto. 1998. Zoneamento Ambiental em uma Unidade de Conservação - Estudo de caso no PETAR. Relatório para qualificação - Mestrado Instituto de Biologia. São Paulo. USP.

CAMPANILI, Maura (org). 1994. Relato do Laboratório Ambiental para Imprensa Vale do Ribeira/94. São Paulo. Fundação SOS Mata Atlântica.

CBH-RB, 2000. In: São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. Gestão das águas: 6 anos de percurso. Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, 1997

CAMPANHA, Ginaldo Ademar da Cruz (1991). Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná. Tese de Doutorado, USP.

CARDWELL, R. D., PARKHURST, WARREN-HICKS, B. W., VOLOSIN, J. 1993. "Aquatic Ecological Risk Assessment and Clean-up Goals for Metals Arising from Mining Operations" in E. S. Bender and F. A. Jones, eds., Applications of Ecological Risk Assessment to Hazardous Waste Site Remediation.

CARVALHO, Edézio Teixeira de. 1999. Geologia urbana para todos: uma visão de Belo Horizonte. Belo Horizonte.

CBH-RB. 2000. Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 11

CHRISTOFOLETTI, Antônio A geografia física no estudo das mudanças Ambientais. In: CHRISTOFOLETTI, Antônio et alii. Geografia e Meio Ambiente no Brasil. São Paulo-Rio de Janeiro. Editora Hucitec, 1995. Cap. IV, p. 334-345.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM Agência São Paulo
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM (1972). Projeto
Calcário para Cimento. Convênio DNPM – CPRM.

CORDANI, Umberto G.; BITTENCOURT, Igor. 1967. Estudo geocronológico do Grupo
Açungui. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 21. Curitiba, PR, 1967. Resumo. São Paulo.
Boletim Paranaense de Geociências nº 26.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Coord.: Fernando C. Feitosa; João Manoel Filho.
Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM, 1997.

DE BIASI, M. 1970. Cartas de Declividade: Confeção e Utilização. In: Geomorfologia (21): 8-
13. USP, São Paulo.

_____ 1992. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. In: Revista
do Depto. de Geografia (6): 45-53. USP, São Paulo.

DUKE, C. S., A. M. Nazarali, L. N. Dean. 1995. "Integrated Ecological and Human Health Risk
Assessments for the U.S. Department of Energy's Hanford Site" in Global Environmental
Protection: Science, Politics, and Common Sense, Proceedings of the Second Society of
Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) World Congress and 16th Annual Meeting.
Vancouver, British Columbia, Canada, November 5-9.

ELFVENDAHL, Sara. 2000. Minor Field Studies nº 129. Detection of pesticide residues in
water, sediment and fish in Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, State of São Paulo, Brazil.

ENGECORPS, 1996. Proposta de Macrozoneamento do Vale do Ribeira, Secretaria do Meio
Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental.

EST. 1998. "SAB Project Pushes Integrated Approach to Risk-Based Decisions" in Environmental Science and Technology 32 5. p 127.

FIELDS, D. E., C. J. Emerson, R. O. Chester, C. A. Little, G. Hiromoto. 1986. PRESTO-II A Low-Level Radioactive Waste Environmental Transport and Risk Assessment Code. Oak Ridge National Laboratory Report ORNL-5970.

FIELDS, D. E., C. W. Miller, 1988. "A Methodology for Deriving Model Input Parameters from a Set of Environmental Data". Ecological Modeling 40, 155ff.

FORD, Derek; WILLIAMS, Paul. 1989. Karst Geomorphology and Hydrology. London: Unwin Hyman.

----- . 1992. Karst Geomorphology and Hydrology. London: Chapman & Hall.

GEOFFROY, P. R. et alii. 1942. Nota sobre a geologia de Apiaí, SP. Miner. Metal. Rio de Janeiro.

GIDDENS, Anthony. 1991. As conseqüências da modernidade. São Paulo. Editora da UNESP. In Herculano, Selene C.; PORTO, Marcelo Firpo de; FREITAS, Carlos Machado de (organiz.). 2000. Qualidade de vida e riscos ambientais. Niterói. EDUFF.

GILLIESON, David. 1996. Caves Processes, Development, Management. Great Britain: T. J. Press Limited,,Padstow, Cornwall.

GONZALEZ, L. A; CAVALCANTE, José Carvalho; PAIVA, Ivo Pessato; FRANCISCONI, Ódimo; PINTO, Geraldo Garrido; DRUMOND, João Bosco Vianna. 1972. Projeto Calcário para Cimento. São Paulo, Convênio DNPM/, CPRM, volume 1.

GSE. 1997. See The Future of the Global Environment; A Model-based Analysis Supporting UNEP's First Global Environment Outlook. UNEP/DEIA/TR97-1.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. 1994. Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

GUIVANF, Júlia F. 2000. Reflexividade na sociedade de risco: conflitos entre leigos e peritos sobre os agrotóxicos. In: HERCULANO, Selene C.; PORTO, Marcelo Firpo de Souza; FREITAS, Carlos Machado (org.). 2000. Qualidade de vida e riscos ambientais. Niterói, EDUFF

HOFFMAN, F. O. 1990. "Conclusions of BIOMOVs Phase I" in BIOMOVs – on the Validity of Environmental Transfer Models. National Institute of Radiation Protection. Stockholm.

IAEA. 1989. Evaluating the Reliability of Predictions made using Environmental Transfer Models. International Atomic Energy Agency Report IAEA-SS-100. Vienna.

IBGE. 2000. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil.

INFORMATIVO SBE. Monte Sião-MG. SBE, jul-out/97, páginas 14 a 20.

INTERNET http://ggeo.igc.usp.br/portug/oque_p.html

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Carta Geotécnica do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, publicação nº 2089, 1994

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Carta Geotécnica do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT. 1997. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.

IPT Relatório nº 31.403: Avaliação das condições de estabilidade do terreno para edificação no lote nº 67, na rua Isidoro Alpheu Santiago, Apiaí, SP. DIGEO/1993 Prefeitura Municipal de Apiaí. Geólogo: Valdir Akihiko Nakazawa (coordenador). Data: 27 e 28 de maio de 1993 - vistoria a pedido da Prefeitura Municipal de Apiaí, Ofício 365/93 – GP

JACOBI, Pedro. 2000. Cidade e meio ambiente: percepções e práticas em São Paulo. São Paulo, Annablume.

JEANNIN, Pierre-Yves. 1997. Proceedings of the 12 th International Congress of Speleology. Volume 1. La Chaux-de-Fonds, Switzerland.

JENNINGS, Joseph Newell. 1987. Karst Geomorphology. Oxford and New York: Basil Blackwell.

KARMANN, Ivo. 1982. Alto Vale do Ribeira: Província Espeleológica do Vale do Ribeira. In: KOSHIMA, Akira et alii. I Simpósio sobre a ocupação do Vale do Ribeira. ABGE/SBE. São Paulo.

KARMANN, Ivo. 1994. Evolução e Dinâmica Atual do Sistema Cárstico do Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, Sudeste do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. IG/USP.

KARMANN, Ivo, SANCHES, L. E. 1979, Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil, Sociedade Brasileira de Espeleologia., Espeleo-Tema, 13: 105-167, São Paulo.

KAVLOCK, R.J., G.T. Ankley, 1996. "A Perspective on the Risk Assessment Process for Endocrine-Disruptive Effects on Wildlife and Human Health". Risk Analysis 16 (6).

KEATING, M. 1993. Agenda for Change; A plain language version of Agenda 21 and the other Rio Agreements. Centre for Our Common Future.

KOSHIMA, Akira 1982. I Simpósio sobre a ocupação do Vale do Ribeira. ABGE/SBE. São Paulo.

LE BRET, Michel. Maravilhoso Brasil Subterrâneo. Jundiaí: Editora Japi Ltda, 1995

LEPSCH, Igo Fernando; SARAIVA, Lliana R.; DONZELI, Pedro L.; MARINHO, Mara de A; SAKAI, Emílio; GUILLAUMON, João R.; PFEIFER, Rui M.; MATTOS, Isabel F. de; ANDRADE, Waldir J. de; SILVA, Carlos E. F. 1990. Macrozoneamento das terras da região do rio Ribeira do Iguape – SP, município de Apiaí. Secretaria do Estado de São Paulo. Coordenadoria Agropecuária. Instituto Agrônômico, Seção de Fotointerpretação.

LINO, Clayton F. 1982. Alto Vale do Ribeira: Vale do Ribeira: Incorporação de uma Área Periféria à Economia Central. In: KOSHIMA, Akira et alii. I Simpósio sobre a ocupação do Vale do Ribeira. ABGE/SBE. São Paulo.

LUPINACCI, C.M. 1995. A Importância das Cartas Morfométricas nos Estudos Ambientais (comunicação), Laboratório Geoambiental, Departamento de Planejamento Regional, IGCE, Rio Claro.

MELCHER, Geraldo C.; JOHNSON, Robert R. 1957. Geologia e depósitos do Vale do Ribeira de Iguape. São Paulo: Brasil. DNPM. Relatório inédito nº 1.255.

MELCHER, Geraldo C.; GOMES, Celso B.; CORDANI, Umberto G.; BITTENCOURT, J. S.; DAMASCENO, R. C.; GIRARDI, A V.; MELFI, Adolpho J. 1973. Geologia e petrologia das rochas metamórficas e graníticas associadas do Vale do Ribeira de Iguape, SP e PR. Revista Brás. De Geociências, 3 (2): p. 97-123. São Paulo.

MELFI, Adolpho J.; GOMES, Celso B.; CORDANI, Umberto G.; GIRARDI, V. S. 1967. Geologia do rio Ribeira de Iguape e litoral sul do Estado de São Paulo. São Paulo.

MENDES, I.A. 1993. A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon - Araçatuba (SP). Depto. de Geografia, FFLCH. USP. Tese de Doutorado, São Paulo.

MENDONÇA, Francisco. 1994. Geografia e Meio Ambiente. São Paulo. Editora Contexto.

MILKO, Peter. 1982. Alto Vale do Ribeira: a necessidade de preservação. In: KOSHIMA, Akira et alii. I Simpósio sobre a ocupação do Vale do Ribeira. ABGE/SBE. São Paulo.

MURCK, Barbara W.; SKINNER, Brian J.; PORTER, Stephen C. 1996. Environmental Geology. USA: John Wiley & Sons.

NAKAZAWA, Valdir Akihiko; PRANDINI, Fernando Luiz; DINIZ, Nórís. 1995. Subsídências e Colapsos de solo em áreas urbanas. In: Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente. Coordenação geral: Omar Yazbek Bitar. São Paulo: ABGE.

NEPAM / UNICAMP. 1997. Diagnóstico Ambiental Participativo do Vale do Ribeira e Litoral Sul, SP. Campinas.

NORTON, S.B., D. J. Rodier, J. H. Gentile, W. van der Schalle. 1993. EPA's Framework for Ecological Risk Assessment" in E. S. Bender and F. A. Jones, eds., Applications of Ecological risk Assessment to Hazardous Waste Site Remediation, Water Environment Federation, Alexandria, Virginia.

NRC (National Research Council). 1983. Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process. National Academy Press, Washington, District of Columbia.

OGDEN, Albert E.; CURRY, William A; CUMMINGS, James L. 1989. Morphometric analysis of Sinkholes and caves in Tennessee comparing the Eastern Highland Rim and Valley and Ridge physiographic provinces. In: BECK, Barry F. 1989. Engineering and Environmental Impacts of Sinkholes and Karst. Proceedings of a Third Multidisciplinary Conference on Sinkholes and the Engineering and Environmental Impacts of Karst St. Petersburg Beach / Flórida / 2-4 October 1989 sponsored by the Florida Sinkhole Research Institute, Division of Sponsored Research, University of Central Florida, Orlando. Netherlands: A A Balkema, Rotterdam.

OGURA, Agostinho Tadashi (1995). In: BITAR, Omar Yazbek (coord.). 1995. Curso de geología aplicada ao meio ambiente. São Paulo. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia.

OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. 1998. Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. (capítulo 7 e p. 304)

OLIVEIRA, João Bertoldo de. 1999. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Instituto Agrônômico de Campinas, SP.

ORNI. 1994. External Costs and Benefits of Fuel Cycles: A Study by the U.S. Department of Energy and the Commission of European Communities. USDOE Contract DEAC05-84OR21400.

PENTEADO, Maria Julieta de A.C. 1997. Cadernos de Educação Ambiental -CONCEITOS para se fazer Educação Ambiental. São Paulo, SMA.

PESSOA, Paulo F. P. 1994. Estudos Hidrogeológicos do Município de Capim Branco, MG. Exame de qualificação / USP.

POLTRONIÉRI, Lígia Celoria. 1997. O custo social do uso de praguicidas na agricultura por intoxicações: identificação de áreas de riscos no Estado de São Paulo período 1992/1994 – Tese de Livre Docente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP. Rio Claro – SP

POPP, José Henrique. 1991. Geologia Geral. Rio de Janeiro; São Paulo: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora.

PRANDINI, Fernando Luiz. 1982. A bacia do Ribeira do Iguape: aspectos do meio físico no uso e ocupação dos solos. In: KOSHIMA, Akira et alii. I Simpósio sobre a ocupação do Vale do Ribeira. ABGE/SBE. São Paulo.

PRANDINI, Fernando Luiz; NAKASAWA, Valdir Akihiko; FREITAS, Carlos Geraldo Luz de; DINIZ, Nórís Costa. 1995. In: In: BITAR, Omar Yazbek (coord.). Curso de geología aplicada ao meio ambiente. São Paulo. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia.

QUEIROZ NETO, José Pereira de. 1982. O Vale do Ribeira: o meio físico regional. In: KOSHIMA, Akira et alii. I Simpósio sobre a ocupação do Vale do Ribeira. ABGE/SBE. São Paulo.

RIO, Vicente del. OLIVEIRA, Livia de (org.). 1996. Percepção Ambiental - A Experiência Brasileira. São Carlos. EDUFSCAR.

ROSS, Jurandyr L. 1985. Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. In: Revista do Departamento de Geografia, n.4, FFLCH/USP, São Paulo.

SANCHEZ, M.C. 1993. A Propósito das Cartas de Declividade. In: Anais do V Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 1993. São Paulo, FFLCH.

SANTOS, José. 1982. Recursos Hídricos do Alto Vale do Ribeira. In: KOSHIMA, Akira et alii. I Simpósio sobre a ocupação do Vale do Ribeira. ABGE/SBE. São Paulo.

SANTOS, Milton. 2000. Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro. Editora Record.

SHIMADA, H. et al. 1998. Diagnóstico da situação mineraria no PETAR e nas suas vizinhanças. In: Shimada, H (Coord.); Comunicação ao conhecimento do meio físico no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR (Apiá e Iporanga, SP). São Paulo, Instituto Geológico, Relatório final (Inédito).

SCALEANTE, José Antonio Basso. 1998. Banco de Imagens da Oferta Turística e da Capacidade Instalada do Município de Apiá. Apiá. Secretaria de Planejamento e Turismo.

SEADE. Pesquisa Municipal Unificada - Municípios Paulistas, 2000

São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 1997. Gestão das águas: 6 anos de percurso. Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente.

SEVÁ Fº, A. O., BARBOSA, R. M. 1992. Roteiro para a avaliação das condições de vida em três regiões: ABC, SP, a Região Metropolitana de Belo Horizonte e "Vale do Aço" em MG, e Recôncavo Baiano.

SEVÁ Fº, A. O. 1997. Riscos Técnicos Coletivos Ambientais na Região de Campinas, SP". Campinas. UNICAMP.

SILVA, Aldebani Braz da. 1984. Análise morfoestrutural, hidrogeológica e hidroquímica no estudo do aquífero cárstico do Jaíba, norte de Minas Gerais. Tese de doutoramento / IG – USP.

SILVA, A T.S.F da; FRANCISCONI, O; GODOY, A M. de; BATOLLA JR., F. 1981. Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira. Vol. I. Convênio DNPM/CPRM. São Paulo. CPRM.

SUTER II, G. W., B. W. Cornaby, C. T. Hadden, R. N. Hull, M. Stack, F. A. Zafran. 1995. "An Approach for Balancing Health and Ecological Risks at hazardous Waste Sites" in Risk Analysis 15, 221.

THE NATIONAL SPELEOLOGICAL SOCIETY. 1984. Journal of Caves and Karst Studies. Water Tracing Special Issue. NSS Bulletin, v. 46, October, p. 17-21; 41-44.

TURRA, Juleusa Maria Theodoro (org.). 1996. Caracterização da área de desenvolvimento do Programa Piloto da Rede Caravelas - Programa ALFA dez/96

Walter Environment Federation, Alexandria, SOUZA, Virgínia. de, Rosana C., N. N. B. Salvador. 1997. "Proposta para avaliação dos impactos sociais nos processos de implantação e

operação dos serviços de tratamento de esgotos sanitários" in Engenharia Sanitária e Ambiental 23. 91-95.

ZACHAREWSKI, T., 1997. "In-Vitro Bioassays for Assessing Estrogenic Substances" in Environmental Science and Technology 31 3 (613-623).

Jornal **Folha de São Paulo**, várias datas

Jornal **Nosso Vale**, Apiaí-SP, 22/11/97

Jornal **APIAÍ DIZ**, de 30/01 a 15/02/02

ANEXOS

1

.....

ANEXO 1

RELATÓRIOS DO IPT

NÚMERO	LOCALIDADE	ANO
16.099	Mairinque	1981
24.353	Cajamar	1986
24.671	Lavrinha, Vila Branca-Cajamar	1986
25.053 I, II, III	Cajamar	1987
26.794	Campos Cajamar	1988
31.403	Apiáí	1993

Nº 16.099

AVALIAÇÃO TÉCNICA RELATIVA AO PROBLEMA DO ABATIMENTO DE SOLO EM VILA SOROCABANA, MAIRINQUE, SP (SICCT DIGEO/1981)

MAIRINQUE

Desde 1977 alguns moradores da Vila Sorocabana (antigo bairro da cidade de Mairinque) observavam rachaduras em suas residências. A evolução do problema provocou depressões no asfalto de ruas, ruptura da rede de água, etc, que foram sendo reparados ao longo do tempo em que apareciam.

A extensão observável de uma faixa de edificações com rachaduras é de cerca de 200m. e abrange áreas tanto de baixada como de meia-encosta de morro.

Na zona de baixada, o problema de subsidência manifesta-se de forma generalizada, não se restringindo à faixa de iniciação, tal como observado na encosta. Segundo informações locais, esta área foi várzea de um córrego, hoje parcialmente canalizado. O local foi aterrado com material lançado sem compactação há 15 anos. Residências e o Ginásio de Esporte da Vila Sorocabana apresentam rachaduras e o asfalto é constantemente recapeado.

Problemas de abatimento associados à exploração de aquíferos no local constam de: poços - Relatório de locação de poços do IGUSP, 1973)

Supõe-se que estejam associados especificamente ao problema de adensamento por rebaixamento de nível d'água no solo. Mas, podem estar relacionados com dissolução de rochas

carbonáticas do substrato. Impõem-se estudos complementares que busquem uma caracterização mais precisa das causas e conseqüências do fenômeno:

- investigações geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas
 - mapeamento geológico e estrutural da área visando a delimitação dos tipos litológicos ocorrentes na zona de falhamento
 - caracterização geológico-geotécnica das camadas de solo e rocha de superfície através de sondagem mecânica e/ou perfilagem dos poços de bombeamento
 - análise físico-química da água bombeada
 - estabelecimento do modelo analógico do cone de rebaixamento do nível d'água provocado pela exploração dos poços, visando obter esquema de bombeamento segundo vazões adequadas, tal, que se evite a repetição do problema
-
- se não houver, implantar controle de vazão nos demais poços artesianos de Mairinque, visando prevenir a ocorrência de problemas semelhantes aos de Vila Sorocabana.

A carência de dados e de conhecimento dos recursos e potencialidades do meio físico, tendo em vista a ocupação do solo urbano, tem gerado problemas geotécnicos que oneram sistematicamente o Poder Público e a população em geral.

A caracterização e compreensão dos fenômenos, tanto naturais como induzidos pela ocupação e uso do solo, constituem um subsídio importante na orientação do processo de urbanização e na exploração dos recursos naturais.

Vila Sorocabana acha-se circundada a leste, sul e oeste por trechos ferroviários da antiga Estrada de Ferro Sorocabana, e a norte, pela rodovia Raposo Tavares.

A área problemática situa-se a noroeste do bairro, junto à ferrovia e rodovia, abrangendo principalmente as quadras 24, 25 e 26, limitadas pelas ruas A, B, K, M, N e avenida 27 de Outubro, além de trechos não ocupados junto ao ginásio de esportes e praça formada pela confluência das ruas A e B, ambas na baixada.

Nº 24.353

AVALIAÇÃO DE SUBSIDÊNCIA E COLAPSO DOS TERRENOS DE CAJAMAR PREFEITURA MUNICIPAL DE CAJAMAR-SP 1986/DMGA

Primeira manifestação formal do IPT em 12/09/1986: evacuação da população

Nº 24.671

AVALIAÇÃO DE SUBSIDÊNCIA E COLAPSO NOS BAIRROS DE LAVRINHAS E VILA BRANCA, CAJAMAR-SP PREFEITURA MUNICIPAL DE CAJAMAR 1986/DMGA (PRANDINI) PREFEITURA MUNICIPAL DE CAJAMAR / SNM

ZONA CONDENADA:

áreas que apresentam evidências de franca e acelerada evolução dos fenômenos de subsidência e colapso. Interditada à ocupação humana.

ZONA SOB OBSERVAÇÃO:

áreas sujeitas a subsidências e colapso, com indícios de deflagração de seus mecanismos subterrâneos, porém, sem evidências de aceleração. Áreas impróprias à ocupação urbana, sujeitas a acompanhamento sistemático da evolução dos fenômenos. Liberada temporariamente para ocupação.

ZONA DESPROVIDA DE RISCO:

áreas não sujeitas aos fenômenos de subsidências e colapsos. Liberação para ocupação permanente. Cuidados específicos relativos a relevo acentuado.

MAPA DA ÁREA

idêntico ao do livro *Geologia de Engenharia* / Editores: Antonio Manoel dos Santos Oliveira, Sérgio Nertan Alves de Brito. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia-ABGE, 1998. Página 304, a seguir:

BAIRROS DE LAVRINHAS E VILA BRANCA

Elevado grau de desarranjo hidráulico e geotécnico.

ZONA SOB OBSERVAÇÃO

Terrenos constituídos por depósitos detríticos de composição muito variada, bastante espessos (normalmente maiores que 40 metros), característicos de depressões cársticas (dolinas), sendo portanto depósitos resultantes de sucessivos eventos de subsidência, colapso e

preenchimento ao longo de toda sua história geológica. Não há nessa área evidência de evolução acelerada do fenômeno. Mas, há constatação de deflagração dos mecanismos subterrâneos que levam à subsidência e colapso.

Do ponto de vista geológico-geotécnico, esta zona apresentará áreas que sucessivamente se incorporarão à zona condenada.

OBSERVAÇÃO DE EVIDÊNCIAS DE SUBSIDÊNCIAS E COLAPSOS:

aparecimento de trincas nas paredes, pisos ou aumento das já existentes

difficuldade para fechar portões, janelas e portas

variações rápidas dos níveis de água nos poços domésticos

rompimentos freqüentes nas redes de água e esgoto

deslocamento ou estufamento de roboques, azulejos ou revestimentos

constatação de vazios sob pisos

abaulamento de pisos

esmagamento de estruturas rígidas como muros, guias, etc.

trincas no solo

ruídos semelhantes a explosões de pedreira ou trovoadas distantes, fogos de artifício, acompanhados ou não de vibrações

EVENTOS QUE SE DESTACAM NA ACELERAÇÃO DE SUBSIDÊNCIAS E COLAPSOS:

rebaixamentos e oscilações do nível d'água produzidos pelo bombeamento através de poços tubulares profundos

vibrações provenientes da exploração de pedreiras

**DIAGNÓSTICO DO ABATIMENTO DO TERRENO EM CAJAMAR-SP E DEFINIÇÃO
DE MEDIDAS E DIRETRIZES PARA A REDUÇÃO DO PROBLEMA
FASE II, 1987, 3 VOLUMES**

O CARSTE COBERTO

O processo de carstificação das rochas tem origem nos fenômenos de dissolução da matriz rochosa. O calcário é uma rocha sujeita, ao longo de sua história geológica, à dissolução dos carbonatos, com a criação de cavidades no seu interior. A dissolução é comandada pela percolação de águas provindas da superfície de caráter necessariamente ácido. A dissolução se dá junto ao contato do calcário com os solos que o recobrem dentro do maciço através de suas fraturas. Quanto mais fraturado o calcário e quanto mais intensa a circulação de água, mais intenso é o processo físico-químico da dissolução. Quando o calcário se apresenta coberto por solos ou sedimentos (epicarste), a tendência desses materiais de cobertura é preencher as cavidades originadas na rocha, seja por desabamento de tetos rochosos de cavernas, seja por migração dos solos para o interior das cavidades através das intercomunicações destas com os solos sobrepostos.

No caso de Cajamar, há 2 fases do processo de carstificação:
fase anterior, de idade e duração não determinadas, responsável pela formação das cavidades no calcário, que se encontram hoje saturadas e se constituem em aquífero;
fase atual, em que essas cavidades em rocha têm um papel predisponente para a evolução dos fenômenos nos solos que capeiam o calcário, gerando cavidades em solo e movimentação em superfície (subsidências e colapsos).

A compreensão dos mecanismos que operam as modificações das características construtivas dos maciços terrosos e da geometria da superfície (subsidências e colapsos) e as causas de sua deflagração e aceleração ocupam lugar de destaque no cenário técnico e nas políticas de uso do solo em muitos países do mundo onde este problema é enfrentado freqüentemente.

A água de percolação e, mais especificamente, as suas oscilações de nível e, conseqüentemente, as variações de pressão e velocidade de fluxo, aliadas às forças resultantes da ação da gravidade, formam um dos conjuntos principais de agentes de deflagração e evolução de cavidades que, por colapso de porções de rocha ou solo podem-se refletir na superfície, formando, por exemplo, as dolinas que caracterizam as regiões cársticas. Entretanto, esses agentes têm também uma ação notável nos processos de migração descendente do solo para as cavidades em rocha.

originando em ampliando cavidades nos maciços terrosos de cobertura. Esta ação se propaga no interior do solo, de baixo para cima, até atingir a superfície, dando origem a afundamentos mais bruscos no terreno, ou seja, também a dolinas e outras feições correlatas.

Em depósitos espessos e saturados, nas cavidades situadas abaixo da superfície freática, a infiltração de água na superfície não desempenha qualquer papel na evolução dessas cavernas, exceto no estágio final, quando as cavidades, em sua progressão ascendente, ultrapassam o nível de água local. Até esse momento, entretanto, as cavidades podem estar submetidas a variações de pressão, de direção e de velocidade de fluxo das águas no interior do maciço de solo que ocorre naturalmente, pelas próprias variações sazonais. Essas oscilações podem ser mais atuantes na mobilização de solos quando adquirem intensidade e frequência mais amplas, como as provocadas pela exploração de água subterrânea intensa e sistemática. Ao lado desses agentes, as vibrações originadas pelo uso de explosivos em pedreiras também podem ter um papel importante na deflagração e evolução acelerada das cavidades, mormente no desabamento de suas porções superiores, seja em solo ou mesmo em rocha.

HIPÓTESES

A hipótese do desabamento do teto rochoso de uma cavidade situada no interior do calcário pressupõe a coincidência de muitos condicionantes. Tal fenômeno é registrado na literatura como raro. Se confirmada, esta hipótese emprestaria ao colapso do dia 12 um caráter pontual, de significância esperadamente local, com danos restritos à região imediatamente em torno.

A hipótese de migração de solos para o interior de cavidade, normalmente rede de cavidades (normalmente rede de cavidades, cavernas, condutos, fraturas alargadas, etc.), se confirmada, emprestaria ao evento uma significação de maior expressão em área, com estágios de desenvolvimento diferenciados em cada ponto, indicando que o colapso do dia 12 seria um episódio dentro de uma sequência de eventos a se sucederem no tempo.

Os processos de percolação que se instalam no meio, induzidos pelo bombeamento de água subterrânea, contribuem na ativação e aceleração dos mecanismos de deflagração dos fenômenos que levam à subsidência e colapso de Lavrinhas e Vila Branca. Entende-se também que o topo rochoso irregular e denteado, fruto dos eventos de dissolução, associado à própria posição dos corpos de calcário (lentes subverticais), é tido como um forte condicionante de colapsos, como processo terminal de evolução das cavidades em solo.

As cavidades em solo detectadas pelas sondagens, em especial aquelas preenchidas por água, têm eventualmente no seu fundo um material granular similar a areias fluviais, indicando seleção por lavagem e remoção de finos.

Como é junto às paredes das cavidades que se dão as variações de pressão que acompanham as oscilações da superfície potenciométrica, em resposta às operações de bombeamento, tem-se como perturbação hidráulica mais importante as variações nas pressões hidrostáticas impostas aos solos das paredes e do teto das cavidades.

Essas variações rápidas e cíclicas de pressão impostas pelo bombeamento criam diferenciais de pressão na cavidade e nos solos de depósito detrítico.

Durante o bombeamento, as diferenciais de pressão entre o meio fluido das cavidades e as águas dos poros dos solos dão origem a forças agindo no sentido do solo para o interior das cavidades que, por si só, ou por indução de fluxo (força de percolação), podem remover as partículas de solo da interface para dentro das cavidades do solo. Através da ação da gravidade ou por continuidade de fluxo, as partículas mobilizadas podem se deslocar para o interior das cavidades em calcários. Já durante a recuperação, com a interrupção do bombeamento, o diferencial de pressão será inverso, dando origem a forças agindo no sentido do interior das cavidades para os solos circundantes, interrompendo a movimentação descendente das partículas do solo, podendo mesmo induzir um aporte insignificante de partículas no sentido ascendente. Sob a ação da gravidade, a somatória dos movimentos sempre resultará num deslocamento descendente, em direção às cavidades no interior do calcário. Uma vez configuradas essas cavidades em solo, a ação da gravidade, por si só, pode induzir rupturas dos solos das paredes e teto, promovendo a evolução dessas cavidades até seus reflexos em superfície. A velocidade dessa evolução se dará em função das características mecânicas dos solos, da forma e das dimensões dessas cavidades.

Vale dizer que as cavidades em solos nos carstes cobertos podem passar por períodos de estagnação em seu desenvolvimento, porém, a curto, médio ou longo prazos, têm como único destino natural o desaparecimento por acomodação dos solos em inevitáveis afundamentos em superfície.

Em Jordanésia não há perigo na zona residencial. O risco é na área de baixada na parte sul do distrito, ocupada predominantemente por indústrias, por conta da constatação da presença de calcário no subsolo (a partir de 47 metros) em apenas um ponto (indústria Litoverte) e das águas subterrâneas provenientes de diversos poços em Jordanésia com pH em torno de 8,0, característica

de água extraída de rochas calcíferas, áreas sujeitas a fenômenos de afundamentos, embora a magnitude destes seja significativamente menor quando comparada aos eventos de Lavrinhas e Vila Branca.

FOTOS

Configuração inicial da cratera com diâmetro aproximado de 8m. no quintal da residência nº 359 da praça Barão do Rio Branco

Já solapada a fundação do sobrado nº 359

A progressão do colapso já atinge parcialmente as 3 casas ao seu redor

Em 21/08/86 o sobrado adernou para o interior da cratera

Sobrado no interior da cratera: profundidade de 10m., diâmetro de 18m.

08/10/86 - cratera com 29m. de diâmetro e 13m. de profundidade. Casa nº 347 semi-destruída

08/10/86 - sobrado afundou 6m.

11/12/86 - a partir desta data não há alteração na geometria da cratera, permanecendo com 31m. de diâmetro e 13m. de profundidade

Água da superfície freática a cerca de 8m. de profundidade, formando uma lâmina de 3 a 4 m. no fundo da cratera. A sua ascensão foi lenta, sendo notada no fundo da cratera no dia 18/11/86

Água da superfície freática a cerca de 7m. de profundidade, permanecendo nesse nível até o final de fevereiro de 1987. Até o final de março, este nível rebaixou cerca de 1m., após um período de apenas 20 dias sem chuva.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BEGGS, T. F. & RUTH, B. E. *Factors affecting the collapse of cavities*. In: BECK, B. F. ed. Sinkholes: their geology, engineering and environmental impact. A A Balkema, 1984. At Multidisciplinary Conference on Sinkholes, Orlando, Flórida, 1984;

Páginas: 3-9; 123-127; 131-136; 183-215; 249-254; 283-292; 319-328; 359-361; 379-383.

BRAZ, A *Contribuição à hidrogeologia cárstica*. Madrid: Editorial Blume, 1970, p. 269

SHAYANY, S. *Hydrogeological study of Sobradinho Reservoir*. In: Symposium Sinkholes and Subsidence, Hannover 1973. Proceedings p. T4N-N7 and T2 G-G3

Nº 25.053 - VOLUME III

DIAGNÓSTICO DO ABATIMENTO DO TERRENO EM CAJAMAR-SP E DEFINIÇÃO DE MEDIDAS E DIRETRIZES PARA A REDUÇÃO DO PROBLEMA FASE II, 1987, 3 VOLUMES

Levantamento geológico de:

40km², escala 1:10.000: Cajamar, sede do município e cidade de Jordanésia.

0,8km², escala 1:2.000: bairros Lavrinhas e Vila Branca e aglomerados urbanos mais próximos

O método utilizado no levantamento geológico estrutural foi a identificação dos diferentes tipos litológicos e de estruturas planares e lineares presentes nas rochas.

Foram levantadas atitudes de acamamento e de diferentes foliações que permitiram reconstituir a geometria das dobras e a ordenação estratigráfica das unidades geológicas.

O relevo é de morros com cristas alongadas direção nordeste, altitude ultrapassando 900m. e desníveis máximos em torno de 200m.

O ribeirão dos Cristais, tributário do rio Juqueri, é o principal curso d'água da região, a ela afluindo o ribeirão das Lavras, que passa por Cajamar.

A direção nordeste das cristas alongadas dos morros é condicionada pela estruturação das rochas do grupo São Roque.

Há feições cársticas nas pedreiras que ocorrem ao sul de Cajamar. Feições de dissolução de rocha calcária podem ser observadas como fendas, que obedecem direções de fraturas e falhas.

O colapso em forma circular ocorreu na rua Barão do Rio Branco.

Lavrinhas e Vila Branca encontram-se em área deprimida circundada por um relevo de morros.

Nº 26.794

INVESTIGAÇÕES GEOFÍSICAS NA ÁREA DE CAMPOS - CAJAMAR, SP. SNM, 1988

CAMPOS, CAJAMAR-SP

Comparando-se o mapa topográfico da área de Campos com o mapa de resistibilidade do primeiro nível de investigação, é observado que nas zonas topográficas mais altas a tendência é de um aumento nas velocidades de resistibilidade, enquanto nas zonas mais baixas existe significativamente uma queda nos valores. As anomalias superficiais coincidem com locais de onde houve remoção de solos, enquanto que as anomalias com extensão em profundidade coincidem com as drenagens superficiais.

Seguramente, as anomalias condutoras detectadas na área de Campos condicionam-se à proximidade do nível d'água à superfície e em zonas preferenciais de percolação, sendo o maciço rochoso, no restante da área, eletricamente bem homogêneo. Portanto, não foram detectadas evoluções correlacionáveis à cavidade em calcários carstificados no subsolo da área que possam produzir reflexos geotécnicos indesejáveis à sua ocupação humana (12 de setembro de 1988).

ANEXO 2

Lixão é um dos agentes poluidores do Ribeira

Prof. Ananias Gonçalves Pereira

Valdeci Rodrigues Cardoso, 36 anos, morador próximo ao bairro Mineiros, proprietário de umas terras por onde passa um córrego que vai desaguar no rio Ribeira, reclama do excesso de lixo que acaba parando em sua propriedade.

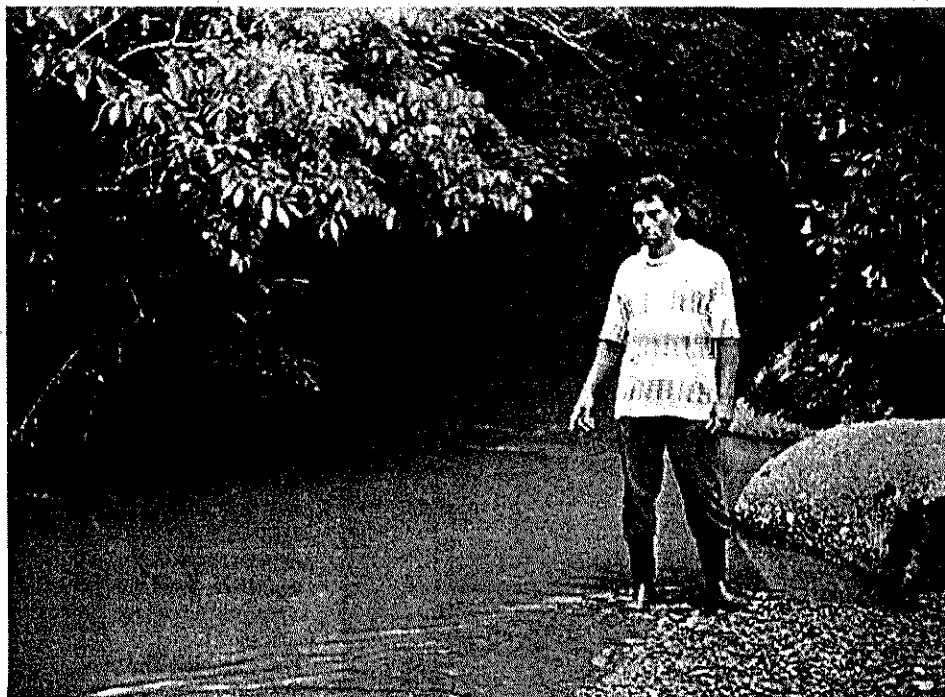
Municípios vizinhos também estão descarregando seus restos em Apiá, contribuindo para o aumento de um problema que não consegue-se resolver.

Apiá Diz – De onde vem esse lixo?

Valdeci – Está vindo do lixão, logo acima.

Apiá Diz – Esse córrego já teve peixes? Já foi um rio vivo ou há muito tempo não tem produção?

Valdeci – Há muito tempo haviam muitos peixes; agora, com o lixão, a água foi diminuindo e os peixes foram sumindo.



Os peixes sumiram, os animais não consomem a água contaminada

Apiá Diz – Aparecem manchas de óleo no rio?

Valdeci – Sente-se o cheiro forte e percebe-se uma mancha escura.

Apiá Diz – A mancha está vindo do lixão também?

Valdeci – Vem de alguma fábrica, mas também pode ser de algum posto de lavagem de automóvel.

Apiá Diz – Há pouco tempo crianças brincavam no rio. Isso ainda acontece?

Valdeci – Não. Agora é muita sujeira. Quem entra no rio pode pegar micoses.

Apiá Diz – Quanto mede sua propriedade e qual é a extensão do rio que passa dentro dela?

Valdeci – Aproximadamente 15 alqueires. A extensão é de 3 km de rio morto.

Apiá Diz – Alguém já pegou micoses ou outro problema nessa água?

Valdeci – Sim, mas hoje não se entra mais no rio.

Apiá Diz – Vocês já tiveram algum problema de contaminação que foi preciso ir ao médico?

Valdeci – Não. Somente coceira nos pés, tipo de micose que deixa vermelho e que irrita a pele.

Apiá Diz – Animais bebem dessa água?

Valdeci – Não.

Apiá Diz – A água que vocês

usam vem de onde?

Valdeci – De uma nascente, que fica no alto, fora do rio.

Apiá Diz – Essa água passa por quantas propriedades antes de chegar no rio Ribeira?

Valdeci – Por várias.

Outros moradores também reclamam da situação.

O estudante Agenor, que mora 12 quilômetros acima, diz que as moscas que vêm do lixão invadem as casas e tornam o ambiente insuportável.

Atualmente, a lei ambiental está

sendo bastante dura com os responsáveis sobre os depósitos de lixo. Apiá aguarda a formação de um aterro sanitário.

Milhares de moscas saem do lixão para atormentar moradores

Reciclar é melhor

Em cidades como Mauá

e Ribeirão Preto, os aterros se mostraram ineficientes. Em Mauá, região do Grande ABC, o condomínio Barão de Mauá, começou a sofrer rachaduras; suspeita-se de gases que estariam sendo liberados.

Em Ribeirão Preto, casas ruíram devido às pressões provocadas pelos gases; nessa cidade, para liberar a área, onde foram construídos edifícios, os engenheiros afirmaram terem utilizados tecnologia de países acostumados com tremores de terra. Não deu certo! Pesquisas apontam para outras soluções e a reciclagem tem sido a mais recomendada.