

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO
DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE
TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE
INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)**

Marcelo Ferreira Pedro

Orientador: Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo

Monografia de Trabalho de Formatura

SÃO PAULO
1999

10 NOV. 1999

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

TF 99/07

**CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE
PARIQUÊRA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE ANÁLISES REALIZADAS EM
UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)**

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

MARCELO FERREIRA PEDRO

Orientador

PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO

Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental

Co-Orientador

GEÓL. SÉRGIO VICENTE LIOTTE

Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental (Pós-Graduação)



DEDALUS - Acervo - IGC



30900004570

SÃO PAULO · 1999

P372
MF.C

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Geografia

1980

ORIENTAÇÃO DA FOLHA DE TÉCNICA DO MUNICÍPIO DE
PAROQUEIA AÇU (17) URBANISMO DE SÃO PAULO REALIZADO EM
UM SISTEMA DE ANÁLISES DE GEOMETRIA E PLANEJAMENTO (1980)

MONITORAMENTO DO URBANISMO DE SÃO PAULO



MANUAL DE TÉCNICA DE PLANEJAMENTO

Geografia

Curso de Arquitetura e Urbanismo

Disciplina de Geografia Urbana e Regional

Disciplina

Curso de Arquitetura e Urbanismo

Disciplina de Geografia Urbana e Regional (1980)

1980

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo (IG-USP) pelo apoio e ajuda.

Ao meu co-orientador e amigo Geól. Sérgio Vicente Liotte (pós-graduação IG-USP) pela atuante participação, paciência e permanente incentivo.

Ao geól. Herbert Hans Rudolf Schulz do Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais (DEPRN) de Pariqüera-Açu, pela total disposição, atenção e acompanhamento dos trabalhos.

A todos os colegas da sala 106 pela constante alegria.

Ao pessoal da gráfica do IG, pela ajuda na apresentação do trabalho.

Agradeço à minha família que foi determinante neste trabalho. Ao Meu pai, minha mãe e minha irmã, que tiveram toda a paciência do mundo nos momentos mais difíceis, e me deram toda a força necessária para a conclusão desta obra.

Ao pessoal do Santo Bar, pelas noites de reflexão proporcionadas.

Aos quase geólogos e amigos Maria Cecília de Oliveira Rennó, Fabíola Membrives Rossato, Rafael Hernandez Silva e Rodrigo Santucci, pela ajuda, cooperação, engajamento. Sem eles esse trabalho de formatura seria muito mais difícil.

Ao amigo que sempre estará conosco, Maurício Rodrigues Silva.

Ao meu camarada Maurício Petinatti Lúcio pelos objetivos sempre alcançados e pelos trabalhos de campo compartilhados.

Aos amigos destes cinco anos de vivência: Luís Fernando D'Agostino, Itamar Araújo Barbosa, Sergio Nobuo Godoy Saito, Nickie Unonius, Alexandre Lessa Ferreira, Edson Kagohara, Paula Regina Pinheiro da Cunha Alves, Marcelo Copia, Daniel Barel Filho, Eduardo Patrício dos Santos, Cláudio Gonçalves Lemos, Cristinis Antônio Ladan, Eduardo Ferrer Ferreira, Paulo Eduardo Solak Sato, André Stern, Carlos Eduardo Pillegi, Leandro Villas Boas, Sidney Schaberle Goveia.

Aos sempre companheiros Raphael e Felipe Diaz Barreto, Gustavo Guilherme Gallo Vieira da Rocha, Cláudio de Almeida Kehdi, Neidyr Cury Neto, Rodrigo Luís Hanna, Omar Chaccur Anauate, Fúlvio Madazio e Antônio Ernesto Carelli.

A todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para a realização desta monografia, os meus eternos agradecimentos.

RESUMO

A utilização da cartografia geotécnica como base para o planejamento físico-territorial dos municípios, é uma das formas mitigadoras às conseqüências da explosão demográfica que acompanha o desenvolvimento econômico dessas regiões.

Frente a esse fato, escolheu-se o Município de Pariqüera-Açu, localizado no Vale do Rio Ribeira de Iguape e margeada pela Rodovia Federal Regis Bittencourt (BR-116), formando uma importante rota comercial que liga a Região Sudeste com a Região Sul do Brasil, e ainda, essas regiões a todos os países do Mercosul.

Além disso, as ferramentas existentes para a execução das análises de cartografia geotécnica (Geoprocessamento), estão cada vez mais avançadas, facilitando sua realização e melhorando os resultados obtidos.

Foi utilizada a metodologia proposta por PRANDINI (*in* ABGE, 1995), a qual julgou-se a mais adequada em relação às necessidades da análise do município.

A análise por critérios múltiplos (MCE – *multi criteria evaluation*) realizada através do programa Idrisi, apresentou bons resultados. Unindo-se as informações obtidas – a pedologia, mapa de declividades, uso e ocupação, susceptibilidade à erosão e áreas com risco à inundação – foram feitas as análises do tipo *Booleana* e por combinação linear ponderada (WLC – *Weight Linear Combination*), delimitando-se as unidades homogêneas, resultando na carta geotécnica do Município de Pariqüera-Açu na escala 1:50.000.

Contudo, a escala de trabalho mostra um padrão regional de características geológico-geotécnicas, servindo portanto como subsídio para análises posteriores que necessitem de maior detalhamento para o fim desejado.

ABSTRACT

The use of Geotechnical Cartography as a base for the physical-territorial planning of the cities, is a way to decrease the consequences of the accelerated demographic raise that is generally related with the economic development of this regions.

In this way, was chosen Pariqüera-Açu Town, located in the Valley of Ribeira de Iguape River and bordered by Régis Bittencourt Highway (BR-116), used as an important trade route, that bound the Southeast Region with the South Region of Brazil, and again, this regions with the other countries of Mercosul.

Also, the existing tools for geotechnical cartography analysis (GIS) advance very rapidly, making it's utilization easier and the results better.

The method proposed by PRANDINI (*in* ABGE, 1995) was used, for it's more adequate in relation to the needs of the town.

The analysis by Multi Criteria Evaluation (MCE) using the software Idrisi showed good results. The information obtained – the pedology, the slope map, land use, susceptibility of erosion and areas with inundation risks – where put together and analysis of Weight Linear Combination (WLC) and of the Boolean type where made, identifying homogeneous units, and the final result was the geotechnical map of Pariqüera-Açu town in scale 1:50.000.

However, the scale of work used shows a regional pattern of geological-geotechnical characteristics, which makes this work as reference for others more detailed analysis for a specific end.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Localização e Justificativas do Projeto	1
2. OBJETIVOS DA PESQUISA	4
3. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE RISCOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS E AMBIENTAIS	5
3.1. Processos de Dinâmica Superficial	9
3.1.1. Tempo, espaço e velocidade	10
3.1.2. Erosões	11
3.1.3. Inundações	18
4. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS	19
4.1. Conceitos	19
4.2. Programas Utilizados na Pesquisa	19
4.3. Entrada de Dados	19
4.3.1. Objetivo da Digitalização	20
4.3.2. Fontes dos Dados	20
4.4. Idrisi for Windows 2.0	21
4.4.1. Importação dos Vetores no Formato DXF	21
5. TRABALHOS ANTERIORES	22
5.1. Cartografia Geotécnica	22
5.1.1. Breve Histórico	22
5.1.2. Metodologias Analisadas	25
5.1.2.1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas	25
5.1.2.2. Zuquette (Escola de Engenharia de São Carlos)	25
5.1.2.3. Método do Detalhamento Progressivo	26
5.2. Pariquera-Açu	26
5.2.1. Breve Histórico do Município	26
5.2.2. Trabalhos a respeito do município	27
6. CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA NO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU COMO BASE PARA O PLANEJAMENTO FÍSICO-TERRITORIAL	29
6.1. Metodologia Utilizada	29
6.2. Aspectos Fisiográficos	31
6.2.1. Geologia	32

6.2.2.	Geomorfologia	32
6.2.3.	Pedologia.....	33
6.2.3.1.	Fatores que influenciam a formação do solo	33
6.2.3.2.	Perfil de solo.....	35
6.2.3.3.	Solos do Município de Pariquera-Açu: classes de solos e características geotécnicas	36
6.2.3.3.1.	Solos Minerais Não-hidromórficos.....	36
6.2.3.3.2.	Solos Hidromórficos Minerais	40
6.2.3.3.3.	Outros Solos	41
6.2.4.	Uso e Ocupação.....	42
6.2.5.	Mapas de Capacidade de Uso, Recursos Naturais e Aptidão Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas.....	42
6.2.6.	Precipitação Pluviométrica	42
6.3.	Uso e Ocupação.....	43
7.	CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU	44
7.1.	Dificuldades Surgidas	44
7.2.	Modelo Numérico de Terreno – MNT	45
7.3.	Carta de Declividades.....	46
7.4.	Análises Realizadas – Avaliação por Critérios Múltiplos (MCE)	46
7.4.1.	Análise Booleana para Locais Restritos à Urbanização	46
7.4.2.	Criação do parâmetro “Drenagens e Regiões Alagadiças”	47
7.4.3.	Criação do parâmetro “Restrição Ambiental”	48
7.4.4.	Criação do parâmetro “Uso do solo”	49
7.4.5.	Criação do parâmetro “Declividades”	49
7.5.	Análise pela Combinação Linear Ponderada (WLC)	49
7.5.1.	Criação do parâmetro “Declividades”	50
7.5.2.	Criação do parâmetro “Pedologia”	50
7.5.3.	Criação do parâmetro “Inundação”	50
7.5.4.	Criação do parâmetro “Erosão”	50
7.5.5.	Criação da máscara “Restrições Ambientais”	51
7.6.	Separação das Unidades Homogêneas	51
7.6.1.	Definição das Classes de Risco com base na análise do perímetro urbano	51
7.7.	Carta Geotécnica do Município na escala 1:50.000	52
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	53
8.1.	Formas Mitigadoras aos Riscos Naturais	53
8.2.	A Carta Geotécnica do Município de Pariquera-Açu na escala 1:50.000.....	56
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

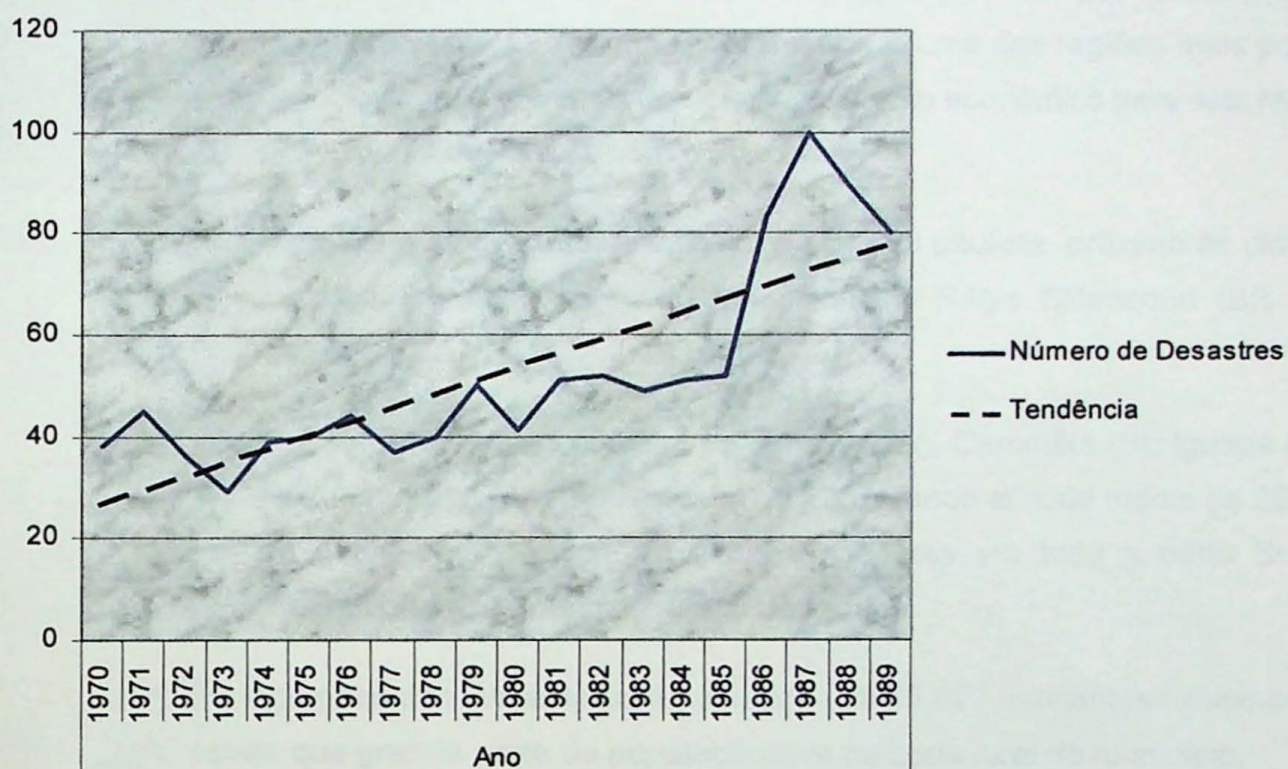
ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1. Localização do Município de Pariqüera-Açu.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3.1. Classificação de riscos ambientais com destaque para os riscos de natureza geológica (CERRI e AMARAL (1998)).</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3.2. Padrões de mudança (MAYER, 1990 apud INFANTI JR. et al. 1998).....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3.3. Valores médios anuais de erosão da chuva do Estado de São Paulo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3.4. Tipos de leitos fluviais (CHRISTOFOLETTI, 1972)</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6.1. Metodologia para elaboração de carta geotécnica: etapas e produtos (ABGE, 1995).</i>	<i>31</i>
<i>Figura 6.2. Perfis esquemáticos de diferentes solos em substrato de arenito, com nomenclatura pedológica e geotécnica (SALOMÃO & ANTUNES, 1998)</i>	<i>35</i>
<i>Figura 6.3. Dados coletados pelo Instituto Agrônomo de Campinas do Índice de Pluviosidade do Município de Pariqüera-Açu (média de 35 anos de coleta)</i>	<i>43</i>
<i>Figura 8.1. Escada hidráulica para a dissipação da energia das águas pluviais (IPT, 1990)</i>	<i>54</i>
<i>Figura 8.2. Canaleta e escada hidráulica – visão geral (IPT, 1991)</i>	<i>55</i>
<i>Figura 8.3. Corte transversal típico de uma via local (IPT, 1991)</i>	<i>56</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1. LOCALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS DO PROJETO

O crescimento populacional cada vez mais vem se tornando uma preocupação. É crescente o número de acidentes naturais associados à ocupação antrópica, ocasionando prejuízos materiais e, em alguns casos, desastres sociais (gráfico 1.1).



Fonte: SIGMA 2/90, SWISS REINSURANCE COMPANY (1990) apud CERRI (1993).

Gráfico 1.1. Número de desastres naturais no período de 1970-1989 (CERRI, 1993).

Para tanto, é necessário que se tomem medidas mitigadoras preventivas, para que haja um melhor direcionamento e viabilização do crescimento urbano, ou seja, faz-se necessário o planejamento urbano.

Porém, concomitante a esse progresso desastroso, houve um grande avanço técnico-científico na área de prevenção e recuperação de áreas degradadas por acidentes de causas naturais.

Um grande instrumento de prevenção e auxílio ao crescimento das atuais cidades é a carta geotécnica. Trata-se de uma compilação de dados referentes ao meio físico e social de uma localidade que são cruzados a fim de se obter áreas potencialmente mais viáveis à expansão urbana. Com isso, o processo de planejamento urbano passa a ter uma base definida e assim, espera-se que ocorra uma diminuição significativa no número de acidentes associados ao crescimento populacional desorganizado. Segundo BROLLO *et al.* (1996),

uma carta geotécnica deve resultar em recomendações e diretrizes gerais e específicas para o planejamento do meio físico em estudo.

Atualmente, a compilação desses dados tornou-se muito mais facilitada devido às ferramentas digitais existentes no mercado, como por exemplo os Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIG).

O projeto foi executado no município de Pariquêra-Açu, que se localiza a sul do Estado de São Paulo, no Vale do Rio Ribeira de Iguape, próximo aos municípios de Jacupiranga, Cananéia e Iguape. O Vale do Ribeira ainda é uma das regiões mais pobres do Estado, porém existe grande esperança de desenvolvimento econômico para esta região, já que esta forma o “corredor” de ligação com o Mercosul.

O Município de Pariquêra-Açu dista 212 km da capital paulista, próximo às cidades de Registro e Jacupiranga; sendo acessado pela Rodovia Régis Bittencourt (BR 116) (figura 1.1, na página 3).

O município é limítrofe com as cidades de Registro (N), Cananéia (S), Iguape (E) e Jacupiranga (W). Possui temperatura média anual de 22°C, tendo altitude média de 25m. É um local de relevo suave com pequenos morros e morrotes em toda a parte Sul do município pertencendo à zona fisiográfica do litoral de Iguape.

Pariquêra-Açu possui atualmente uma população de 15.827 habitantes (último censo IBGE, 1996), sendo que grande parte da população vive na zona rural do município.

É uma cidade que conta com uma ótima infra-estrutura hospitalar; o hospital municipal de Pariquêra-Açu é o melhor de toda a região do Vale do Ribeira.

Muitas pessoas visitam o município devido ao seu potencial eco-turístico, onde estão situados dois parques, um estadual e outro municipal.

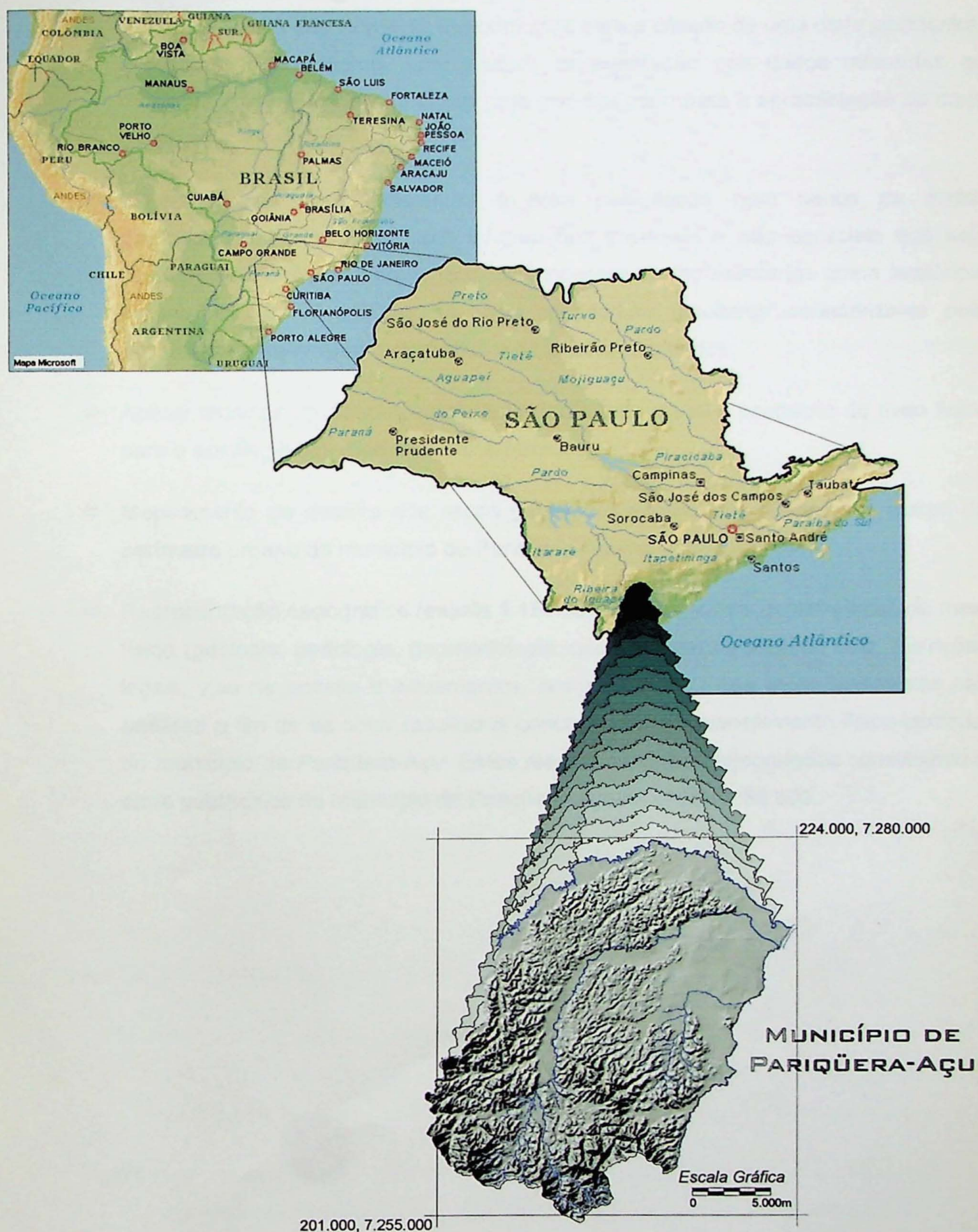


Figura 1.1. Localização do Município de Pariquera-Açu (SP).

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

- ⇒ Levantamento bibliográfico dos diversos trabalhos relacionados ao município de Pariqüera-Açu e das inúmeras metodologias para a criação de uma carta geotécnica. Procura-se neste tópico, uma melhor representação dos dados referentes ao município, já que ainda não existe uma padronização para a apresentação da carta geotécnica;
- ⇒ Organizar os dados referentes à área pesquisada num banco de dados georreferenciado composto por informações espaciais e não espaciais que seja susceptível a consultas cujas respostas possam ser apresentadas como relatórios, mapas, tabelas e gráficos, ou seja, o produto resultante caracteriza-se pela possibilidade de análise quantitativa e qualitativa dos dados;
- ⇒ Aplicar técnicas de geoprocessamento analisando o uso e ocupação do meio físico para o auxílio no planejamento físico-territorial;
- ⇒ Mapeamento de detalhe dos riscos geológicos-geotécnicos observados dentro do perímetro urbano do município de Pariqüera-Açu na escala 1:25.000;
- ⇒ Representação cartográfica (escala 1:150.000) dos principais componentes do meio físico (geologia, pedologia, geomorfologia, uso e ocupação atual do solo, restrições legais, vias de acesso e arruamentos, drenagens, etc.) que serão pertinentes nas análises a fim de se obter resultados concretos para o planejamento físico-territorial do município de Pariqüera-Açu. Estes resultados serão cartografados constituindo a carta geotécnica do município de Pariqüera-Açu na escala 1:50.000.

3. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE RISCOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS E AMBIENTAIS

Nesta fase do trabalho procurou-se reunir todos os dados referentes ao Município de Pariqüera-Açu, área alvo para a pesquisa, além de se realizar uma revisão bibliográfica para um melhor entendimento da dinâmica da área.

Ainda nesta fase, procurou-se identificar todas as possibilidades de ocorrência dos processos superficiais (erosões, ravinamentos, inundações, etc.) a fim de se obter áreas potencialmente favoráveis aos processos, que certamente trariam algum tipo de risco à ocupação antrópica.

Foi escolhido o perímetro urbano do Município pelo simples fato de que é nesta área onde ocorre a maior potencialidade de danos sócio-econômicos ao município, por possuir densidades populacionais mais elevadas e maior concentração de obras de infra-estrutura.

Os resultados obtidos com as análises realizadas para o perímetro urbano servirão de parâmetros para a confecção do mapa de riscos geológicos-geotécnicos do restante do Município de Pariqüera-Açu.

Os riscos naturais iniciaram a ser objeto de estudo nos anos de 60 e início da década de 70 (GARIBALDI, 1998). No Brasil, CERRI (1993) realizou estudos para a sistematização do tema.

Apesar do avanço técnico-científico em relação à análise e controle de riscos naturais ter sido grande nas últimas décadas, os termos evento, acidente, desastre, susceptibilidade e risco, ainda não são utilizados como termos genéricos (AUGUSTO FILHO, 1994).

Segundo GARIBALDI (1998), ainda não existe uma definição para o termo “desastre”, e assim surgem várias enunciações como as apresentadas a seguir:

- mais de um milhão de dólares em danos, ou mais de cem mortes, ou mais de cem pessoas feridas (Grupo de Investigação Sobre Perigos Naturais da Universidade do Colorado – EUA);
- um acontecimento (ou série de acontecimentos) que perturba seriamente as atividades normais (Cisin e Clark, Man and Society in Disaster, 1962);
- de 1.000 a 1.000.000 de pessoas mortas ou em perigo iminente de morte (Daily Telegraph Londres, 1972);

- "... ameaça iminente de feridos, ou de perda de vidas, ou de danos em propriedades, produzida por qualquer causa, tanto natural como artificial..." (Office of Emergency Prepare – EUA, 1972);
- "um acidente de grandes proporções" (Walker, Studio Vista, Londres, 1973).

AUGUSTO FILHO *et al.* (1990), apresentaram as seguintes conclusões com relação ao emprego destes termos em artigos internacionais:

- os termos/conceitos "natural events" e os "hazards/disasters", fazem parte de dois grandes conjuntos de termos, cuja diferença relaciona-se à ocorrência ou não de danos sócio-econômicos;
- entre os conceitos "hazard" e "disaster" existe uma diferenciação temporal, onde "hazard" refere-se a uma condição potencial, e "disaster" traduz o acontecimento em si.

Segundo esse pensamento, os autores consideram desastre como caso de um acidente de grandes proporções, com perdas e danos sociais e/ou econômicos.

PARK (1991) *apud* CERRI (1993), procurou diferenciar acidente, desastre e catástrofe, tomando-se como base a tipologia do fenômeno, sua extensão e a magnitude das conseqüências decorrentes de sua deflagração. Entende-se que para o autor, catástrofe ou desastre são os acidentes mais extremos, e estão associados a enchentes, furacões, tornados, terremotos, *tsunamis* e grandes incêndios.

Segundo CERRI (1992) *apud* GARIBALDI (1998), acidente é o fato já ocorrido, onde foram registradas conseqüências sociais e econômicas relacionadas diretamente com o fato; risco seria uma condição potencial de ocorrência de um acidente.

ZUQUETTE (1993), apresentou uma série de conceituações e definições comumente empregadas nos trabalhos de análise de riscos (quadro 3.1).

Quadro 3.1. Conceituação de termos empregados nos trabalhos de análise de riscos (ZUQUETTE, 1993).

EVENTO	fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo.
EVENTO PERIGOSO (HAZARD)	representa um perigo (latente) que se associa a um fenômeno de origem natural ou provocado pelo homem, que se manifesta em um lugar específico, em tempo determinado, produzindo efeitos adversos nas pessoas, nos bens e/ou no meio ambiente.
PROCESSO PERIGOSO	conjunto de fenômenos que antecedem o evento perigoso puro (<i>hazard</i>) e que é tomado erroneamente como sinônimo de evento perigoso (<i>hazard</i>) que conceitualmente são perigosos.
VULNERABILIDADE	característica intrínseca de um sujeito, sistema ou elemento que estão expostos a um evento perigoso (<i>hazard</i>), correspondendo à predisposição destes em serem afetados ou susceptíveis a perdas. É expressa em uma escala que varia de 0 (sem perdas) a 1 (perdas totais).
RISCO	é a probabilidade de que ocorram perdas (econômicas, sociais e ambientais), além de um valor limite considerado normal ou aceitável para um lugar específico durante um período de tempo determinado. É considerado o resultado da relação entre um <i>hazard</i> e vulnerabilidade dos elementos (seres humanos, residências, entre outros) expostos.

AUGUSTO FILHO (1994), considera difícil a obtenção de definições universais para acidentes e riscos pois vários parâmetros estão envolvidos como culturais, sociais e econômicos.

CERRI (1993), relata sobre a grande diversidade de definições, principalmente de acidente, desastre e catástrofe, enquanto com relação ao conceito de risco tal fato não se verifica, havendo sempre uma tendência em associar risco a “uma situação potencial de perdas e danos ao homem”.

AUGUSTO FILHO *et al.* (1990), descreve risco geológico como uma situação de perigo, perda ou dano social e econômico, devida a uma condição geológica ou a uma possibilidade de ocorrência de problema geológico, induzido ou não.

CERRI (1993), define o risco geológico como uma situação de perigo, perda ou dano, ao homem e às suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não. Associado a essa definição, o autor descreve risco geotécnico como apenas os casos onde a ocorrência de processos geológicos sofre a interferência direta de algum tipo de obra de engenharia.

AUGUSTO FILHO *et al.* (1990), subdividiram os riscos naturais em:

- *riscos atmosféricos*: relacionados aos processos do domínio da atmosfera;
- *riscos geológicos*: relacionados aos processos do domínio da hidrosfera e da atmosfera onde estes podem ser, ou não induzidos pelo homem.

Os termos risco atual e risco potencial foram definidos por CENDRERO (1987) e IPT (1993) *apud* CERRI (1993), da seguinte maneira:

- *risco atual*: risco instalado em áreas já ocupadas;
- *risco potencial*: susceptibilidade à ocorrência de processos em áreas ainda desocupadas.

CERRI e AMARAL (1998) descrevem a distribuição do risco geológico podendo ser representada de duas maneiras na carta de risco:

- **cadastramento de risco**, no qual são plotados os pontos notáveis sujeitos a risco, com indicação do grau de risco, acompanhados da adequada documentação sobre processos geológicos e possíveis danos, representados em croquis esquemáticos e fotografias locais
- **zoneamento de risco**, no qual são delimitadas as zonas homogêneas em relação ao grau de risco geológico, estabelecendo tantas classes de áreas de risco quantas necessárias, levando-se em consideração a qualidade e a quantidade das informações coletadas.

Ainda de acordo com os autores, eles consideraram os riscos ambientais como a classe mais significativa de riscos, pois a eles estão associados às situações potenciais de perda e danos ao homem, tanto em relação aos meios naturais e antrópicos, quanto em termos das atividades modificadoras do ambiente. Os autores subdividiram os riscos ambientais em três classes: naturais, sociais e tecnológicos (figura 3.1).

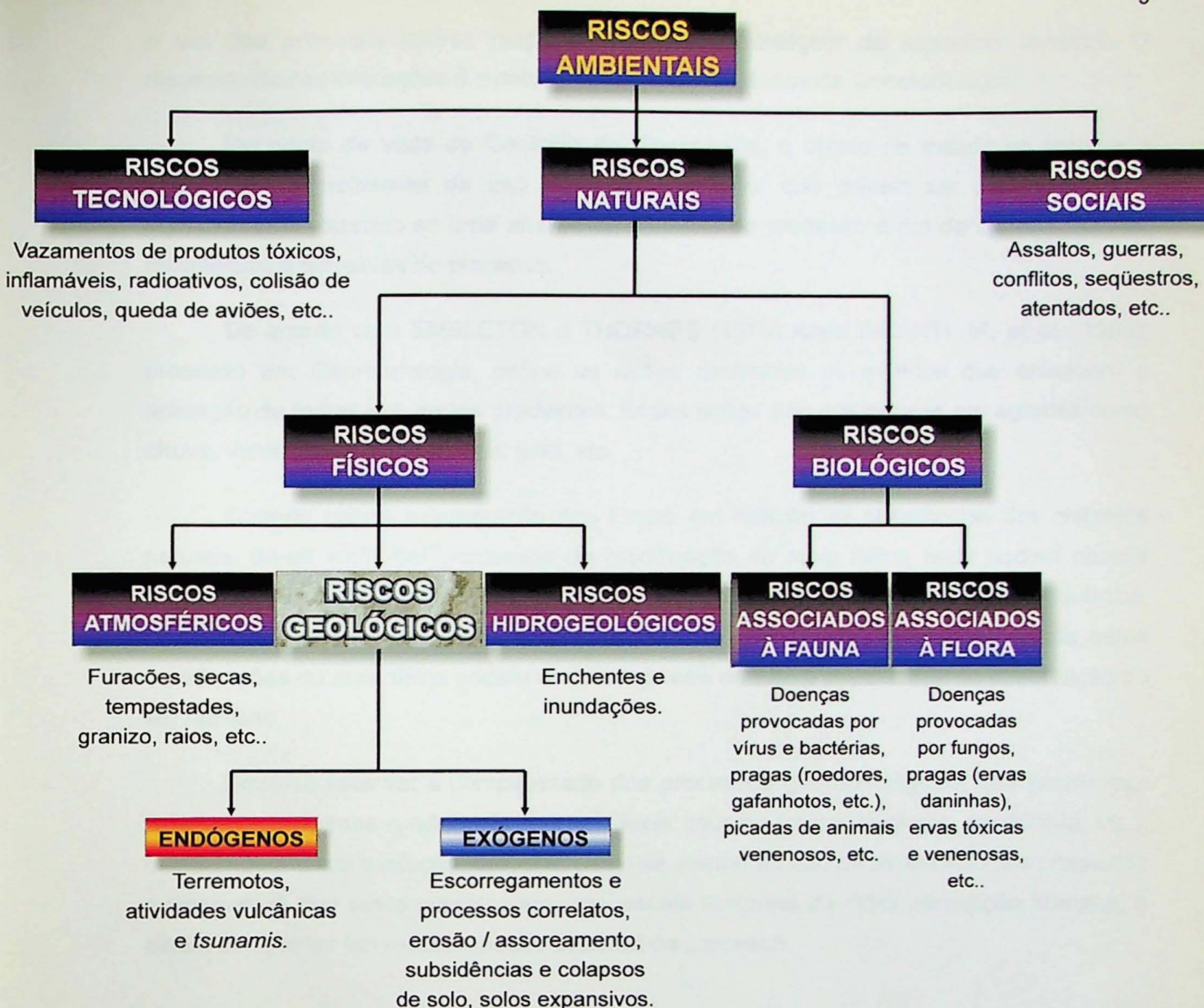


Figura 3.1. Classificação de riscos ambientais com destaque para os riscos de natureza geológica (CERRI e AMARAL (1998)).

3.1. PROCESSOS DE DINÂMICA SUPERFICIAL

Serão apresentados neste tópico, as definições e conceitos dos principais processos modificadores da geomorfologia, explicando sua ocorrência e principalmente onde essas feições são mais comumente encontradas. Serão discutidos apenas os processos erosivos e de inundação, pois foram os únicos observados no Município de Pariquera-Açu.

Os processos de dinâmica superficial são regidos principalmente pela energia solar e gravitacional, que modificam a superfície da Terra e que agem na interface entre a hidrosfera, a atmosfera e a litosfera. Sendo assim, pode-se dizer que a dinâmica superficial

é um dos principais fatores responsáveis pela modelagem da superfície terrestre. O resultado destas interações é a paisagem, objeto de estudos da Geomorfologia.

Do ponto de vista da Geologia de Engenharia, o objeto de estudo se resume a solucionar os problemas de uso do meio geológico, que devem ser adequadamente equacionados, fazendo-se uma análise quantitativa do processo a fim de se obter formas mitigadoras e corretivas ao processo.

De acordo com EMBLETON e THORNES (1979) *apud* INFANTI JR. *et al.* (1998), processo em Geomorfologia, define as ações dinâmicas ou eventos que envolvem a aplicação de forças sob certos gradientes. Essas ações são provocadas por agentes como chuva, vento, ondas, marés, rios, gelo, etc.

Quando ocorre a superação das forças em relação as resistências dos sistemas naturais, dá-se início aos processos de modificação do meio físico, onde podem ocorrer mudanças por deformações de terreno, de posição ou em sua estrutura química. Dependendo da velocidade em que ocorram os processos ou da interação das forças, estas modificações do meio físico podem ser perceptíveis ou não à capacidade de observação do ser humano.

Deve-se salientar a complexidade dos processos geomorfológicos, que geralmente refletem não apenas a interação das variáveis causais (clima, geologia, morfologia, etc.), mas também a sua evolução temporal. Deve-se atentar ao fato do dinamismo dos processos exógenos, já que estes ocorrem em uma escala temporal de difícil percepção humana, e ainda, sempre ter em mente a noção espacial do processo.

3.1.1. TEMPO, ESPAÇO E VELOCIDADE

- *Tempo*: é uma seqüência cumulativa de eventos, medida em incrementos iguais, por instrumentos ou manifestação de fenômenos naturais. Portanto, o tempo move-se somente em uma direção, determinando a irreversibilidade dos eventos.
- *Taxas*: refere-se à velocidade em que ocorre o processo, ou seja, às mudanças de um parâmetro em um certo período de tempo.
- *Espaço*: semelhante ao tempo, é uma seqüência de locações medida em incrementos iguais. Geralmente, assume-se um espaço euclidiano tridimensional (XYZ).
- *Declividade*: é a taxa de variação da altura (Z) ao longo de uma distância X (ou Y). Similar ao tempo, as variáveis espaciais podem ser discretas ou contínuas, ou seja,

acompanhando-se o comportamento de uma variável ao longo do tempo, pode-se reconhecer diversos padrões de mudança, na qual apresenta diversas condições de equilíbrio. Na figura 3.2 pode-se observar os diversos padrões de mudança.

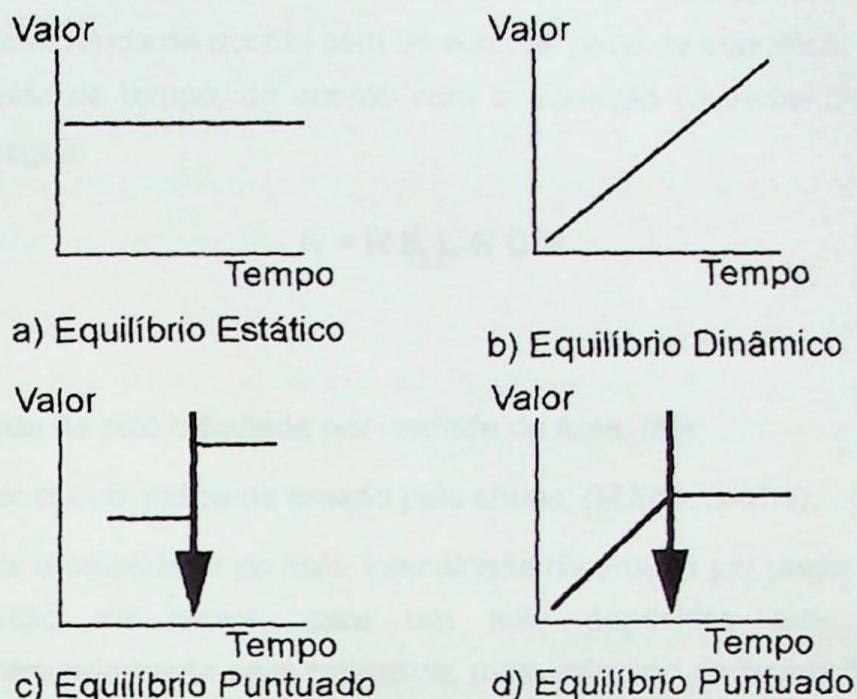


Figura 3.2. Padrões de mudança (MAYER, 1990 apud INFANTI JR. et al. 1998)

3.1.2. EROSÕES

Segundo SALOMÃO & IWASA (1995) apud INFANTI JR. et al. (1998), define-se por erosão o processo de desagregação e remoção das partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e organismos (plantas e animais).

Os processos erosivos muitas vezes estão associados à ocupação humana, quando a velocidade do processo é muito maior que a formação do solo, não permitindo a recuperação do terreno natural. Trata-se deste fenômeno como **erosão acelerada** ou **erosão antrópica**. Existe outra abordagem para erosão, que é a ocorrida em equilíbrio à formação do solo, chamada **erosão natural** ou **erosão geológica**, porém este tipo de erosão não será abordado neste relatório.

AGENTES CAUSADORES E CONSEQUÊNCIAS

A ocupação antrópica e todas as suas fases de preparação à ela, desmatamento e seguido pelo cultivo de terra, construção de estradas, criação e expansão de vilas e cidades, sobretudo quando ocorrida de forma desordenada, são fatores determinantes ao início e evolução dos processos erosivos. Posteriormente, estes processos passam a ser regidos por diversos fatores naturais relacionados às características da chuva, do relevo, do solo, e da cobertura vegetal. Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, estima-se no

Estado de São Paulo, que 80% da área cultivada esteja sofrendo processo erosivo além dos limites da tolerância, representando uma perda anual de aproximadamente 200 milhões de toneladas de terra, com prejuízos econômicos fabulosos, pois além da queda de produtividade e da perda de fertilizantes/sementes, são necessários investimentos na recuperação do solo. Ainda de acordo com os autores, pode-se quantificar o volume de terra perdida por unidade de tempo, de acordo com a *Equação Universal de Perda de Solos* (EUPS), dada a seguir:

$$A = R K L S C P$$

onde:

- A = perda de solo calculada por unidade de área, t/ha;
- R = fator chuva: índice de erosão pela chuva, (MJ/ha.mm/ha);
- K = fator erodibilidade do solo: intensidade de erosão por unidade índice de erosão da chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as operações culturais normais, em um declive de 9% e comprimento de rampa de 25m, t/ha/ (MJ/ha.mm/ha);
- L = fator comprimento do declive: relação de perda de solo entre um comprimento de declive qualquer e um comprimento de rampa de 25m para o mesmo solo e grau de declive;
- S = fator grau de declive: relação de perda de solos entre um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa;
- C = fator uso e manejo: relação entre perda de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, isto é, nas mesmas condições em que o fator K é avaliado;
- P = fator prática conservacionista: relação entre a perda de solo de um terreno cultivado com determinada prática e a perda quando se planta morro abaixo.

CHUVA (R)

O principal agente causador das erosões é a água. Todo processo erosivo de solo é deflagrado pelas chuvas e compreende basicamente os seguintes mecanismos: impacto das gotas sobre a superfície do solo, que provoca a desagregação das partículas, caindo com

velocidade e energia variáveis, posteriormente pode ocorrer a remoção e transporte pelo escoamento superficial, e deposição dos sedimentos produzidos, formando depósitos de assoreamento.

Pode-se separar os processos erosivos em três tipos distintos. Dois dependem exclusivamente de como se processa o escoamento das águas superficiais ao longo de uma encosta, e o outro depende também da influência do aquífero freático para o seu desenvolvimento, pois ocorre o processo de erosão interna (*piping*) do terreno; a este tipo de erosão chama-se de **boçoroca**.

Nas boçorocas ocorrem diversos outros processos superficiais associados, como erosão superficial, erosão interna, solapamentos, desabamentos e escorregamentos, que se conjugam e conferem a esse tipo de erosão característica de rápida evolução e elevado poder destrutivo (SALOMÃO & IWASA, 1995 *apud* INFANTI JR. *et al.*, 1998).

A respeito das erosões que dependem apenas do escoamento superficial, se ocorrer de forma difusa causando a remoção progressiva e uniforme dos horizontes, chama-se este processo de **erosão laminar**. Já se o escoamento superficial ocorrer de forma que o fluxo acompanhe linhas preferenciais, gerando pequenas incisões na superfície do terreno em forma de sulcos, que podem evoluir, por aprofundamento, para ravinas, a este processo denomina-se **erosão linear**.

A erosão linear profunda, em áreas urbanas, ocorre associada à concentração de escoamento das águas superficiais através das ruas e redes de galerias pluviais e de esgotos que, quando lançados nos talvegues receptores, resultam na abertura de grandes ravinas ou até mesmo de boçorocas.

Pode-se quantificar a capacidade da chuva provocar erosão, a esse dado designa-se *erosividade*. Enquanto os outros fatores que provocam a perda de solos por erosão são mantidos constantes, a erosividade é proporcional ao produto da energia cinética total das gotas de chuva e sua intensidade máxima em trinta minutos. Segundo WISCHMEIER & SMITH, 1978 *apud* BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, este produto foi obtido experimentalmente e é considerada a melhor relação encontrada para medir a potencialidade erosiva da chuva ou erosividade.

Esse produto representa um termo de interação que mede o efeito de como a erosão por impacto, o salpico e a turbulência se combinam com a enxurrada para transportar as partículas de solo desprendidas. A energia das gotas de chuva aqui descritas é decorrente do movimento realizado, que é expressa em MJ/ha.mm de chuva e pode ser equacionada da seguinte forma:

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log I$$

onde:

E_c = energia cinética em MJ/ha-mm;

I = Intensidade da chuva em milímetros.

Considerando que as gotas de tamanho médio não continuam a aumentar quando a intensidade de chuva excede de 76mm/ha, esse valor é o limite superior do campo de definição da variável I , sendo a energia cinética igual a 0,283 MJ/ha.mm.

Os valores de intensidade máxima em trinta minutos são calculados pelos diagramas de pluviógrafos. O índice de erosão I_{30} é dado pelo produto:

$$EI_{30} = E_c \cdot I_{30}$$

onde:

EI_{30} = índice de erosão em MJ/ha multiplicado por mm/hora;

E_c = energia cinética da chuva;

I_{30} = intensidade máxima em 30 minutos, em mm/hora.

Somando-se os valores de EI de cada chuva, isoladamente, em certo período, pode-se ter uma avaliação numérica da erosividade da chuva dentro deste período. Para o cálculo de perda de solos anuais em uma dada região, basta somar todos os valores de EI , para as chuvas caídas em um ano neste local que apresentem apreciável perda de solo (maiores que 10mm).

O valor R da equação, para dado local, é a média aritmética dos valores anuais de EI , de dados obtidos em um período de vinte anos ou mais.

Porém, a escassez de dados de pluviógrafos ou até mesmo a inexistência deles, e o dificultoso trabalho para as análises de diagramas de pluviógrafos para o cálculo da energia cinética, fez com que vários autores buscassem alguma outra relação que fosse mais usual e fácil de se trabalhar. Utilizando-se 22 anos de registros de precipitação de Campinas, LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER, 1980 *apud* BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, encontraram alto coeficiente de correlação para a regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente da chuva, modificado do coeficiente original proposto por Fournier. A relação obtida é a seguinte:

$$EI = 89.823(r^2/P)^{0,759}$$

onde:

EI = média mensal do índice de erosão em MJ/ha-mm;

r = precipitação média mensal em mm;

P = precipitação média anual em mm.

Portanto, para o cálculo do índice de erosão médio anual (fator R) para um dado local, deve-se somar os valores mensais dos índices de erosão. Com dados adquiridos por um período superior a vinte anos, essa equação estima com relativa precisão os valores médios de EI para uma certa região, utilizando-se somente os valores totais de chuva, que são disponíveis para muitos lugares.

Na figura 3.3, pode-se observar o mapa de isoerodentes realizado por LOMBARDI NETO *et al.*, 1976 *apud* BERTONI & LOBARDI NETO, 1990, onde os autores utilizaram os dados adquiridos de 115 localidades do Estado de São Paulo. Na figura, as linhas representam os valores médios anuais de erosividade da chuva, e também, o fator chuva na equação de perda de solo; nota-se que os valores localizados entre as isolinhas podem ser adquiridos linearmente.

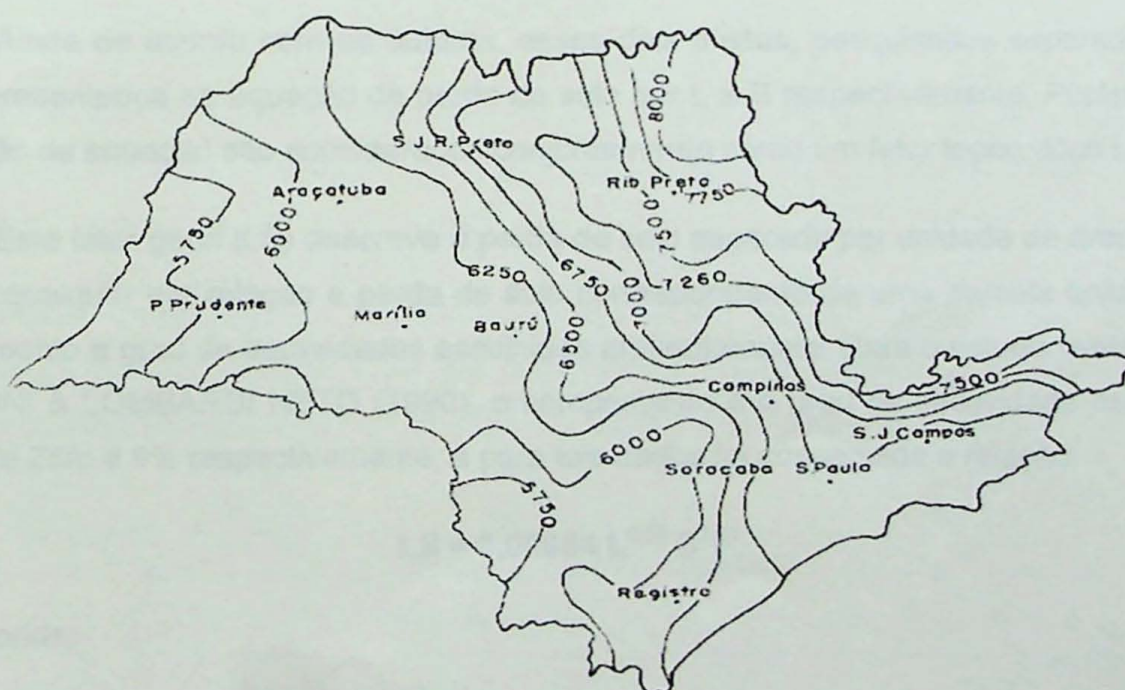


Figura 3.3. Valores médios anuais de erosão da chuva do Estado de São Paulo (BERTONI & LOBARDI NETO, 1990)

Em Pariquera-Açu, estudos realizados por LIOTTE (1999) obtiveram valores que estão próximos aos obtidos no mapa de isoerodentes, porém os valores obtidos no mapa

são de pouca confiabilidade pois não estão georreferenciados servindo portanto como uma contraprova dos resultados.

SOLOS

ERODIBILIDADE DO SOLO (K)

A erodibilidade do solo é diferente de erosão do solo. A intensidade de erosão de uma área qualquer pode ser influenciada mais pelo declive, características das chuvas, cobertura vegetal e manejo, do que pelas propriedades do solo. Entretanto, alguns solos são mais facilmente erodíveis que outros, mesmo quando as condições de erodibilidade (declive, precipitação, etc.) são as mesmas. Essa diferença é atribuída às propriedades inerentes ao solo, que é denominada como erodibilidade do solo.

O fator erodibilidade do solo (K) tem seu valor quantitativo determinado experimentalmente em parcelas unitárias, dadas pela perda de solo (A), por unidade de índice de erosão da chuva (EI).

TOPOGRAFIA

COMPRIMENTO E GRAU DE DECLIVE (LS)

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), a intensidade de erosão pela água é grandemente afetada tanto pelo comprimento do declive como pelo seu gradiente.

Ainda de acordo com os autores, esses dois efeitos, pesquisados separadamente, são representados na equação de perda de solo por L e S respectivamente. Porém para a aplicação da equação são considerados conjuntamente como um fator topográfico LS.

Este fator geral (LS) descreve a perda de solo esperada por unidade de área em um declive qualquer em relação a perda de solo correspondente de uma parcela unitária com comprimento e grau de declividades escolhidos arbitrariamente. Para o estudo realizado por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), o comprimento e o grau de declividade escolhidos foram de 25m e 9% respectivamente, e para tais dados foi conseguida a relação:

$$LS = 0,00984 L^{0,63} S^{1,18}$$

onde:

LS = fator topográfico;

L = comprimento da rampa em metros;

S = grau de declive, em porcentagem.

COBERTURA VEGETAL

A cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão. Entre os principais efeitos da cobertura vegetal, por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) destacam os seguintes:

- proteção contra o impacto direto das gotas de chuva;
- dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial;
- aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes;
- aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica.

A cobertura vegetal influi na determinação da perda de solo por erosão laminar, dada pelos valores *uso e manejo do solo (C)* e *práticas conservacionistas (P)*.

USO-MANEJO DO SOLO (C)

Este fator significa a influência de áreas cultivadas na região, que irão causar um decréscimo na perda de solo total da área, devido a proteção dada ao solo pelas culturas existentes. Este fator mostra a relação esperada entre a perda de solo de um terreno cultivado em determinadas condições e a perda correspondente de um terreno mantido continuamente descoberto.

PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS (P)

Este fator descreve a relação entre a intensidade esperada de tal perda com de determinada prática conservacionista e aquelas quando a cultura está plantada no sentido do declive (morro abaixo).

Destacam-se entre as práticas conservacionistas anuais mais comuns: plantio em contorno, plantio em faixas de contorno, terraceamento e alternância de campinas. A tabela 3.1 mostra alguns valores de P da EUPS, para as práticas conservacionistas mais comuns.

Tabela 3.1. Valores de P para a equação de perda de solo (BERTONI & LOMBARDI NETO (1990))

PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS	VALOR DE P
Plantio morro abaixo	1,0
Plantio em contorno	0,5
Alternância de campinas + plantio em contorno	0,4
Cordões de vegetação permanente	0,2

3.1.3. INUNDAÇÕES

Anualmente ocorrem períodos de maior intensidade de precipitação, ocorrendo associadas cheias dos canais fluviais. As *cheias* referem-se às maiores vazões diárias ocorridas em cada ano, fato esse que independe se ocorre associado um processo de inundação.

Pode-se observar na figura 3.4 os três tipos de leitos existentes, que ajudam no entendimento do processo da inundação, são eles:



Figura 3.4. Tipos de leitos fluviais (CHRISTOFOLETTI, 1981 apud INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998)

- **leito menor:** bem delimitado, encaixado entre margens definidas pelos diques marginais. A frequência do escoamento impede o crescimento da vegetação;
- **leito de vazante:** encaixado no leito menor, escoam as águas de estiagem. Acompanha o **talvegue** (linha de maior profundidade do leito);
- **leito maior:** ocupado durante as cheias, esta área corresponde à **planície de inundação**. A largura deste leito é variável de acordo com a intensidade da cheia, distinguindo-se do leito maior periódico, ocupado sazonalmente, e o leito maior excepcional, ocupado apenas durante as grandes cheias.

De acordo com as informações acima expressas, observa-se no Município de Pariquera-Açu, mais detalhadamente no perímetro urbano, que toda a faixa compreendida pelos locais onde a declividade varia de 0 a 5% faz parte do leito maior do Rio Pariquera-Açu, e portanto, possui alto potencial de ocorrência de inundações nessa região, podendo causar altos prejuízos sócio-econômicos ao Município. Pode-se visualizar essa análise no item 7.2. *Carta de Declividades*.

4. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS

4.1. CONCEITOS

Um Sistema de Informações Georreferenciadas ou Geográficas pode ser definido como um sistema digital de gerenciamento de informações espaciais, ou mesmo, como um conjunto de ferramentas digitais usadas para a manipulação de mapas, imagens digitais e tabelas de dados espaciais, tais como levantamentos geoquímicos (BONHAM-CARTER, 1994).

Define-se como Geoprocessamento o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento, e o uso de sistemas que as utilizam. As áreas que se servem das tecnologias de Geoprocessamento têm em comum, o interesse por entes de expressão espacial, sua localização, ou distribuição, ou ainda a distribuição espacial de seus atributos (RODRIGUES, 1990).

A utilização destas tecnologias é justificada pela facilidade de entrada e resgate de dados no sistema, que não seria possível se este não fosse digital, além disso, metodologias de análise recentes tornaram-se passíveis de aplicação somente com a popularização de computadores pessoais de baixo custo.

4.2. PROGRAMAS UTILIZADOS NA PESQUISA

Para a realização deste projeto foram utilizados principalmente os programas *AutoCAD R14*, programa utilizado para a entrada de dados e apresentação final de alguns mapas, e o *Idrisi for Windows 2.0*, este utilizado para as análises em geoprocessamento. Além destes programas, também foram utilizados menos intensamente o *CartaLinx 1.04*, *Corel Draw! 8.0* e *Surfer 6.0*.

4.3. ENTRADA DE DADOS

Como mecanismo de entrada de dados espaciais em formato vetorial, foi utilizado o programa Autocad R14. Este programa pertencente à família dos CADD (*Computer Aided Drafting and Design*), foi escolhido pela sua ótima performance como ferramenta de desenho digital e precisão, e ainda, por possuir funções que facilitam a representação de pontos, linhas e polígonos, que permitem a conversão, edição e impressão de mapas em formato digital.

Outro aspecto importante, que deve ser ressaltado a respeito da escolha do Autocad R14, é a sua grande popularidade, que permite importar e exportar arquivos de extensão

DWG e DXF, para inúmeros outros programas de edição e análise, facilitando o manuseio com os dados digitais.

Segundo a proposta metodológica de GUIMARÃES FILHO (1994), é necessário seguir algumas etapas importantes para que o trabalho final não apresente eventuais erros. A seguir, serão descritas detalhadamente as etapas necessárias para a digitalização desses mapas com programas de CADD e mesa digitalizadora.

4.3.1. OBJETIVO DA DIGITALIZAÇÃO

Deve-se inicialmente estabelecer quais os objetivos a serem alcançados pela digitalização e a partir disso, definir o grau de precisão que o produto final deve alcançar. Neste trabalho, serão discutidas no anexo 1, item "*Configuração das Variáveis de Sistema*", algumas modificações que foram utilizadas e que se adaptaram melhor ao tipo de análise empregada.

De acordo com GUIMARÃES FILHO (1994), o CADD não deve ser usado apenas como um auxílio ao desenhista, mas principalmente como uma poderosa ferramenta de entrada de dados para suprir e ser suprido por programas mais especializados. Dentre eles, GUIMARÃES FILHO (1994) cita os seguintes:

- Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIG);
- Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD);
- Sistemas de Modelos Digitais de Terreno (SDTM);
- Processamento Digital de Imagens (PDI);
- Programas de Geração de Mapas de Isovalores;
- Programas de Análise Estrutural;
- Pacotes Estatísticos, Geoquímicos, Geofísicos.

Uma vez convertidos os mapas analógicos para o formato digital, os dados podem ser intercambiados entre os sistemas acima mencionados, desde que estejam em algum formato compatível para a utilização.

4.3.2. FONTES DOS DADOS

GUIMARÃES FILHO (1994) discute sobre as informações provenientes de diferentes fontes, pois isso é de vital importância para que não ocorram erros significativos nas análises posteriores. Isto pode ser explicado pelas diferenças das bases cartográficas em que cada informação está contida. Este processo é muito comum quando se tem informação contida em imagens de satélite, imagens de radar, fotografias aéreas, bases cartográficas e mapas geológicos, e se deseja uni-las em um mesmo arquivo de CADD. As distorções são

inerentes a cada fonte e divergem entre si. Nesse caso, deve-se selecionar uma base de dados a qual julga-se a mais correta, para assim relacionar os outros dados a esta base, fazendo as eventuais correções através de processos matemáticos.

Todos os procedimentos para a digitalização dos dados estão descritos no anexo 1 – O Processo da Digitalização.

4.4. IDRISI FOR WINDOWS 2.0

Na importação dos vetores gerados no Autocad R14, ocorreram alguns problemas que foram o principal motivo do atraso nas análises. A seguir, serão descritas, passo a passo, todas as operações e comandos utilizados, e ainda, os ocasionais problemas inerentes a estas operações.

4.4.1. IMPORTAÇÃO DOS VETORES NO FORMATO DXF

Para iniciar-se a análise, deve-se primeiramente obter os dados que serão levados aos diferentes métodos analíticos disponíveis no Idrisi. Neste caso, as fontes de dados utilizadas são os vetores gerados pelo Autocad R14, que foram convertidos previamente para o formato DXF (versão 12).

No menu *File* (arquivo), utiliza-se o comando *Import/Export* (importar/exportar). Será aberta uma nova janela, que é o módulo *Import/Export*. Neste módulo, deve-se usar, neste caso, o comando que é encontrado na sequência de menus: *Import* → *Desktop Publishing Formats* → ***DXFIDRIS***, que será o comando utilizado. Iniciado o comando, pede-se o arquivo DXF que contém os dados a serem importados, como por exemplo *drenagem.dxf* e/ou *topog.dxf*. Aparecerá então uma janela onde pode ser escolhida a opção de qual atributo se quer importar do arquivo, isto é, o arquivo do Idrisi gerado pode ter um dos atributos contidos nos vetores DXF. Inicialmente, tentou-se a importação através da opção *name*, o que significa que importaríamos os vetores com os atributos das camadas (*layers*) contidos no arquivo do AutoCAD. Porém, esta prática não foi concluída devido a problemas ocorridos, ainda não explicados, e que atrasaram os trabalhos preliminares. Na importação dos vetores das curvas topográficas, o maior problema ocorrido foi o tamanho do arquivo gerado, que dificultou bastante o seu manuseio e importação. O Idrisi, não aceita vetores que tenham valores superiores a 16.000 pontos, isto é, 16.000 nós. A solução encontrada foi a quebra dos vetores que ultrapassavam esses valores. Para isso usou-se o comando *BREAK* (quebra), que transformou um grande vetor em dois vetores com valores inferiores a 16.000 pontos. Essa solução, embora muito trabalhosa, mostrou bons resultados, e o objetivo dela foi alcançado, concluindo-se a importação dos vetores.

5. TRABALHOS ANTERIORES

5.1. CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA

5.1.1. BREVE HISTÓRICO

Segundo a UNESCO-IAEG (1976) *apud* MACIEL FILHO (1999), mapa geotécnico é um tipo de mapa geológico que fornece uma representação geral de todos aqueles componentes de um ambiente geológico de significância para o planejamento do solo e para projetos, construções e manutenções quando aplicados à engenharia civil e de minas.

As primeiras cartas geotécnicas foram elaboradas na Europa por volta de 1913 (LANGEN (1913) e ZUQUETTE (1985) *apud* GARIBALDI (1998)). Estas cartas eram dirigidas às fundações em cidades alemãs. O principal avanço da cartografia geotécnica deu-se no pós-guerra, devido à necessidade de planejamento e reconstrução das cidades. Nos demais países ocidentais, esse avanço ocorreu nas décadas de 60 e 70.

No Brasil, os primeiros trabalhos a respeito de mapeamentos geotécnicos e relacionáveis, datam da década de 60, com os trabalhos de HABERLEHNER (1966), HEINER (1966), GREHS (1967) e ZUQUETTE (1985) *apud* GARIBALDI (1998).

CERRI *et al.* (1996) retratam que no Brasil, desde os anos 70, a elaboração de cartas geotécnicas e/ou mapas geotécnicos de áreas urbanas é fundamentada em metodologias internacionais clássicas. Na década de 80, ocorre um aumento no número de trabalhos executados proporcionando significativa evolução do conhecimento técnico-científico sobre o tema.

GARIBALDI (1998), relata que a primeira carta geotécnica no Brasil em áreas urbanas, foi elaborada em 1978 pelo IPT no estudo sobre escorregamentos nas encostas de Santos e São Vicente, litoral de São Paulo. Ainda de acordo com a autora, desde essa data, inúmeros trabalhos desta natureza já foram realizados, valendo ressaltar a Carta Geotécnica da Região Metropolitana da Grande São Paulo, elaborada pelo IPT em 1985.

Segundo vários autores, o trabalho de ZUQUETTE (1987), intitulado “Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para as Condições Brasileiras”, foi um marco na evolução dos trabalhos existentes sobre levantamentos geológicos/geotécnicos e Cartografia Geotécnica.

CERRI *et al.* (1996), apresentam as propostas de ZUQUETTE (1987) E AGUIAR (1994), onde os autores formulam conceitos de termos e de documentos geotécnicos apresentados na forma de cartogramas (Quadros 5.1 e 5.2). Um mapa (elaborado em

escala pequena) ou uma planta (elaborada em escala grande) geotécnicos correspondem ao registro cartográfico (ou espacialização) de determinada(s) característica(s) ou atributo(s) do meio físico geológico. Uma planta é, na verdade, um “mapa de detalhe”. Com base nestes conceitos, teoricamente, os conteúdos de mapas e plantas geotécnicos independem de quem os elabora.

Quadro 5.1. Conceitos de mapa, planta e carta geotécnicos (ZUQUETTE, 1987 apud CERRI et al., 1996).

TERMO	CONCEITO
MAPA GEOTÉCNICO	representação dos atributos geotécnicos levantados, sem realização de análise interpretativa e sempre em escalas inferiores a 1:10.000
PLANTA GEOTÉCNICA	representação gráfica realizada em escalas grandes, maiores que 1:10.000, normalmente voltada para locais onde serão executadas obras específicas
CARTA GEOTÉCNICA	representação dos resultados da interpretação dos atributos que estão num mapa. Ex: carta clinométrica obtida a partir do mapa topográfico, carta de escavabilidade, etc.

Quadro 5.2. Definições de termos empregados em mapeamento geotécnico (AGUIAR, 1994 apud CERRI et al., 1996).

TERMO	DEFINIÇÃO
MAPA	representação gráfica dos atributos do meio físico em determinada escala, sem a realização de análise interpretativa
CARTA	diferencia-se do anterior por incluir análise interpretativa destinada a fins práticos da atividade humana
ATRIBUTO	característica, qualitativa ou quantitativa, que identifica o componente de um sistema observado
MAPEAMENTO GEOTÉCNICO	conjunto de processos sistemáticos de investigação dos atributos, imprescindíveis ao estabelecimento de unidades geotécnicas e passíveis de representação em documentos cartográficos
CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA	distingui-se do mapeamento geotécnico por apenas estabelecer as unidades geotécnicas, com base em levantamentos executados anteriormente, sem a etapa de investigação

Segundo BITAR *et al.* (1992) *apud* AUGUSTO FILHO (1994), pode-se realizar quatro tipos de cartas geotécnicas, cada uma delas dependentes da natureza e ocorrência dos processos existentes e dos objetivos procurados pelo estudo. O quadro 5.3 mostra estes tipos.

Quadro 5.3. Tipos de cartas geotécnicas (BITAR *et al.*, 1992 *apud* AUGUSTO FILHO, 1994)

CARTA GEOTÉCNICA (TIPOS)	OBJETIVOS / CARACTERÍSTICAS
DIRIGIDA	a partir da identificação de problemas de natureza geológico-geotécnica decorrentes do uso do solo, expõem as limitações e potencialidades dos terrenos, estabelecem alternativas de solução destes problemas e apontam as diretrizes para o adensamento e a expansão de ocupação ante uma ou mais formas de uso do solo.
CONVENCIONAL	apresentam a distribuição geográfica das características dos terrenos, a partir dos atributos do meio físico e de determinados parâmetros do meio físico e as diferentes formas de uso do solo.
SUSCEPTIBILIDADE	indicam a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso do solo, expressando a susceptibilidade segundo classes de probabilidade de ocorrência.
RISCO	prepondera a avaliação de dano potencial à ocupação, expresso segundo diferentes graus de risco, resultantes da conjugação da probabilidade de ocorrência de manifestações geológicas naturais ou induzidas e das conseqüências sociais e econômicas decorrentes.

CERRI *et al.* (1996) apresentaram uma proposta para elaboração de documentos empregando o Método do Detalhamento Progressivo, que tem como premissa básica o aumento no nível de detalhamento do trabalho. Sugeriram a divisão do trabalho em três etapas sucessivas, onde o grau de detalhe passa do geral para o particular.

RODRIGUES (1997) *apud* GARIBALDI (1998), realizou um levantamento bastante abrangente sobre as principais propostas metodológicas existentes, destacando-se as seguintes:

- ZERMOS (Zones exposed to risks of soil movements, 1972/73) – França;

- Tasmânia (STEVENSON, 1978/84) – Austrália;
- CARRARA (1978) – Itália;
- HINOJOSA-LEON (1978) – Espanha;
- GASP (Geotechnical area studies programme, 1979) – Hong Kong;
- EINSTEIN (1982/1988) – Estados Unidos;
- Platô Nilgiri (1982) – Índia;
- HARUYAMA (1984) – Japão;
- BRABB (1984) – Estados Unidos;
- KIENHOLZ (1985) – Suíça;
- BARISONE & BOTTINO (1990) – Itália;
- CHOUBEY & LITORIA (1990) – Índia;
- ANBALAGAN (1991/92) – Índia;
- SWEDISH GEOTHECNICAL INSTITUTE (1991) – Suécia.

5.1.2. METODOLOGIAS ANALISADAS

5.1.2.1. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

Foi a metodologia escolhida na realização deste projeto. Este método será apresentado e discutido no item 6.1. *Metodologia Utilizada*.

5.1.2.2. ZUQUETTE (ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS)

A metodologia está baseada no procedimento global do processo, desde a obtenção dos atributos até a elaboração de cartas específicas para os usuários.

As escalas variam de 1:100.000 até 1:10.000. Segundo ZUQUETTE & NAKAZAWA (1998) *apud* GARIBALDI (1998), os principais documentos obtidos podem incluir cartas derivadas e interpretativas, prognósticos de riscos, carta de riscos específicos, carta para estradas, viabilidade para aterros sanitários, carta de potencial para estocagem subterrânea e muitos outros.

5.1.2.3. MÉTODO DO DETALHAMENTO PROGRESSIVO

CERRI *et al.* (1996), propuseram a adoção de diferentes escalas de trabalho na elaboração de cartas e/ou mapas geotécnicos de áreas urbanas, a partir do método progressivo (três etapas sucessivas, com níveis de detalhe crescentes, do geral para o particular).

Na primeira etapa sugere-se a elaboração de cartas e/ou mapas geotécnicos (1:50.000 ou 1:25.000), em áreas de interesse ao desenvolvimento urbano. Na segunda, a elaboração de cartas e/ou mapas geotécnicos (1:25.000 ou 1:10.000), detalhando áreas contempladas na etapa anterior. Na terceira etapa, sugere-se a execução de estudos geológico-geotécnicos temáticos específicos e locais (1:5.000 ou maior), com quantificação de parâmetros geológico-geotécnicos (*op. cit.*).

5.2. PARIQUËRA-AÇU

5.2.1. BREVE HISTÓRICO DO MUNICÍPIO

Em 1861 foi fundada a Colônia de Pariquëra-Açu por determinação do Governo Imperial. Localizada a noroeste de Iguape e a sudeste de Jacupiranga, a área corresponde aos altos cursos e cabeceiras dos rios Pariquëra-Açu e Pariquëra-Mirim. Os terrenos são caracterizados por altitudes modestas, com topografia onde predomina a suavidade de formas e com a presença de vales amplos e abertos.

As primeiras estradas surgiram no final da década de 80 (século XIX), bem como o primeiro fluxo importante de colonos. A divisão de terras se fez pelo processo clássico das linhas coloniais que, quando possível, se orientaram pelos fundos de vales, mas em geral o que se observa é as divisões seguirem principalmente critérios geométricos e não eram respeitados os requisitos básicos para que se adequassem às condições de topografia e drenagem.

As principais linhas foram a do Braço Preto, a nordeste, ao longo do curso do Pariquëra-Açu; Bom Retiro, a leste, em zona de cabeceira dos afluentes da margem direita do Pariquëra-Açu; e Nova Itália, a sudeste, na Bacia do Turvo. Os lotes foram rapidamente ocupados, provavelmente devido à localização da Colônia de Pariquëra-Açu, que distava apenas 14km da então freguesia de Jacupiranga (mercado consumidor), 21km do mar (ancoradouro de Subaúma), e praticamente equidistante das duas principais portas do Vale (46km de Iguape, e 39km de Cananéia).

Os colonos eram, na maioria, poloneses, russos, alemães, austríacos e brasileiros, geralmente oriundos do próprio Vale do Ribeira.

Na primeira década deste século, a possibilidade de um maior desenvolvimento econômico ficou prejudicada devido à escassez de vias de transporte. As principais atividades estavam confinadas à zona rural com o cultivo de arroz e café, mas devido ao tamanho reduzido dos lotes e ao aumento gradual das famílias, os excedentes da produção começaram a ficar cada vez menores.

Na década de 20, com a melhoria das vias de transporte, Pariqüera-Açu começou a ter papel de destaque regionalmente como centro de comercialização de mercadorias.

Os solos foram rapidamente esgotados devido à má utilização. Mesmo com a posição geográfica privilegiada e as vias de transporte consideradas muito boas para a época (anos 30-40), a Colônia de Pariqüera-Açu começou a mostrar sinais de decadência. A partir de então a cidade de Pariqüera-Açu começou a viver uma fase de esquecimento, tanto por parte do governo, quanto por parte dos possíveis investidores, sendo hoje uma das regiões mais pobres do país. Uma nova fase de esperança para a região surgiu com a rodovia Régis Bittencourt (São Paulo-Curitiba), pois esta rodovia é a principal rota que liga o Sudeste do Brasil aos países do Mercosul.

Hoje a maioria da população está fixada nas áreas rurais. Os principais cultivos são de banana, maracujá, tangerina, plantas ornamentais, chás e pinus. O restante da população encontra-se na zona urbana exercendo atividades ligadas à administração pública, ao eco-turismo ou relacionadas ao pequeno parque industrial.

5.2.2. TRABALHOS A RESPEITO DO MUNICÍPIO

FRANZINELLI (1970) elabora um estudo sedimentológico e geomorfológico da Formação Pariqüera-Açu, correlacionando dados de características petrográficas de amostras coletadas em campo, a dados geomorfológicos e estratigráficos obtidos pela interpretação de fotos aéreas.

SUGUIO *et al.* (1974) realiza um estudo sobre a morfometria e litologia dos seixos da Formação Pariqüera-Açu.

MARCELLO (1985) destaca a importância geo-econômica das argilas brancas da Formação Pariqüera-Açu, e o mesmo autor em 1981 constatou a ocorrência de vegetais fósseis na Formação Pariqüera-Açu.

LEPSCH *et al.* (1990) elabora uma classificação e caracterização dos solos do Vale do Rio Ribeira de Iguape.

MELO (1990) realizou estudos de determinação das correlações entre sedimentação, tectônica, paleoclimas e feições morfológicas (níveis de terraço) na área de afloramento da Formação Pariqüera-Açu, cobertura sedimentar continental cenozóica no baixo vale do rio Ribeira de Iguape. Com base nas características litológicas e nas relações estratigráficas o autor separou os depósitos cenozóicos anteriormente atribuídos à Formação Pariqüera-Açu em cinco unidades distintas, as quais são: Fm. Sete Barras, Fm. Pariqüera-Açu, Depósitos de cascalhos em nível superior de terraços, Depósitos de cascalhos em nível intermediário de terraços, Depósitos colúvio-aluvionares.

A SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE (1997) elabora uma proposta preliminar para discussão pública intitulada "Macrozoneamento do Vale do Ribeira". As macrodiretrizes do plano de desenvolvimento proposto para a região têm como principal objetivo o de garantir o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida da população local e das gerações futuras, buscando alternativas econômicas de aproveitamento de seus recursos naturais. A proposta ressalta que a implementação do plano de desenvolvimento necessita de um sistema eficiente de gerenciamento de políticas e de ações integradas, estruturadoras e continuadas para que se promova um processo de desenvolvimento de forma global para o Vale do Ribeira.

Os municípios abrangidos por esta proposta são: Barra do Chapéu, Itaóca, Ribeira, Itapirapuã Paulista, Apiaí, Iporanga, Barra do Turvo, Cajati, Jacupiranga, Eldorado, Sete Barras, Registro, **Pariqüera-Açu**, Juquiá, Pedro de Toledo, Miracatu, Itariri, Tapiraí, e parte do município de Iguape. A proposta de macrozoneamento tem como função principal a definição dos usos compatíveis do solo com os diferentes ambientes da região.

O projeto iniciou-se em 1991 e foram apresentados os seguintes produtos: Cartas Temáticas, na escala 1:50.000, de planialtimetria, declividade, pedologia, geologia, geomorfologia, infra-estrutura atual e projetada, situação fundiária, unidades de conservação, cobertura vegetal natural e uso de solo.

Foram realizados estudos para diagnosticar a situação sócio-econômica, as potencialidades econômicas, e também foi realizado um levantamento das áreas conflitantes, ou seja, a partir das potencialidades econômicas levantadas para a região quais são os conflitos perante a legislação ambiental.

Para finalizar este estudo realizou-se o cruzamento de todos os dados levantados, efetuou-se a montagem de um SIG, e foram definidas dezessete unidades de planejamento com diretrizes propostas para cada uma delas.

6. CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA NO MUNICÍPIO DE PARIQUÊRA- AÇU COMO BASE PARA O PLANEJAMENTO FÍSICO- TERRITORIAL

6.1. METODOLOGIA UTILIZADA

As informações aqui descritas, foram retiradas da publicação "*Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente*" – Capítulo 4.4, ABGE (1995).

As Cartas Geotécnicas, como expressão prática do conhecimento geológico aplicado ao confronto dos problemas postos pelo uso e ocupação do solo, procuram dar acesso, para além do universo dos especialistas, à possibilidade de:

- a) rever o desempenho da interação entre a ocupação e o meio físico, bem como os próprios conflitos entre as diversas formas de uso territorial;
- b) orientar medidas preventivas e corretivas no sentido de minimizar deseconomias e riscos nos empreendimentos de uso do solo.

Neste sentido, tal cartografia pode-se apresentar sob diversas denominações, conforme o objetivo e alcance de seu conteúdo, e também, segundo a própria natureza dos terrenos em estudo e os desafios inerentes às formas propostas de ocupação.

Sendo assim, as Cartas Geotécnicas podem referir-se a:

- as Cartas Geotécnicas propriamente ditas, ao expor as limitações e potencialidades dos terrenos e estabelecer as diretrizes de ocupação diante de uma ou mais formas de uso;
- as Cartas de Risco (Geológico), quando prepondera avaliação de dano potencial à ocupação, ante uma ou mais características ou fenômenos naturais ou induzidos pelo uso do solo;
- Cartas de Susceptibilidade, quando se pretende destacar um ou mais fenômenos ou comportamentos indesejáveis, pressupondo, uma dada forma de uso do solo;
- Cartas de Atributos ou Parâmetros (Geológicos e/ou Geotécnicos), quando se restringem a apresentar a distribuição geográfica de características de interesse (atributos, parâmetros geotécnicos), a uma ou mais formas de uso e ocupação.

Com isso, essa metodologia abrange a maioria dos problemas, que ocorrem com frequência em grande parte dos municípios brasileiros. Por essas razões escolheu-se este método de trabalho, pois acreditou-se ser o que melhor se adequou às necessidades e problemas ocorridos no Município de Pariquêra-Açu. Resumidamente, os princípios básicos são assim apresentados (GARIBALDI, 1998):

- partir dos problemas significativos do meio físico presentes no território e daí para as suas condicionantes mapeáveis;
- considerar as formas usuais de ocupação do solo e as suas solicitações sobre o meio físico como fator fundamental na determinação do desempenho dos terrenos;
- concentrar esforços na coleta objetiva e orientada de dados, voltada para definir unidades de terreno de mesmo comportamento, de modo que elas correspondam à distintas práticas e técnicas de prevenção e correção dos problemas identificados;
- superar o determinismo intrínseco aos conceitos de "aptidão", comumente empregados nas cartas geotécnicas, valendo-se do arsenal de técnicas disponíveis para a maximização de opções plausíveis de uso do solo;
- elaborar cartas geotécnicas de caráter dinâmico que, a partir de uma primeira versão, permitam incorporar novos conhecimentos do meio físico e novas técnicas de ocupação do solo.

Pode-se observar na figura 6.1, o fluxograma que apresenta esquematicamente as principais etapas e os produtos obtidos através desta metodologia.

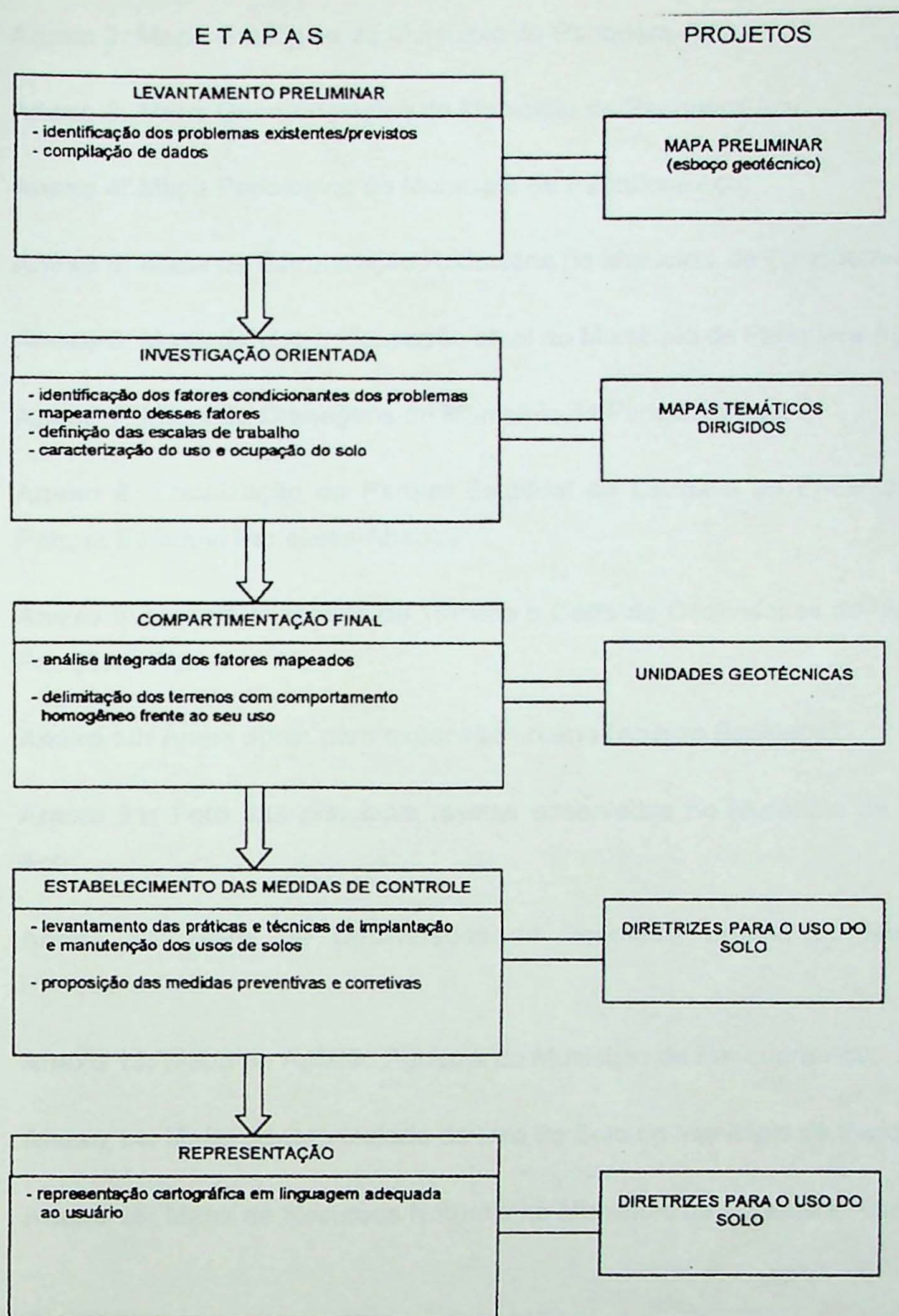


Figura 6.1. Metodologia para elaboração de carta geotécnica: etapas e produtos (ABGE, 1995).

6.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

Nesta parte do trabalho, uniu-se toda a informação relacionada ao meio físico do Município de Pariquera-Açu, georreferenciando-as, a fim de se realizar análises combinatórias que pudessem trazer algum tipo de informação ao trabalho. Grande parte dos mapas aqui apresentados foram retirados de LIOTTE (1999).

As diversas informações estão anexadas ao relatório da seguinte forma:

- **Anexo 2:** Mapa Geológico do Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 3:** Mapa Geomorfológico do Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 4:** Mapa Pedológico do Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 5:** Mapa de Estruturação Rodoviária do Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 6:** Mapa de Uso e Ocupação atual do Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 7:** Mapa de Drenagens do Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 8:** Localização do Parque Estadual da Campina do Encantado (antigo Parque Estadual Pariqüera-Abaixo);
- **Anexo 9:** Modelo Numérico de Terreno e Carta de Declividades do Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 10:** Áreas aptas para expansão urbana (*Análise Booleana*);
- **Anexo 11:** Foto das principais ravinas observadas no Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 12:** Mapa de Declividades do Perímetro Urbano do Município de Pariqüera-Açu.
- **Anexo 13:** Mapa de Aptidão Agrícola do Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 14:** Mapa de Capacidade de Uso do Solo no Município de Pariqüera-Açu;
- **Anexo 15:** Mapa de Recursos Naturais no Município de Pariqüera-Açu;

6.2.1. GEOLOGIA

O mapa geológico do Município de Pariqüera-Açu, foi baseado no trabalho de MELO (1990). Em cima desses dados, foram realizadas conferências de campo e análises por sensoriamento remoto (imagens TM-Landsat e SPOT), resultando-se no mapa encontrado no anexo 2.

6.2.2. GEOMORFOLOGIA

A partir da compilação de dados bibliográficos (carta geomorfológica do Estado de São Paulo) e da análise das imagens TM-Landsat e SPOT, pôde-se gerar um mapa

referente a geomorfologia existente em Pariqüera-Açu. O mapa foi realizado por LIOTTE (1999). Anexo 3.

6.2.3. PEDOLOGIA

Pedologia ou Edafologia é a ciência que estuda o solo – fundamentada inicialmente na Rússia por Dokuchaiev, em 1880 – o solo passou a ser entendido como uma camada viva que recobre a superfície da Terra, em evolução permanente, por meio da alteração das rochas e de processos pedogenéticos, comandados por agentes físicos, químicos e biológicos. Uma das melhores e mais completas definições sobre solos foi dada por BIRKELAND (1974) *apud* SALOMÃO & ANTUNES (1998): *"material natural consistindo de camadas ou horizontes de compostos minerais e/ou orgânicos com variadas espessuras, diferindo do material original por propriedades morfológica, física, química e mineralógica, e por características biológicas. Os horizontes do solo são inconsolidados, mas alguns contêm suficientes porções de sílica, carbonatos ou óxidos de ferro para cimentá-los"*.

A diferenciação vertical entre os horizontes, que definem o perfil de solo, tem sido utilizada como principal critério de classificação e mapeamento do solo. Esta diferenciação também se verifica lateralmente, ao longo das vertentes, sendo fundamental considerá-la nos estudos das relações genéticas entre o solo e os demais elementos que constituem o meio natural: o substrato geológico, o relevo, a vegetação, o comportamento hídrico e, conseqüentemente, interpretar os processos da dinâmica superficial (erosão, escorregamento, colapso) e os fenômenos e comportamentos do meio físico relacionados com as diferentes formas de interferência da ação humana. Portanto, os solos ocorrem na paisagem compondo unidades ou compartimentos delimitáveis por meio da distinção de características morfológicas (cor, textura, estrutura, consistência, cerosidade, nódulos, concreções, etc.) dos horizontes pedológicos, observáveis no campo, e características físicas e químicas, determinadas por meio de ensaios laboratoriais e *in situ*. A espessura dos horizontes e a transição vertical e lateral entre estes são atributos igualmente importantes, utilizados na caracterização, classificação e mapeamento dos solos. Estas características são de grande importância na maneira de alargar as perspectivas das abordagens da Geologia de Engenharia sobre esta unidade do meio físico, tão importante para as obras de engenharia e o uso do solo em geral.

6.2.3.1. FATORES QUE INFLUENCIAM A FORMAÇÃO DO SOLO

A origem e evolução dos solos é um tema bastante estudado atualmente, e todos os resultados mostram que os principais agentes atuantes sobre os solos são:

- clima, condicionando principalmente a ação da água da chuva e da temperatura;

- materiais de origem, condicionando a circulação interna da água e a composição e conteúdo mineral;
- organismos, vegetais e animais, interferindo no microclima, formando elementos orgânicos e minerais, e modificando as características físicas e químicas;
- relevo, interferindo na dinâmica da água, no microclima e nos processos de erosão e sedimentação;
- tempo, transcorrido sob a ação dos demais fatores.

Pode-se afirmar que o desenvolvimento do solo inicia-se com o intemperismo, representado pelos fenômenos físicos e químicos que, agindo sobre a rocha, conduzem à formação de resíduos não-consolidados comumente conhecidos como regolitos saprolíticos que constituem o substrato pedogenético, material originário do solo, do ponto de vista pedológico. Este material, proveniente da desagregação da rocha, poderá permanecer no local em que se desenvolveu, ou ser transportado para outro. Do ponto de vista pedológico, este material - residual ou transportado - sendo submetido a processos pedogenéticos por um tempo relativamente longo, passa a desenvolver um verdadeiro solo.

Para efeito de análise em engenharia, este substrato pedogenético é considerado como solo, se tiver um comportamento como citado acima (VARGAS, 1978 *apud* SALOMÃO e ANTUNES, 1998). Outros autores se referem a este material como sendo materiais inconsolidados (SOUZA e ZUQUETTE, 1991 *apud* SALOMÃO e ANTUNES, 1998).

Portanto, pode-se dividir o substrato pedogenético em dois tipos de acordo com sua origem:

- **residual** ou **autóctone**: formado no local, diretamente da desagregação da rocha subjacente ao perfil do solo;
- **transportado** ou **alóctone**: que dependendo do agente responsável pelo transporte dos materiais resultantes do intemperismo, pode receber as seguintes denominações, como substrato pedogenético:
 - *coluvionar*: ação da gravidade;
 - *aluvionar*: ação das águas correntes;
 - *glacial*: ação das geleiras;
 - *eólico*: ação do vento.

6.2.3.2. PERFIL DE SOLO

O perfil de um solo é uma seção vertical de um terreno constituída por uma seqüência de horizontes ou camadas, bem definidas por suas características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas.

Em geotecnia, a parte que interessa é a camada superficial desse perfil, onde são encontrados principalmente minerais secundários ou transformados, como os argilo-minerais, óxidos e hidróxidos de ferro, manganês, titânio e em alguns casos de alumínio, esta parte do perfil é denominada **solo maduro**. A camada subsuperficial, que ainda preserva algumas características da rocha de origem, é chamada de **solo residual jovem**, **solo saprolítico** ou **saprólito**, abaixo do qual está a **rocha alterada**, onde os minerais exibem sinais evidentes de alteração com as perdas de brilho e cor. Na conceituação geotécnica, esta parte do perfil é denominada **perfil de intemperismo**.

Os perfis de solo são compostos por horizontes que refletem a ação da pedogênese, portanto estes horizontes são denominados **horizontes pedogenéticos**. Porém, quando não refletem esta ação, são denominados camadas. Existe uma distinção para os horizontes e as camadas em Pedologia, estes são diferenciados através de letras maiúsculas: O, H, A, E, B, C, F e R. Os primeiros horizontes a se formarem são: O, H e A, bastando a presença de apenas um deles para a caracterização de um perfil de solo. A figura 6.1, mostra um perfil de solo muito comum encontrado em substrato de arenito, como em várias partes do município de Pariquêra-Açu.

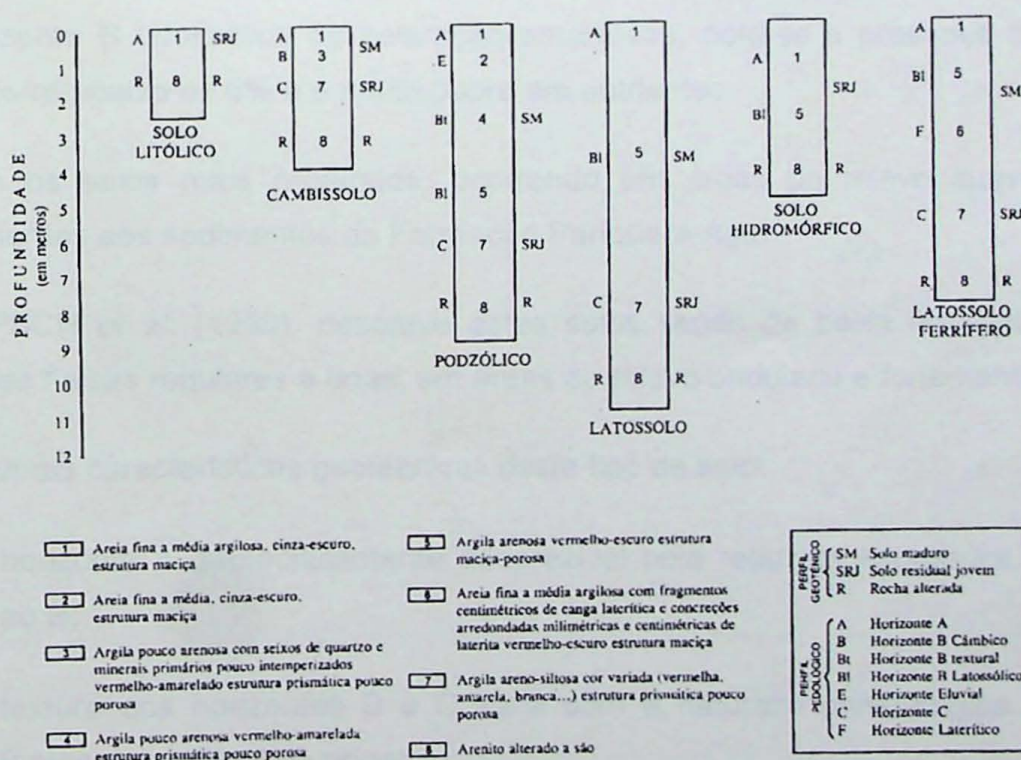


Figura 6.2. Perfis esquemáticos de diferentes solos em substrato de arenito, com nomenclatura pedológica e geotécnica (SALOMÃO & ANTUNES, 1998)

6.2.3.3. SOLOS DO MUNICÍPIO DE PARIQUÊRA-AÇU: CLASSES DE SOLOS E CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

O mapa pedológico de Pariquêra-Açu foi gerado a partir da compilação dos dados que incluem: Mapa Pedológico IAC (1:100.000) e análises nas imagens TM-Landsat e SPOT. Maiores informações podem ser obtidas em LIOTTE (1999).

A seguir serão descritos os tipos pedológicos encontrados em Pariquêra-Açu separados em três grupos: solos minerais não-hidromórficos, solos hidromórficos minerais e outros solos, descrevendo os principais parâmetros geotécnicos mais facilmente dedutíveis, entre eles, a capacidade de suporte, susceptibilidade a inundação, erodibilidade, etc..

6.2.3.3.1. Solos Minerais Não-hidromórficos

Compreende os solos que são formados na zona de oxidação em ótimas condições de drenagem, não sendo afetado pelo aquífero freático. Sua origem dá-se de qualquer tipo de rocha (ígneas, metamórficas ou sedimentares), ou ainda, de coberturas aluvionares e coluvionares. Inclui-se neste grupo os solos: latossolo amarelo, podzólico vermelho-amarelo e cambissolos.

SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO

LATOSSOLO AMARELO (LA) – UNIDADE PARIQUÊRA

A Unidade Pariquêra é composta por latossolo amarelo álico apresentando textura argilosa. Pode-se observar o horizonte A moderado com transição gradual para o horizonte B. No horizonte B latossólico de coloração amarelada, nota-se a presença de teores de ácidos de ferro abaixo de 6% e é muito pobre em nutrientes.

São os solos mais profundos, ocorrendo em áreas de relevo suave ondulado, correspondentes aos sedimentos da Formação Pariquêra-Açu.

LEPSCH *et al.* (1990), descreve estes solos sendo de baixa fertilidade natural e propriedades físicas regulares a boas, em áreas de relevo ondulado e fortemente ondulado.

Algumas características geotécnicas deste tipo de solo:

- horizonte A geotecnicamente desprezível pela reduzida espessura, em relação ao B;
- textura dos horizontes B e C varia com a natureza mineralógica das rochas, fontes do material de origem;
- horizonte B é geotecnicamente conhecido por solo maduro;

- horizonte B pode constituir fonte natural de materiais para aterro e núcleos argilosos impermeáveis;
- horizonte B apresenta alta porosidade;
- fração argila do horizonte B é constituída por misturas de argilo-minerais do grupo da caolinita e óxidos/hidróxidos de ferro e alumínio;
- aquífero freático profundo, localizado abaixo do horizonte B, normalmente próximo ao contato do horizonte C com a rocha subjacente;
- horizonte C é geotecnicamente denominado solo residual jovem ou solo saprolítico, exceto quando originado por coberturas sedimentares diversas (colúvios, capeamentos, etc.);
- horizonte C, quando formado pela alteração de rochas quartzo-feldspáticas, forma a ocorrência de saibro;
- no conjunto, os latossolos apresentam baixa erodibilidade, porém, quando submetidos à concentração d'água proveniente da ocupação antrópica, podem desenvolver ravinas profundas ou até boçorocas, se o aquífero freático for interceptado.

SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL

PVLA1 E PVLA2 - UNIDADE ARATACA

São solos vermelho-amarelados com características intermediárias para o Latossolo Amarelo, e ocorrem em relevo suave ondulado, restrito a algumas áreas da Formação Pariqüera-Açu. São de fertilidade natural muito baixa, com problema de acidez pronunciada, mas apresentam a vantagem de situarem-se predominantemente em áreas de relevo mais suave, com boas possibilidades de mecanização e menor risco de erosão quando intensivamente cultivados.

PVA – UNIDADE VAPAMIRIM

Ocorrem predominantemente em áreas de relevo fortemente ondulado ou montanhoso, freqüentemente associados a cambissolos, e substrato migmatito, filito-xisto ou gnaiss. São também, em sua maior parte, pobres em nutrientes, com problemas de acidez e limitações para a agricultura decorrente de declives acentuados.

PV – UNIDADE AREIA

São solos que aparecem em pequenas áreas correspondentes a antigos altos terraços marinhos, caracterizando-se pelo relevo suave e textura arenosa. O horizonte B, freqüentemente, apresenta-se na forma de acúmulos de argila, em camadas sucessivas de pequena espessura (3 a 5 cm), denominadas lamelas.

Estes tipos de solos apresentam seqüência de horizontes A-B-C, com diferenciação muito evidente entre eles, sendo mais bem observado na diferença do horizonte A e B, onde o A apresenta textura mais arenosa e o B mais argilosa. Já o horizonte C, apresenta textura parecida a ao material de origem.

Neste tipo de solo, são observadas normalmente duas feições geomorfológicas distintas no Brasil, são elas:

- ⇒ relevos movimentados de serras, morros e colinas com topos estreitos, desenvolvidos sobretudo por processos de iluviação da argila no horizonte B, proveniente do horizonte superior (eluvial), e/ou pela deposição de material provindo de montante das vertentes. Neste caso, são comuns as associações com latossolos, principalmente em relevo colinosos, onde os latossolos desenvolvem-se no topo das colinas e os podzólicos em porções mais declivosas da vertente;
- ⇒ relevos aplainados, constituindo superfícies tabulares ou superfícies deprimidas, são constituídos principalmente por rochas cristalinas e em áreas que possuem drenagem ruim, o que dificulta a remoção de elementos solúveis e facilita a concentração de argila em subsuperfície.

Grande parte dos solos com horizonte B textural apresenta forte controle litológico, sendo principalmente rochas ricas em bases, como os carbonatos e certas rochas alcalinas e ferromagnesianas.

A seguir são descritas algumas características de caráter geotécnico, encontradas nos solos com horizonte B textural.

- horizonte A relativamente espesso, em geral, essencialmente arenoso;
- textura do horizonte B, em geral, argilosa, e do horizonte C, variável em função da composição mineral e textural da rocha subjacente;
- horizonte B denominado geotecnicamente como solo maduro e o horizonte C, solo residual jovem ou solo saprolítico;

- horizonte B apresenta: moderada a baixa permeabilidade, baixa compressibilidade, expansividade nula a moderada, fácil à moderada escavabilidade, moderada a alta erodibilidade, moderada resistência ao desmoronamento, dependendo da quantidade e disposição de fendas abertas por contração;
- presença comum de aquífero suspenso temporário, situado no limite dos horizontes A e B e aquífero inferior ao horizonte B, normalmente próximo ao contato do horizonte C com a rocha;
- horizonte C apresenta comportamento geotécnico variável, em função da composição mineralógico-estrutural das rochas de origem, apresentando geralmente alta erodibilidade, baixa resistência a desmoronamentos em taludes artificiais, fácil escavação, principalmente quando provenientes de rochas ricas em minerais micáceos;
- solos com horizonte B textural apresentam alta susceptibilidade a erosão por ravinas e boçorocas, a partir de pequenas concentrações de águas pluviais e/ou servidas.

SOLOS COM HORIZONTE B CÂMBICO OU INCIPIENTE

CAMBISSOLOS – UNIDADES CANFILITO E CACAU

São solos minerais, não-hidromórficos, que apresentam seqüência de horizontes A-B-C, sendo o horizonte B pouco evoluído ou incipiente, onde suas principais características são os minerais herdados da rocha original.

Sua evolução pedológica é pouco desenvolvida, pois o tempo de atuação dos fatores de deformação de solos foi relativamente curto, mas suficiente, em muitos casos, para dar origem a um horizonte B, dito incipiente, e que ainda não se desenvolveu o bastante para ser enquadrado como textural, latossólico ou espódico.

O teor de silte é relativamente alto e a transição do horizonte A para o B é abrupta e plana.

Os cambissolos ocorrem em duas situações:

- Em regiões montanhosas, associados a solos litólicos, desenvolvendo-se em vários tipos de substratos: migmatito, granito, granulito, filito-xisto, calcário e metassedimentos;
- Em várzeas, principalmente nos diques marginais (ou “lombas” dos rios), desenvolvendo-se em substrato de sedimentos aluviais, podendo ser eutróficos ou distróficos;

Nas regiões montanhosas, o potencial agrícola é pequeno, em vista das limitações impostas pelos declives acentuados, além da baixa fertilidade. Os cambissolos situados nas várzeas costumam ser bastante produtivos quando cultivados, mas essas áreas podem estar sujeitas a inundações, sendo este risco ocasional e normalmente de breve duração.

A respeito das características de interesse geotécnico, é difícil descrever uma característica marcante para este tipo de solo, pois suas interações estão intimamente ligadas à composição mineralógica e textural da rocha original, e ainda, dos tipos de relevo em que ocorrem.

6.2.3.3.2. Solos Hidromórficos Minerais

São solos formados por capeamentos ou coberturas detríticas sobre rochas cristalinas, ou de depósitos sedimentares de naturezas texturais e mineralógicas diversas, referidas ao Quaternário. Ocupam terrenos baixos (áreas de agradação) ou pequenos anfiteatros elevados que se constituem em cabeceiras de drenagem.

Estes solos são desenvolvidos próximos a regiões saturadas ou na própria região saturada, ou seja, locais de excessiva umidade, onde o aquífero freático está bem próximo a superfície do terreno. Estes terrenos são susceptíveis a inundações e favorável à transformação do ferro III em ferro II (ambiente redutor).

MATERIAIS ARGILOSOS

GLEIZADOS – UNIDADE CINZA

São solos hidromórficos minerais que apresentam seqüências de horizonte A-C, com horizonte A concentrado em matéria orgânica, e o horizonte C com hidromorfismo acentuado, com coloração cinzenta característica – horizonte glei – (ferro reduzido) e, por vezes, misturada com materiais de coloração vermelho e amarelada (ferro oxidado). Quando seco, o horizonte C apresenta-se muito fendilhado.

Ocorrem em áreas mal drenadas, onde o aquífero fica elevado durante a maior parte do ano, sujeitas a enchentes periódicas decorrentes dos cursos de água. Distribuem-se em várzeas, planícies fluviais e fluviolacustres. Podem ocorrer também solos argilosos em áreas de interação marinha, porém não serão abordados, pois não são encontrados no município de Pariqüera-Açu.

O potencial agrícola desses solos está principalmente condicionado aos riscos de inundação ou à possibilidade de drenagem. Sua fertilidade natural é bastante variável, tendo sido verificada presença mais freqüente de solos álicos, e em algumas várzeas podem ocorrer os solos distróficos ou eutróficos.

As principais características de interesse geotécnico relacionadas aos solos hidromórficos de materiais argilosos são:

- aquífero freático próximo à superfície;
- textura argilosa dos horizontes A e C;
- impróprios como materiais de aterro compactado;
- condições precárias de fundação, principalmente em áreas ocupadas por Glei Salinos e Glei Tiomórficos, considerados como solos moles;
- ocorrem em áreas inundáveis nos períodos chuvosos ou são afetados pelas marés;
- má qualidade de água subterrânea, em geral concentrada em sais;
- condições inadequadas para instalação de fossas de infiltração;
- baixa drenabilidade;
- áreas de agradação.

6.2.3.3.3. Outros Solos

SOLOS ORGÂNICOS (O) – UNIDADE TERUTIO

Nesta unidade podem ser vistos solos hidromórficos que aparecem em condições de extremo encharcamento, onde a taxa de acúmulo de restos vegetais é maior que a sua decomposição, havendo deste modo a formação de turfas. Deste modo, são solos constituídos essencialmente de materiais orgânicos formados em decorrência das acumulações de resíduos vegetais e depositados superficialmente sob condições de excesso d'água.

Estas condições de permanente encharcamento retardam os processos de decomposição bioquímica destes detritos, propiciando o seu acúmulo. Apresenta um horizonte turfoso de cor preta, resultante da transformação da matéria orgânica acumulada. Esta camada possui teor de carbono maior que $12 + 0,1 \times (\% \text{ argila})$, ocupando mais de 50% dos primeiros 80 cm.

Estes solos ocorrem nas posições mais baixas e mal drenadas das várzeas, sujeitas a inundações, geralmente associadas a solos hidromórficos minerais (Glei Húmico e Glei Pouco Húmico).

Possui pequena importância agrícola pois são solos difíceis de drenar e cultivar, e sujeitos a inundações pela posição baixa que ocupam e pelo formato de depressão alongada, característico das cicatrizes de meandro (*oxbow lakes*).

Algumas das características de interesse geotécnico dos solos orgânicos são as seguintes:

- aquífero freático praticamente aflorante;
- alta compressibilidade e baixa resistência;
- impróprios para instalação de fossas de infiltração.

6.2.4. USO E OCUPAÇÃO

A grande parte da população residente no Município de Pariquera-Açu ainda encontra-se na zona rural.

O município possui pequenas e médias propriedades rurais, que destinam-se principalmente ao cultivo de banana, tangerina, chá, maracujá e plantas ornamentais. Além disso, existem grandes áreas destinadas a pastagens para a pecuária extensiva.

O mapa de uso e ocupação do Município de Pariquera-Açu foi realizado por LIOTTE (1999), onde foram aplicadas técnicas em sensoriamento remoto, notadamente, a classificação supervisionada pelo Método da Máxima Verossimilhança em imagens TM-Landsat e SPOT. Anexo 6.

6.2.5. MAPAS DE CAPACIDADE DE USO, RECURSOS NATURAIS E APTIDÃO AGRÍCOLA DO INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS

Estes mapas foram adquiridos com o objetivo de auxiliar nas análises referentes ao uso e ocupação do solo do município. Por enquanto, o único tratamento sofrido por estes mapas foi a mudança de base, ou seja, o georreferenciamento destas cartas para a base topográfica IGC 1:10.000. São informações de grande valia para o projeto já que esta é uma área em que o geólogo pouco pode interferir, dado suas limitações em conhecimentos de agronomia. Estes mapas podem ser vistos nos anexos 13, 14 e 15.

6.2.6. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

No verão, época de alto índice pluviométrico (figura 6.2), a grande quantidade de água precipitada adquire alta velocidade nestas vias e retiram grande parte de sedimentos superficiais, contribuindo para a evolução dos processos existentes e gerando novos

processos erosivos. Concomitante a este processo, todo esse grande volume de água com sedimentos em suspensão escoam para as partes mais baixas nas proximidades, localizadas contíguas à região central do município onde o Rio Pariquera-Açu atravessa. Quando o volume de água precipitada é muito alto, podem ocorrer pequenas ou grandes enchentes; segundo moradores da região, a última grande enchente ocorreu por volta de dez anos atrás e atingiu todo o centro urbano do município, causando grandes perdas econômicas.

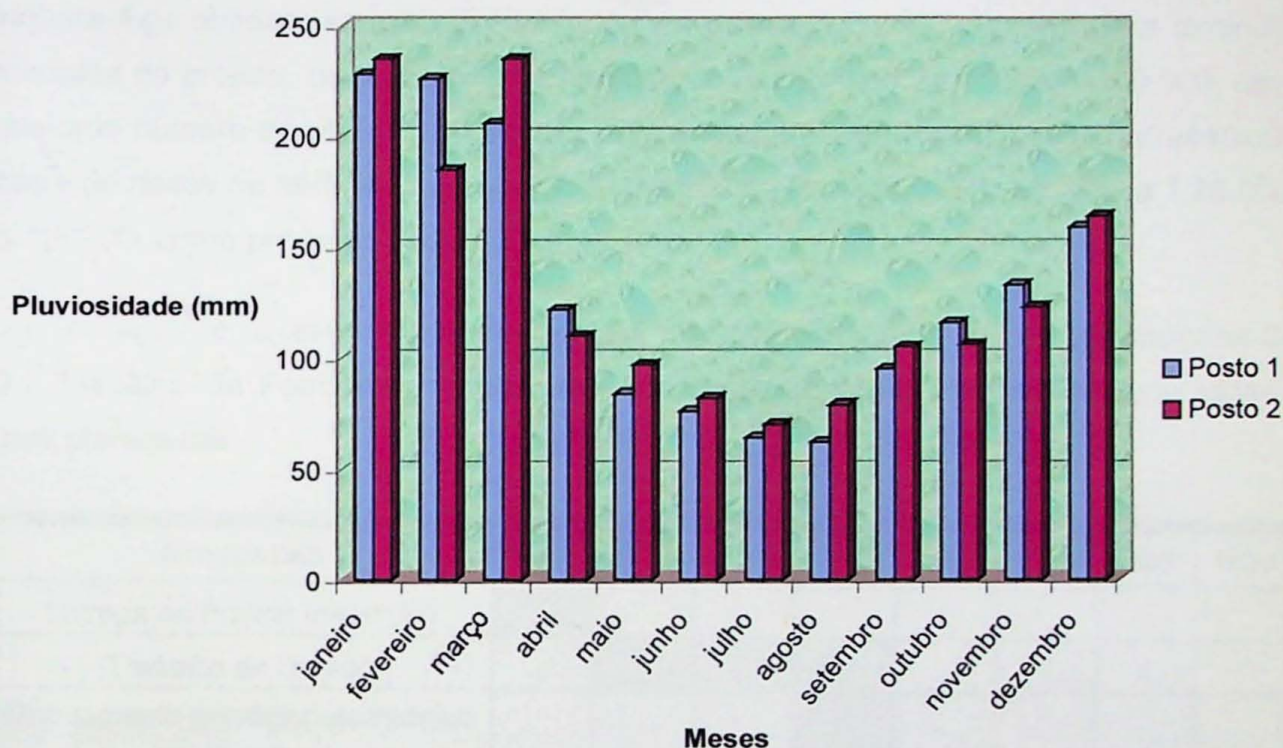


Figura 6.3. Dados coletados pelo Instituto Agronômico de Campinas do Índice de Pluviosidade do Município de Pariquera-Açu (média de 35 anos de coleta)

6.3. USO E OCUPAÇÃO

A grande parte da população residente no Município de Pariquera-Açu ainda encontra-se na zona rural.

O município possui pequenas e médias propriedades rurais, que destinam-se principalmente ao cultivo de banana, tangerina, chá, maracujá e plantas ornamentais. Além disso, existem grandes áreas destinadas a pastagens para a pecuária extensiva.

O mapa de uso e ocupação do Município de Pariquera-Açu foi realizado por LIOTTE (1999), onde foram aplicadas técnicas em sensoriamento remoto, notadamente, a classificação supervisionada pelo Método da Máxima Verossimilhança em imagens TM-Landsat e SPOT. Anexo 6.

7. CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUÊRA-AÇU

7.1. DIFICULDADES SURGIDAS

Um grande problema que se observou durante o projeto de pesquisa, foi a dificuldade na aquisição e digitalização dos dados. Muitas vezes as bases obtidas não estavam georreferenciadas, o que atrapalhou o bom andamento do trabalho.

No projeto inicial, foi dito que todos os mapas relacionados ao Município de Pariquêra-Açu obtidos, seriam apresentados na escala 1:50.000. Porém, para diminuição dos custos do projeto, optou-se pela apresentação dos mapas na escala 1:150.000, devido ao elevado número de cópias necessárias para entrega. Pelo mesmo motivo, apresentou-se o mapa de riscos no perímetro urbano do Município de Pariquêra-Açu na escala 1:25.000, e não 1:5.000, como prometido anteriormente.

A seguir, é apresentado o cronograma proposto para este projeto da disciplina 044-500 - Trabalho de Formatura, onde pode ser observado que o aluno cumpriu todas as etapas planejadas.

ATIVIDADES	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Entrega do Projeto Inicial (PI)								
Trabalho de Campo								
Mapeamento geológico-geotécnico de detalhe								
Levantamento bibliográfico, compilação de todos os dados pertinentes à análise do município								
Confecção e entrega do Relatório de Progresso (RP)								
Análise de formas mitigadoras aos riscos naturais								
Carta geotécnica do município (1:50.000), juntamente com recomendações e diretrizes para o planejamento urbano								
Entrega do Relatório Final, apresentação dos pôsteres, apresentação pública e defesa do trabalho								

Quanto à delimitação das unidades homogêneas, houve uma certa dificuldade para a realização desta tarefa pois se achou necessário um tempo maior na revisão bibliográfica dos trabalhos anteriores. Como o número de publicações a respeito de cartografia

geotécnica e assuntos relacionados é muito grande, acredita-se que para o tempo disponibilizado para o projeto e para o seu fim didático (Trabalho de Formatura) os resultados apresentados são de boa qualidade, cumprindo assim o objetivo inicial proposto.

7.2. MODELO NUMÉRICO DE TERRENO – MNT

A partir de um mapa topográfico em formato digital pode-se gerar um Modelo Numérico de Terreno (MNT), ou como descrito em inglês *DEM (Digital Elevation Model)*. Para isso, este arquivo vetorial de topografia deve estar completamente editado, e todas as linhas devem carregar consigo a identificação de sua respectiva cota.

O primeiro passo para a obtenção de um Modelo Numérico de Terreno deve ser a construção de uma imagem raster inicial (*Initial*). No comando *Initial* será definido o número de linhas e colunas, bem como o valor máximo e mínimo das coordenadas X e Y. O número de linhas e colunas deve manter a mesma proporção obtida entre os limites das coordenadas X e Y.

Construída a imagem inicial, através do comando *Initial*, deve-se agora realizar uma operação designada no Sistema Idrisi de *Lineras*, que transforma o arquivo vetorial em uma imagem raster, ou seja, este arquivo de vértices será "colado" na imagem inicial previamente construída.

Concluído este processo de rasterização do arquivo vetorial da topografia, deve-se realizar a operação designada no Sistema Idrisi de *intercon*, onde ocorre a transformação da imagem raster topográfica em uma perspectiva em 3D, ou em um Modelo Numérico de Terreno (na realidade a operação realiza uma projeção em 2,5D pois o modelo não possui uma constante movimentação, ele não se apresenta sob a forma de realidade virtual). Anexo 9.

O modelo numérico de terreno é calculado pelo programa seguindo o Método dos Vizinhos Mais Próximos.

Este método liga o valor do dado do ponto mais próximo a cada nó da malha. É útil quando os dados estão numa malha e necessitam ser convertidos para um arquivo de malha do Idrisi. Pode ser utilizado, também, no caso dos dados estarem próximos a uma malha onde faltam poucos valores. Este método é eficiente no preenchimento de vazios (áreas sem informação) no conjunto de dados.

7.3. CARTA DE DECLIVIDADES

A partir da digitalização das cartas topográficas IGC 1:10.000, foi gerada no programa Idrisi for Windows 2.0, a carta de isodeclividades do Município de Pariquêra-Açu. O programa calcula os intervalos de declividades a partir do MNT obtido através da interpolação das curvas de nível previamente digitalizadas.

As faixas de declividades adotadas, seguindo a proposição do IPT (1991), são: 0 - 15%, 15 - 30%, 30 - 50%, > 50%. Os valores limites significam:

- 15% (8,5°) - inclinação máxima (greide) tolerável das vias para circulação de veículos;
- 30% (16,7°) - declividade máxima prevista em lei para ocupação de encostas sem projetos especiais;
- 50% (26,6°)- limite de declividade tecnicamente recomendado para a ocupação.

7.4. ANÁLISES REALIZADAS – AVALIAÇÃO POR CRITÉRIOS MÚLTIPLOS (MCE)

7.4.1. ANÁLISE BOOLEANA PARA LOCAIS RESTRITOS À URBANIZAÇÃO

Este tipo de análise é uma avaliação muito utilizada em SIG que utiliza múltiplos critérios para a criação de um sistema de apoio à decisão (EASTMAN, 1997). Estas decisões podem ser auxiliadas por ferramentas de SIG, porque geralmente englobam vários critérios que podem ser representados como planos de dados geográficos. A avaliação por critérios múltiplos (Multi Criteria Evaluation – MCE) é um método muito utilizado para avaliar e agregar muitos critérios. Existem várias técnicas de MCE que podem ser utilizadas tais como métodos Booleanos simples, combinação linear ponderada (Weight Linear Combination – WLC) e média ponderada ordenada (Ordered Weight Average – OWA). O aluno utilizou neste caso técnicas de análise booleana simples.

Uma análise Booleana simples implica na separação de critérios aptos e inaptos para um objetivo proposto, ou seja, no caso da análise para o planejamento urbano, observou-se áreas aptas ou inaptas para a ocupação urbana. Essas áreas foram classificadas como 0 (zero) – regiões inaptas – ou 1 (um) – regiões aptas para a urbanização.

Em Pariquêra-Açu foram observadas quatro restrições para a ocupação urbana, elas estão descritas na tabela 7.1 e apresentadas no anexo 10.

Tabela 7.1. Aspectos restritivos à ocupação humana

ASPECTOS INAPTOS
Drenagens e Regiões Alagadiças
Áreas de Preservação Ambiental
Áreas restritas ao Uso
Áreas com declividade acima de 50%

A partir destes parâmetros iniciou-se a análise booleana. Esta operação foi realizada em ambiente Idrisi e ocorreu da seguinte forma.

Para cada uma destas restrições foi gerado um arquivo binário (0/1), sendo que as áreas inaptas tiveram como valor 0 e o resto do município (região apta para a ocupação urbana neste parâmetro) valor 1. Assim foram gerados cinco arquivos booleanos para cada tipo de informação. Estes processos são descritos a seguir.

7.4.2. CRIAÇÃO DO PARÂMETRO "DRENAGENS E REGIÕES ALAGADIÇAS"

Segundo LEPSCH *et al.*, 1983, as várzeas do Rio Ribeira de Iguape, em sua maioria, e de seus afluentes estão sujeitas a inundações periódicas, e quando estas ocorrem freqüentes e duradouras são um fator limitante à agricultura, principalmente lavouras anuais.

Baseado nisso, separou-se a rede de drenagens obtida através da digitalização das cartas topográficas IGC 1:10.000, de acordo com LEPSCH *et al.*, 1983. O autor define três tipos de inundações, são elas:

- **Inundações freqüentes e curtas:** São as que ocorrem nas várzeas menores, próximo às nascentes, com recorrência entre um e cinco anos, mas durando no máximo dois dias. Muitas vezes, podem ser controladas pela limpeza e retificação dos córregos, dando uma maior velocidade às águas.
- **Inundações muito freqüentes e curtas:** São aquelas que ocorrem nas várzeas menores ou médias, a cerca de 1.000 - 3.000 m da nascente; ocorrem sistematicamente quase todos os anos e, em certas ocasiões, mais de uma vez por ano. Sua duração é de menos de dois dias. Normalmente os danos são maiores nas lavouras anuais, mas as perenes (como banana) podem resistir a essas inundações sem grandes danos ou perda total.
- **Inundações muito freqüentes e de média duração:** São as que ocorrem nas várzeas maiores, principalmente no baixo curso do Ribeira e seus afluentes; elas sobrevivem

sistematicamente quase todos os anos e duram de dois a trinta dias, podendo portanto, ocasionar danos totais tanto a cultivos anuais quanto perenes.

7.4.3. CRIAÇÃO DO PARÂMETRO "RESTRIÇÃO AMBIENTAL"

No município de Pariquêra-Açu existe uma área de preservação ambiental (APA), onde existe o Parque Estadual da Campina do Encantado. Nesta área, é proibido qualquer tipo de urbanização, portanto tem-se uma região totalmente restrita, e portanto inapta, para o uso e ocupação no município.

Outra restrição à ocupação antrópica, são as áreas de preservação permanente (APP), que são definidas pela lei 4771 de 15 de setembro de 1965. Nesta lei, instituiu-se o Novo Código Florestal, sendo que esta foi alterada pelas leis 7511/86 e 7803/89, e em seu artigo 2 (com redação dada pela lei 7803/89) lista as áreas que deverão ser consideradas de preservação permanente:

Art. 2º: *Considera-se área de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:*

- *ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:*
 - *de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;*
 - *de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*
 - *de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*
 - *de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;*
 - *de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;*
- *ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;*
- *nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;*
- *no topo de morros, montes, montanhas e serras;*

- *nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;*
- *nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;*
- *nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;*
- *em altitudes superiores a 1800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;*

Parágrafo único: *No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.*

Com isso, deveria-se calcular as Áreas de Preservação Permanente em todos os topos de morro e cursos d'água, porém, optou-se devido à escala, apresentar apenas as APP's nas drenagens perenes, para não sobrecarregar o resultado.

7.4.4. CRIAÇÃO DO PARÂMETRO "USO DO SOLO"

Neste fator, criou-se restrições para a nova urbanização em locais já desenvolvidos (centro do município de Pariquêra-Açu), estradas e em regiões alagadiças e/ou pantanosas. Portanto, as únicas que regiões que podem abrigar novas instalações humanas são as regiões de vegetação densa e rasteira, áreas de cultivo e áreas com solo exposto (áreas já degradadas).

7.4.5. CRIAÇÃO DO PARÂMETRO "DECLIVIDADES"

Para a geração desta imagem, reclassificou-se a carta de declividades do município de Pariquêra-Açu, sendo que se designou valor 1 às áreas que continham declividade menor que 50% e valor zero para as regiões que possuíam declividades superiores a 50%. Assim, todas as áreas muito íngremes para o padrão escolhido foram classificadas como inaptas para o desenvolvimento urbano.

7.5. ANÁLISE PELA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (WLC)

Segundo EASTMAN (1997), a análise pela Combinação Linear Ponderada os fatores são padronizados para uma escala contínua de aptidão de 0 (menos apto) a 255 (mais apto). Assim pode-se compará-los e combiná-los, como no caso *Booleano*, porém, os resultados não são tão rígidos quanto na análise *Booleana*, separando as áreas em aptas e

inaptas. Como existem áreas em que o uso é estritamente inapto, utilizou-se máscaras *Booleanas* para as restrições severas, como é o caso das restrições ambientais.

O WLC permite não apenas reter toda a variabilidade dos dados contínuos mas também que os fatores possam compensar uns aos outros.

Para a análise dos fatores, utilizou-se a padronização dos dados em nível de *byte* (0 a 255). Os fatores que foram utilizados, com os pesos dados são:

- mapa de declividades (*peso 3*);
- mapa pedológico (*peso 2*);
- riscos à inundação (*peso 1,8*);
- susceptibilidade à erosão (*peso 1*).

7.5.1. CRIAÇÃO DO PARÂMETRO "DECLIVIDADES"

Neste fator, padronizou-se o mapa de declividades em classes que variam de 0 a 255, sendo assim:

- de 0 a 15% → 255;
- de 15 a 30% → 140;
- de 30 a 50% → 80;
- acima de 50% → 0;

7.5.2. CRIAÇÃO DO PARÂMETRO "PEDOLOGIA"

Pelo mapa pedológico, dividiu-se as classes desta maneira:

- solos latossólicos → 255;
- solos podzólicos → 140;
- cambissolos → 80;
- gley → 15;
- solo orgânico → 0;

7.5.3. CRIAÇÃO DO PARÂMETRO "INUNDAÇÃO"

Pelo mapa de riscos à inundação, dividiu-se as classes desta maneira:

- áreas sem risco de inundações → 255;
- áreas arriscadas à inundações → 10;

7.5.4. CRIAÇÃO DO PARÂMETRO "EROSÃO"

Pelo mapa de susceptibilidade à erosão, dividiu-se as classes desta maneira:

- baixa susceptibilidade → 255;
- média susceptibilidade → 180;
- alta susceptibilidade → 25;
- muito alta susceptibilidade → 0;

7.5.5. CRIAÇÃO DA MÁSCARA “RESTRIÇÕES AMBIENTAIS”

Utilizou-se o mapa de restrições ambientais, o mesmo usado na análise *Booleana*, para apresentar as áreas totalmente inaptas à ocupação antrópica.

7.6. SEPARAÇÃO DAS UNIDADES HOMOGÊNEAS

7.6.1. DEFINIÇÃO DAS CLASSES DE RISCO COM BASE NA ANÁLISE DO PERÍMETRO URBANO

As classes de risco adotadas neste trabalho foram adaptadas da proposta por BARROS e PELOGGIA (1993) com a introdução de valores de declividade no risco e áreas sujeitas à inundação. Portanto neste trabalho foram definidas as seguintes classes de risco:

(a) *alto risco* - constituem áreas com declividade maior que 50%. Áreas de aterros instáveis e com freqüente presença de blocos e matacões em posição instável. Nestas áreas, sinais de rastejo estão bem evidenciados pelo deslocamento dos apoios das moradias. Outra situação prevista nesta classe é a ocorrência da queda de lascas e blocos junto a taludes de rocha alterada. São freqüentes problemas com erosão, principalmente ao longo das drenagens.

Nesta classe, a *ocupação não é recomendada*. Nas áreas abrangidas por esta classe propõe-se a realização de um *Cadastramento de Risco*, de modo a evitar uma total remoção das moradias. Sugere-se a realização de uma criteriosa investigação moradia a moradia, relatando a situação individual de risco e definindo a real necessidade de relocação ou de obras urgentes visando garantir segurança aos moradores.

(b) *médio risco* - constituem áreas com declividades entre 15% e 50%. Nesta área ainda são encontrados sinais de rastejo, mas contenções pequenas são suficientes. Alguns blocos e pedras constituem situações de risco e exigem análise pontual de estabilidade. É verificada a presença de surgências d'água que exigem devida drenagem.

Nestas áreas a *ocupação deve ser contida*. Algumas áreas em especial podem servir à relocação de moradias da zona de alto risco. Para isso é sugerida a densificação das moradias existentes nas porções de menor declividade da área, preservando aquelas mais

íngremes para revegetação e pequenas obras de contenção, com opção de espaço a alguma atividade de lazer.

(c) *baixo risco* - constituem áreas com declividades menores que 15%. Áreas que oferecem *melhores condições de ocupação* e são mais adequadas a receber moradias provindas das áreas de alto risco.

(d) *risco de inundação* - áreas próximas ao córrego potencialmente inundáveis e sob o risco de erosão das margens. São *áreas extremamente insalubres*. Devem ser preservadas da ocupação, mas podem ser futuramente reavaliadas se obras de regularização da vazão e proteção das margens do curso d'água tiverem efeito.

7.7. CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO NA ESCALA 1:50.000

Para a realização da carta geotécnica do Município de Pariquëra-Açu, utilizou-se principalmente as seguintes informações:

- Susceptibilidade à erosão (resultante do estudo realizado com a Equação Universal de Perda de Solos);
- Mapa Pedológico;
- Carta de Declividades;
- Áreas propensas à inundação;
- Uso atual do solo.

Unindo-se estas informações, pôde-se encontrar a partir das classes previamente definidas, as áreas correspondentes às unidades geotécnicas homogêneas.

O resultado pode ser observado no anexo 16.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

8.1. FORMAS MITIGADORAS AOS RISCOS NATURAIS

Observou-se ao longo do trabalho que os principais problemas existentes na região são sulcos erosivos que em alguns casos podem evoluir para ravinas. Porém deve-se salientar que os problemas observados não apresentam risco imediato à população, pois os maiores processos ocorrem em locais desabitados. Mas deve-se esclarecer que este tipo de processo pode evoluir muito em uma estação chuvosa já que o processo ocorre em local de alta declividade e sem algum tipo de cobertura vegetal, e se isso ocorrer pode atingir residências localizadas próximas ao local, trazendo prejuízos econômicos aos moradores.

Além disso, são observados inúmeros sulcos erosivos por toda a região, mas estes problemas podem ser resolvidos facilmente com a adequação geométrica das vias, implantação de canaletas e escadas hidráulicas para o escoamento das águas pluviais.

Nas regiões de solos podzólicos associados a áreas de ocupação antrópica, é grande a frequência de processos erosivos (sulcos), que associados a períodos de chuvas intensas e a altas declividades, podem desenvolver-se para ravinas de até 2,5m de profundidade. A principal solução nesses casos seria não deixar o solo exposto às intempéries e disciplinar o fluxo de água pluviométrica através de captadores (canaletas), fazendo com que este volume de água não desagregue o substrato terroso. Outro fato que deve ser salientado, é a necessidade da melhoria ou instalação de canos para controle do fluxo de água servida.

Nas páginas seguintes, pode-se observar estruturas de dissipação de energia nas figuras 8.1 e 8.2, segundo o INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (1990).

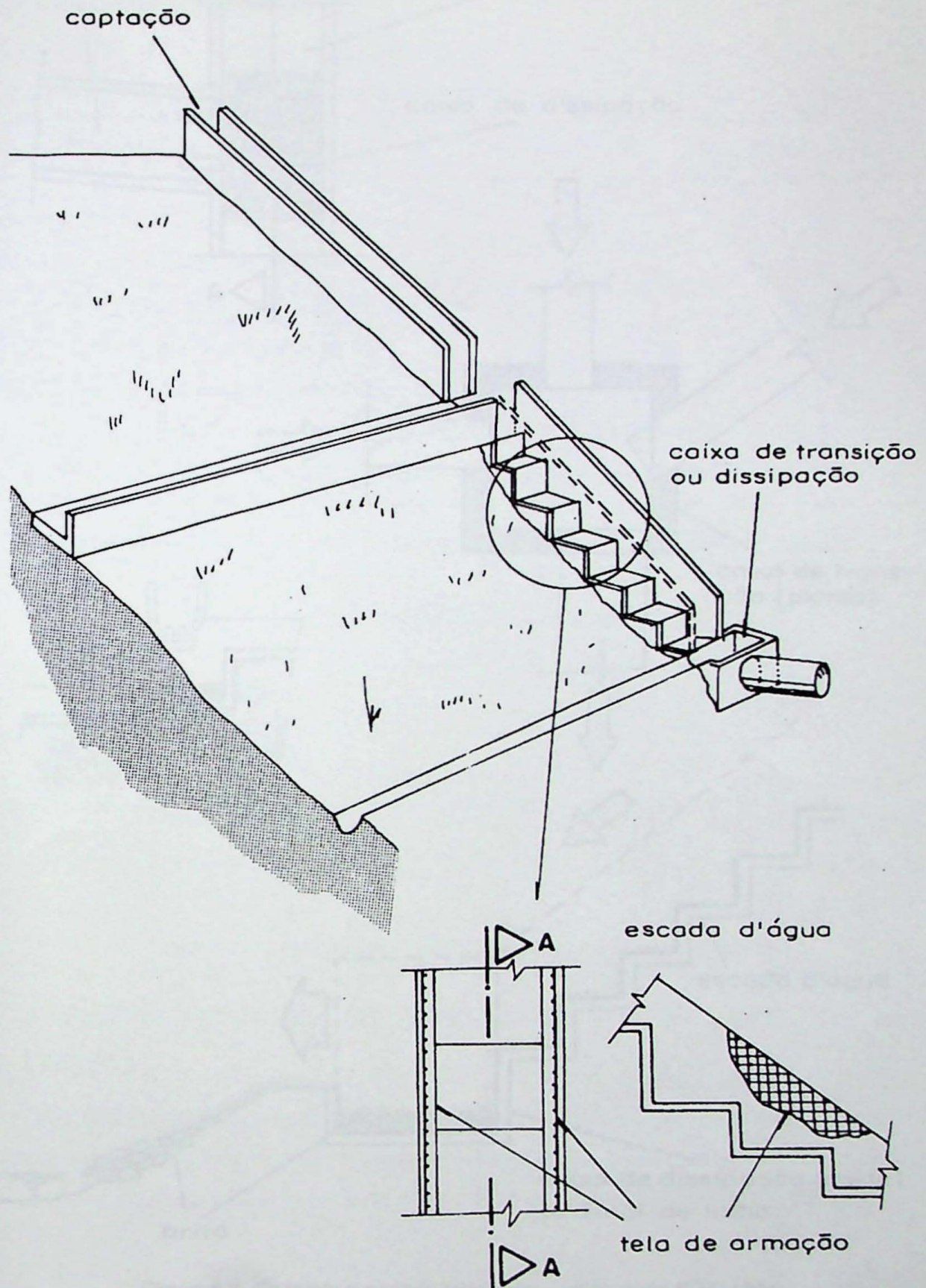


Figura 8.1. Escada hidráulica para a dissipação da energia das águas pluviais (IPT, 1990)

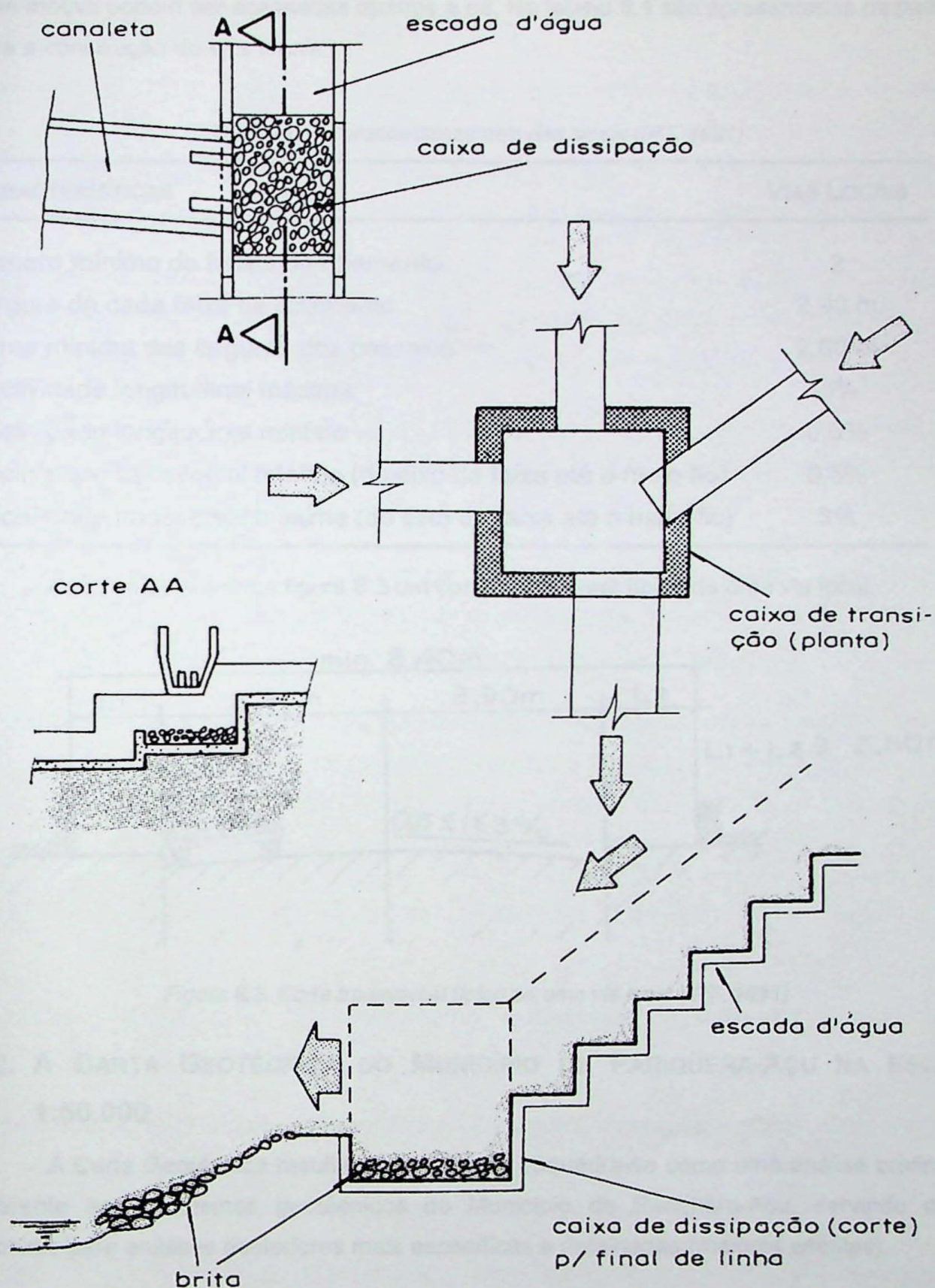


Figura 8.2. Canaleta e escada hidráulica – visão geral (IPT, 1991)

Notou-se que o principal problema destas localidades é de difícil recuperação, que é a altíssima declividade de algumas vias que chegam a passar de 45° (100%) e que por

esse motivo podem ser acessadas apenas a pé. Na tabela 8.1 são apresentados os padrões para a construção de vias locais.

Tabela 8.1. Características das vias locais (IPT, 1991)

CARACTERÍSTICAS	VIAS LOCAIS
Número mínimo de faixas de rolamento	2
Largura de cada faixa de rolamento	2,90 m
Soma mínima das larguras dos passeios	2,60 m
Declividade longitudinal máxima	15% ¹
Declividade longitudinal mínima	0,5%
Declividade transversal mínima (do eixo da faixa até o meio-fio)	0,5%
Declividade transversal máxima (do eixo da faixa até o meio-fio)	3%

Pode-se observar na figura 8.3 um corte transversal típico de uma via local.

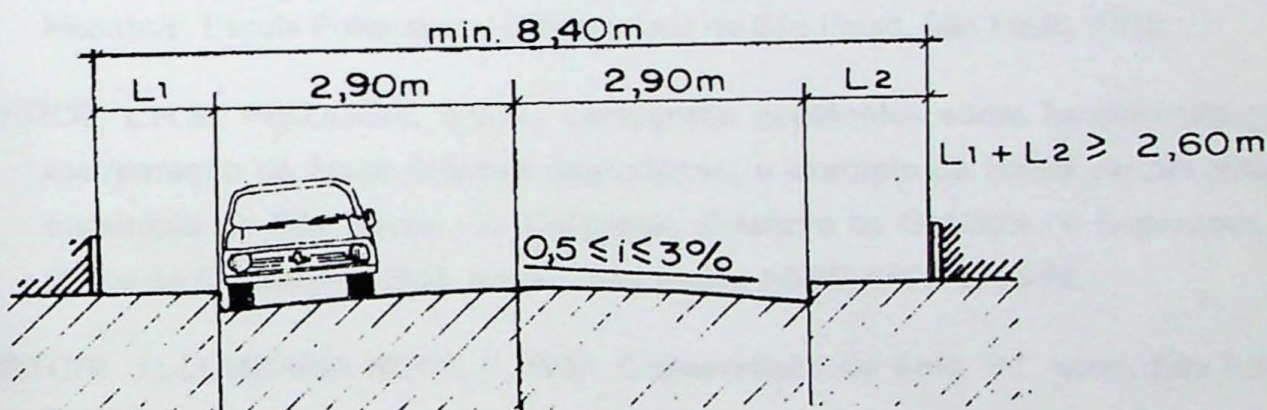


Figura 8.3. Corte transversal típico de uma via local (IPT, 1991)

8.2. A CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUÊRA-AÇU NA ESCALA 1:50.000

A Carta Geotécnica resultante do projeto, enquadra-se como uma análise preliminar referente aos problemas geotécnicos do Município de Pariquêra-Açu, servindo como subsídio para análises posteriores mais específicas e detalhadas (maiores escalas).

¹ Em trechos de no máximo, 50 m de comprimento.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R.L. 1994. **Análise do mapeamento geotécnico nos processos de gestão ambiental: bases conceituais para aplicação no Distrito Federal.** São Carlos, Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Apresentado ao Seminário de Pós-Graduação, disciplina SGS-833.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA (ABGE); INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT) – DIVISÃO DE GEOLOGIA (DIGEO). 1995. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente.** São Paulo, SP. 247p.
- AUGUSTO FILHO, O.; CERRI, L.E.S.; AMENOMORI, C.J. 1990. **Riscos geológicos: aspectos conceituais.** In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, São Paulo. *Anais...* São Paulo, ABGE, 1990. p.334-341.
- AUGUSTO FILHO, O. 1994. **Cartas de risco de escorregamento: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. São Paulo. 150p.
- BARROS, L.H.S.; PELOGGIA, A.U.G.: **Cartografia geotécnica como fundamento para recuperação de áreas urbanas degradadas: o exemplo da favela Jardim Eliane, município de São Paulo.** In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 7, Poços de Caldas/MG, 1993. *Anais...*, São Paulo, ABGE, 1993. p. 83-92.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 1990. **Conservação do Solo.** Ed. Ícone, São Paulo, SP. 355p.
- BONHAM-CARTER, G.F., 1994 **Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS.** Ottawa, Pergamon, 398p.
- CERRI, L.E.S. 1993. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes.** Rio Claro. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista. 197p.
- CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. **Riscos Geológicos,** Capítulo 18, in: Geologia de Engenharia, ABGE, São Paulo, SP, 1998. p.301-310.
- CERRI, L.E.S.; AKIOSSI, A; AUGUSTO FILHO, O.; ZAINE, J. E. 1996. **Cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas: reflexões sobre as escalas de trabalho e proposta de elaboração com o emprego do método do detalhamento**

- progressivo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, ABGE, 1996. v.2, p.537-547.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1972. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher.
- EASTMAN, J.R. 1997. **Idrisi for Windows User's Guide version 2.0. Tutorial Exercises**. Worcester-MA, Graduate School of Geography, Clark University. P.1-1 to 3-19.
- FRANZINELLI, E. , 1970. **Estudo sedimentológico da Formação Pariqüera-Açu (Estado de São Paulo)**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo. São Paulo. 56p.
- GARIBALDI, C.M., 1998. **Cartografia de Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos no Município de Embu – RMSP**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. São Paulo. 155p.
- GUIMARÃES FILHO, H.A. 1994. **Metodologias para intercâmbio de dados entre programas de CADD, SGBD, PDI e SGI em projetos de exploração mineral**. Campinas - SP, UNICAMP. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, 118p.
- INFANTI JR, N.; FORNASARI FILHO, N. **Processos de Dinâmica Superficial**, Capítulo 9, em Geologia de Engenharia, ABGE, São Paulo, SP, 1998.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT), 1991. **Manual de Ocupação de Encostas**. São Paulo, SP. 216p.
- LEPSCH, I. F., QUAGGIO, J.A., SAKAI, E., CAMARGO, O.A., VALDARES, J.M.A.S., 1990. **Caracterização, classificação e manejo agrícola de solos orgânicos do vale do rio Ribeira de Iguape, SP**. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico, nº 131, 58 p. Campinas/SP.
- LIOTTE, S.V. 1999. **Utilização de técnicas de Geoprocessamento para ao apoio ao planejamento Físico-Territorial do Município de Pariqüera-Açu/SP**. Instituto de Geociências / Universidade de São Paulo – Dissertação de Mestrado (INÉDITO).
- MACIEL FILHO, C.L. – 1999. Palestra: **Metodologias da cartografia geotécnica**. 3º **Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica**. ABGE. Florianópolis – SC.
- MARCELLO, E.P., 1985 - **Importância geo-econômica das argilas brancas da Formação Pariqüera-Açu**. In: Simpósio Regional de Geologia, 5, São Paulo, SBG/NSP. 21p. (breve comunicação).

- MELO, M.S. de, 1990 - **A Formação Pariquêra-Açu e depósitos relacionados: sedimentação, tectônica e geomorfogênese.** Instituto de Geociências / Universidade de São Paulo – Dissertação de Mestrado.
- RODRIGUES, B.B. 1997. **Elaboração de cartas de risco decorrentes demovimentos gravitacionais de massa.** São Carlos, Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Apresentado ao Seminário de Pós-Graduação, disciplina SGS-833.
- RODRIGUES, M., 1990 - **Geoprocessamento, Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento,** São Paulo, Escola Politécnica - Universidade de São Paulo. p.01-27.
- ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C., 1997. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo – Escala 1:500.000. Vol. I.**
- SAKAI, E.; LEPSH, I.F.; do AMARAL, A.Z., 1983. **Levantamento Pedológico de reconhecimento semidetalhado da região do Rio Ribeira do Iguape no Estado de São Paulo – Escala 1:100.000.**
- SALOMÃO, F.X.T.; ANTUNES, F.S. **Solos**, Capítulo 6, *in*: Geologia de Engenharia, ABGE, São Paulo, SP, 1998. p.87-99.
- SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL - DIVISÃO DE PLANEJAMENTO DO LITORAL, 1997 - **Macrozoneamento do Vale do Ribeira: Proposta Preliminar para Discussão Pública.** 42p.
- SUGUIO, K., COIMBRA, A.M., RAMPAZZO, L. 1974. **Morfometria e litologia de seixos da Formação Pariquêra-Açu (SP).** Ciência e Cultura, 26(7):189. (Resumos da 26ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira Programa Ciência (Recife)).
- ZUQUETTE, L.V. 1987. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras.** São Carlos. Tese de Doutorado. 4v. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ANEXOS

ANEXO 1

O PROCESSO DA DIGITALIZAÇÃO

A.1.1. CONFIGURAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE SISTEMA

O Autocad R14 possui diversas variáveis que são utilizadas para facilitar o uso do programa. Neste caso, uma das variáveis que devem ser alteradas para o trabalho de digitalização é a *SKPOLY*, utilizando o comando de mesmo nome, deve-se alterar o valor 0 (*default*) para 1, isso faz com que os segmentos digitalizados pelo comando *SKETCH*, fiquem unidos formando uma polilinha contínua. O comando *SKETCH* será discutido no item A.1.3. *A Digitalização*.

A.1.2. ORIENTAÇÃO DO MAPA NA MESA DIGITALIZADORA

Para este processo é utilizado o comando *TABLET*. Na calibração da mesa, deve-se utilizar pelo menos três pontos próximos aos limites do mapa. Para um resultado mais satisfatório, e conseqüentemente, com menor erro, sugere-se o uso de seis ou mais pontos, aumentando a malha de calibração. Digitalizam-se os pontos e posteriormente digitam-se as suas respectivas coordenadas UTM. Caso o erro de orientação seja grande para a escala e aplicação utilizada é necessário que se faça uma reorientação.

Este erro é descrito em uma tabela que é apresentada pelo programa após a digitalização dos três pontos. GUIMARÃES FILHO (1994) sugere os valores máximos de erros médios quadráticos permissíveis durante a orientação do mapa na mesa. Esses valores são mostrados na tabela A.1.1.

Tabela A.1.1. Sugestão de valores máximos de RMS, segundo GUIMARÃES FILHO (1994)

ESCALA	Erro Máximo (m)
1:500	0.127
1:1.000	0.254
1:5.000	1.27
1:10.000	2.54
1:25.000	6.35
1:40.000	10.16
1:50.000	12.7
1:100.000	25.4
1:250.000	63.5

Ainda de acordo com GUIMARÃES FILHO (1994), pode-se fazer um acompanhamento do erro operacional da seguinte maneira: digitaliza-se a polilinha anterior em um nível (*LAYER*) diferente ao utilizado anteriormente, como por exemplo, **enquad_mesa_02**. O erro envolvido no processo de orientação pode ser observado no CADD, visualizando as duas polilinhas em *zoom*, como é demonstrado na figura A.1.1.

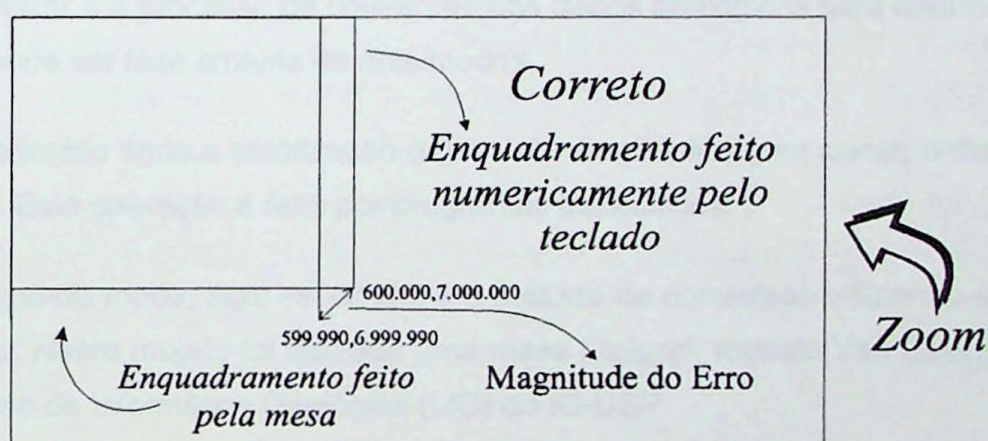


Figura A.1.1. Quantificação do erro envolvido no processo de forma gráfica (GUIMARÃES FILHO (1994))

GUIMARÃES FILHO (1994) discute a quantificação matemática do erro médio quadrático (RMS) entre estas duas polilinhas, usando-se a fórmula apresentada a seguir, com as coordenadas dos vértices dos polígonos, apresentados na figura A.1.2.

$$RMS_{(x)} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_i - x_r)^2}{N}} \quad RMS_{(y)} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(y_i - y_r)^2}{N}}$$

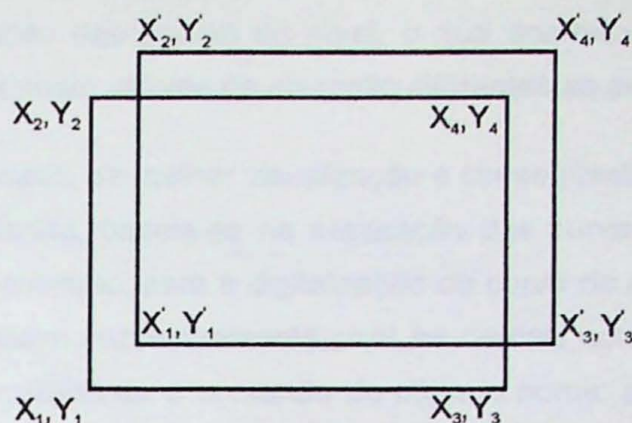


Figura A.1.2. Coordenadas dos vértices dos polígonos a serem utilizadas na fórmula anterior. Os deslocamentos estão exagerados para mostrar que há uma diferença nas coordenadas dos vértices entre o polígono digitalizado numericamente e o digitalizado pela mesa (GUIMARÃES FILHO, 1994)

Caso o erro não seja significativo, deve-se escolher a opção *ORTHOGONAL* como tipo de transformação. Após esses comandos, utiliza-se a função *LIMITS* para delimitar a área do mapa a ser digitalizada.

A.1.3. A DIGITALIZAÇÃO

Digitalizar é o processo de conversão dos dados analógicos para dados digitais. Esta conversão pode ser feita através de dois modos.

Um primeiro seria a vetorização das linhas de uma imagem raster, obtida através de um *scanner*. Esta operação é feita por programas específicos.

O segundo modo, aqui escolhido, é o método da conversão utilizando-se uma mesa digitalizadora. Neste projeto foi utilizada uma mesa Digigraf, modelo Van Gogh, pertencente ao Laboratório de Informática Geológica (LIG) do IG-USP.

Para se dar início à conversão, após ter acompanhado o item A.1.2. *Orientação da Mesa Digitalizadora*, pode-se utilizar dois métodos para a digitalização do mapa topográfico. O primeiro, que foi descartado pelo seu difícil reconhecimento de curvas já digitalizadas, o que retardaria ainda mais o processo, baseia-se apenas na utilização do comando *ELEV*. Este comando faz com que as polilinhas digitalizadas tenham uma elevação compatível com sua cota original, por exemplo, ao digitalizar a curva de nível de 100 m, utiliza-se o comando *ELEV* dando-se o valor 100. Assim, todas as polilinhas digitalizadas após esse comando terão elevação de 100 m. Neste mesmo comando, o programa perguntará o valor da espessura (*THICKNESS*) da polilinha, no caso da digitalização de curvas de nível, estradas, drenagens, etc., este valor deve ser zero (*default*). Este processo foi inicialmente escolhido pelo bolsista, porém dadas às dificuldades em sua distinção e observação, e por problemas obtidos posteriormente em análises realizadas preliminarmente, foi descartado. Ocorreram

problemas na identificação das curvas de nível, o que acarretou no erro de que várias curvas topográficas continham valores de elevação diferentes ao seu real valor.

O Segundo processo, de melhor visualização e conseqüentemente de maior rapidez e segurança nos resultados, baseia-se na separação das curvas de nível em camadas (*layers*) diferentes. Por exemplo, para a digitalização da curva de nível 150 m, criou-se um *layer* de nome 150 e assim sucessivamente para as demais cotas a serem digitalizadas. Para a criação do *layer*, utiliza-se o comando de mesmo nome, porém esta versão conta com recursos de ícones, o que torna a operação muito mais fácil e rápida. Pode-se ainda atribuir cores diferentes para cada *layer*, o que melhora ainda mais a distinção das curvas de nível. Depois de terminada a digitalização das curvas, utiliza-se o comando *CHANGE*, para alterar-se a elevação das curvas digitalizadas.

Primeiramente, deve-se congelar todos os *layers*, deixando apenas um *layer* (o corrente) em exibição. Por exemplo, quer-se alterar a elevação de todas as cotas 150, portanto deve-se congelar todos os *layers* exceto o 150, assim apenas as curvas referentes à elevação de 150 serão exibidas, facilitando o uso do comando *CHANGE*. Usando o comando (*CHANGE*) será perguntado quais objetos serão modificados, como no caso, todas as curvas pertencem à cota 150, pode-se escrever *ALL*, o que selecionará todas as curvas exibidas. Após isso o comando perguntará se a modificação dos objetos será em suas propriedades ou uma mudança de pontos, como a elevação faz parte das propriedades do objeto, deve-se escrever *P* (de *properties*). O último passo é escolher o comando que altera a elevação do objeto, o comando mostrará várias opções, conforme é descrito a seguir: "*Change what property (Color / Elev / Layer / Ltype / LtScale / Thickness) ?*", deve-se digitar *E* (*Elev*) para assim finalmente executar a alteração na elevação dos objetos selecionados.

Para finalizar, deve-se digitar a elevação desejada, neste caso 150. Feito isto, o comando pergunta se existe alguma outra alteração que se deseja fazer, deve-se digitar então *LA* (*layer*) para agrupar estes objetos em uma outra camada (*layer*), tecla-se *0* (*layer* inicial), e assim sucessivamente até que todas as curvas de nível digitalizadas obtenham sua elevação correta e unidas em apenas uma camada (*layer 0*). Os outros *layers* não serão mais utilizados sendo portanto descartados, ou melhor, apagados, para que não ocupem espaço.

Para se dar início ao uso da mesa digitalizadora, deve-se utilizar o comando *SKETCH*. Em seguida, o programa perguntará qual o tamanho do segmento a ser utilizado, isto é, qual a distância a ser utilizada entre dois nós. Estes nós são pontos que são registrados de acordo com a digitalização do mapa, constituindo assim uma polilinha. Esses valores de segmentos podem ser calculados de acordo com a escala utilizada, no caso da

digitalização das cartas topográficas IGC (1:10.000), utiliza-se um valor calculado previamente. A fórmula, segundo GUIMARÃES FILHO (1994), para o cálculo do tamanho dos segmentos é demonstrada a seguir:

$$\text{Espaçamento} = \frac{(\text{escala} \cdot 0,508)}{1000}$$

São descritos na tabela A.1.2, alguns valores de espaçamento para cada escala utilizada.

Tabela A.1.2. Valores de espaçamentos para cada escala, utilizados no comando SKETCH (GUIMARÃES FILHO (1994))

ESCALA	ESPAÇAMENTO
1:500	0,254
1:1.000	0,508
1:5.000	2,54
1:10.000	5,08
1:25.000	12,7
1:40.000	20,32
1:50.000	25,4
1:100.000	50,8
1:250.000	127

A.1.4. EDIÇÃO DE POLILINHAS

Este processo foi o de maior importância e que consumiu grande parte do tempo disponível, pois se as edições não forem feitas corretamente, os resultados finais obtidos podem ser bem diferentes do real. Portanto, deve-se prestar muita atenção neste tópico, para que problemas futuros não interfiram na continuidade do projeto.

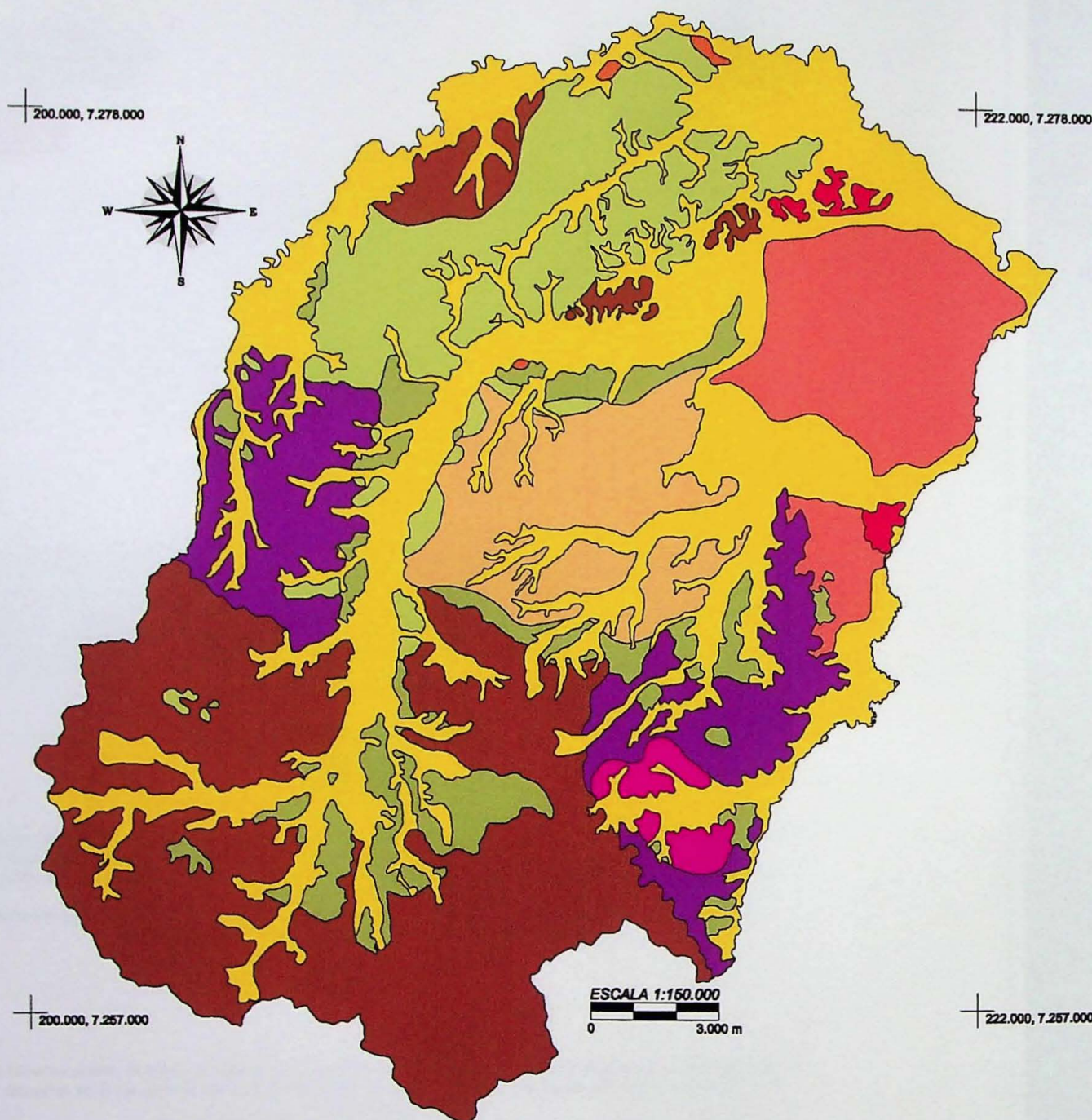
Segundo GUIMARÃES FILHO (1994), a edição das polilinhas deve ser um dos processos mais importantes na digitalização de mapas geológicos, principalmente quando o objetivo principal é intercambiar as informações geradas com outros programas de Geoprocessamento.

O objetivo principal desta prática é o de acertar os encontros das polilinhas referentes às drenagens, fechar polígonos gerados pela digitalização de curvas de nível e arrumar polilinhas de diferentes elevações que estejam se cruzando, para posteriormente, quando estes dados forem exportados para outros programas, não apresentem erros ocorridos durante a digitalização.

No processo de digitalização, a polilinha pode ter sido interrompida antes ou depois do seu verdadeiro final. Visualmente o resultado pode parecer correto, porém a um olhar mais detalhado, isto é, dando-se um *zoom* nesse encontro, pode-se observar que as polilinhas estão separadas. Detectado esse fato, pode-se realizar o fechamento da polilinha utilizando-se o comando *PEDIT*. O comando inicia pedindo a seleção da polilinha a ser fechada. O programa perguntará qual opção deve-se usar, então digita-se "C" (*CLOSE*), com isso o Autocad fechará a polilinha, transformando-a em um polígono.

Se o objetivo é a união de duas polilinhas, deve-se utilizar o comando *STRETCH* para que assim, os nós finais das polilinhas a serem unidas sejam sobrepostos. Posteriormente, utiliza-se o comando *PEDIT*, selecionando uma das polilinhas a serem unidas. Na seqüência, deve-se digitar "J" (*JOIN*), o programa pedirá para selecionar as polilinhas a serem unidas, após selecionadas tecle *ENTER*. Este comando pode ser utilizado para a união de duas ou mais polilinhas, desde que, os nós finais coincidam em sua posição.

Na edição das polilinhas geradas a partir da digitalização da rede de drenagens do município, os comandos utilizados foram o *TRIM* (corte) e *EXTEND* (extensão), isto é, as polilinhas são forçadas a ter o seu nó final no limite desejado. Como já dito anteriormente, o processo da digitalização envolve erros, que podem ser corrigidos a partir destes comandos.



DESCRIÇÃO DAS UNIDADES

QUATERNÁRIO

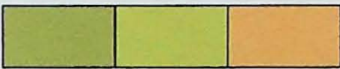
 Aluviões e baixos terraços, predominando areias e argilas, subordinadamente ocorrendo cascalhos.

 Sedimentos indiferenciados de deposição mista na planície costeira (fluviais, marinhos e lacustres), de composição variada (areias, siltes e argilas).

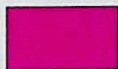
TERCIÁRIO-QUATERNÁRIO

 Depósitos de cascalhos e areias associadas, e subordinadamente finos, em nível topográfico intermediário de terraços associados às principais drenagens. Sua idade é incerta, podendo pertencer ao Intervalo Neógeno-Pleistoceno.

TERCIÁRIO

 Depósitos da Formação Paríquera-Açu, apresentando variação faciológica refletindo glaciação lateral de ambientes, estas são divididas em três fácies respectivamente: **Fácies Fanglomerática**: depósitos fanglomeráticos, constituídos de paraconglomerados, lamitos e subordinadamente ortoconglomerados e areias de leques aluviais. **Fácies Meandrante**: depósitos de sistema fluvial meandrante, constituídos de bancos gradacionais (granodecrescência ascendente variando de areias conglomeráticas e areias a silte e argila. **Fácies Lacustre**: depósitos lacustres, constituídos de argilas e argilas silteosas com intercalações arenosas subordinadas.

JURÁSSICO-CRETÁCEO

 Rochas alcalinas de composição variada (principalmente jacupiranguitos e carbonatitos) em maciços intrusivos.

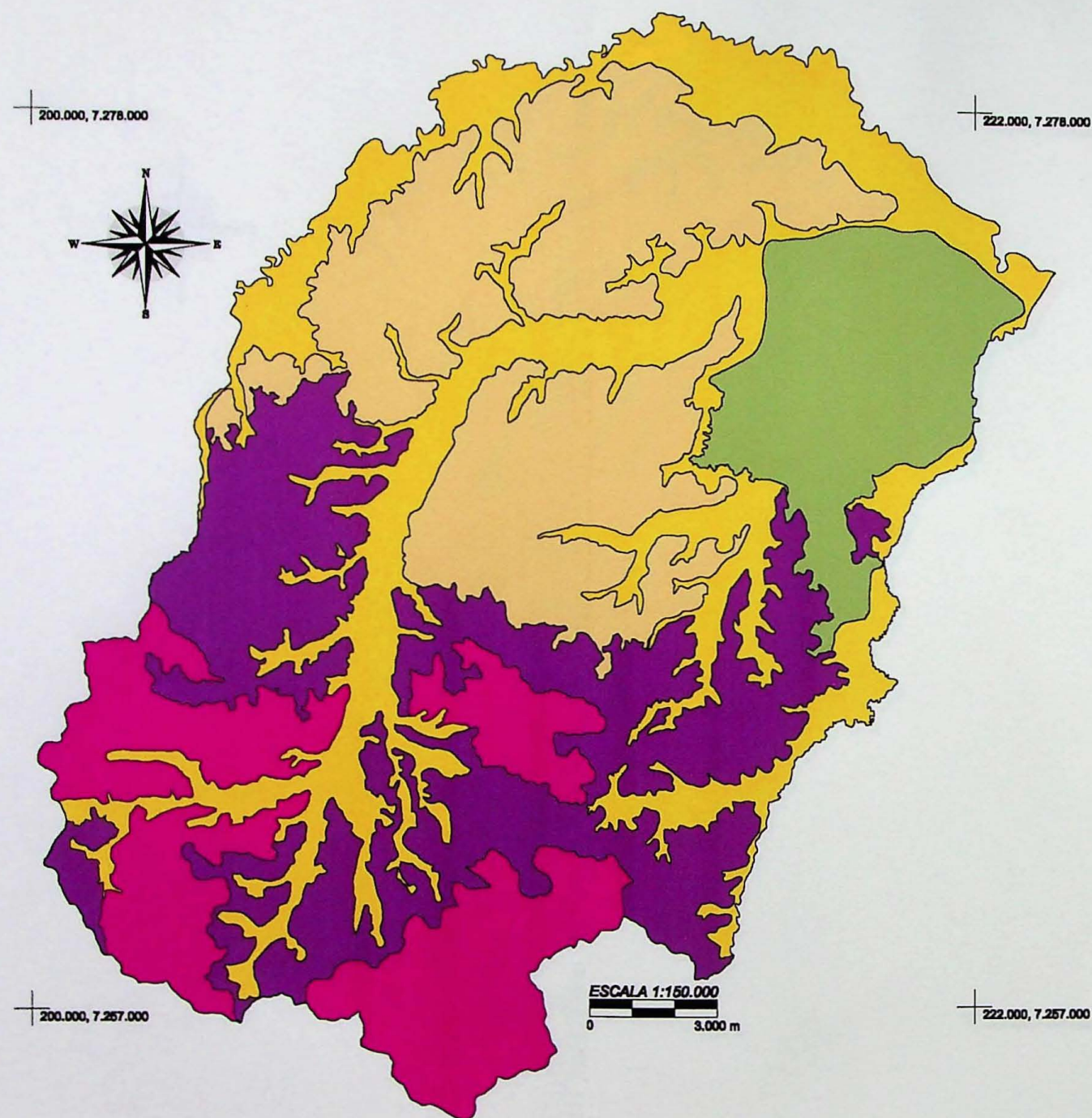
PROTEROZÓICO A CAMBRIANO-ORDOVICIANO

 Rochas graníticas e granitóides de natureza e idade diversificadas.

 Migmatitos pertencentes ao Complexo Turvo-Cajati

 Metassedimentos pertencentes ao Complexo Turvo-Cajati

Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/08/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARÍQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 2 MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PARÍQUERA-AÇU (SP) Fonte: LIOTTE, 1999	



LEGENDA

PLANALTO DO RIBEIRA/TURVO COM BAIXA DENSIDADE DE DRENAGEM



Localiza-se na porção sul do Estado de São Paulo, limitando-se a sudeste com a Serra do Mar, a sudoeste com o Estado do Paraná e ao norte com o Planalto de Guapiara. Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais cujo modelo constitui-se basicamente em morros altos com topos agudos e topos convexos. A litologia dessa área é constituída de migmatitos, metassedimentos, e intrusões graníticas e os solos são do tipo cambissolos, podzólico vermelho-amarelo e afloramentos rochosos. As altimetrias variam de 200 a 800 m e a declividade de 15% a 38%. O padrão de drenagem nesta unidade é dendrítico com densidade de drenagem variando de média a alta. Por ser uma unidade de relevo com formas muito dissecadas, os vales são bem enfiados, apresentando um nível de fragilidade potencial alto, e desse modo sujeito a processos erosivos lineares e com a possibilidade de movimentos de massa. Na região do município de Pariquera-Açu subdividiu-se a Planalto do Ribeira/Turva em duas regiões distintas: a primeira apresentando um nível de dissecção alto e alta densidade de drenagem e a segunda com um nível de dissecção muito alto com média densidade de drenagem.

PLANALTO DO RIBEIRA/TURVO COM ALTA DENSIDADE DE DRENAGEM



DEPRESSÃO DO BAIXO RIBEIRA



A morfoescultura Depressão do Baixo Ribeira pertence a Bacia Sedimentar do Baixo Ribeira (Bacia Sedimentar Cenozóica - Formação Pariquera-Açu). Localiza-se entre o Planalto do Ribeira/Turvo, a Escarpa/Serra do Mar e a Planície Litorânea de Iguape-Cananéia. Têm-se a predominância de formas de relevo denudacionais cujo modelo constitui-se basicamente por colinas e patamares aplanados, com entalhamento dos vales variando de 20 a 40 m. Constituída basicamente de metassedimentos e migmatitos, apresenta altimetria variando de 12 a 47 m e declividade entre 15 a 60%. A drenagem, nesta unidade de relevo, apresenta um padrão dendrítico, e tendo setores retilíneos indicando a forte influência de direções de fraturamentos importantes. A rede de drenagens em grande parte corre sobre planícies fluviais que se tratam de vales fluviais afogados.

PLANÍCIE LITORÂNEA IGUAPE/CANANÉIA



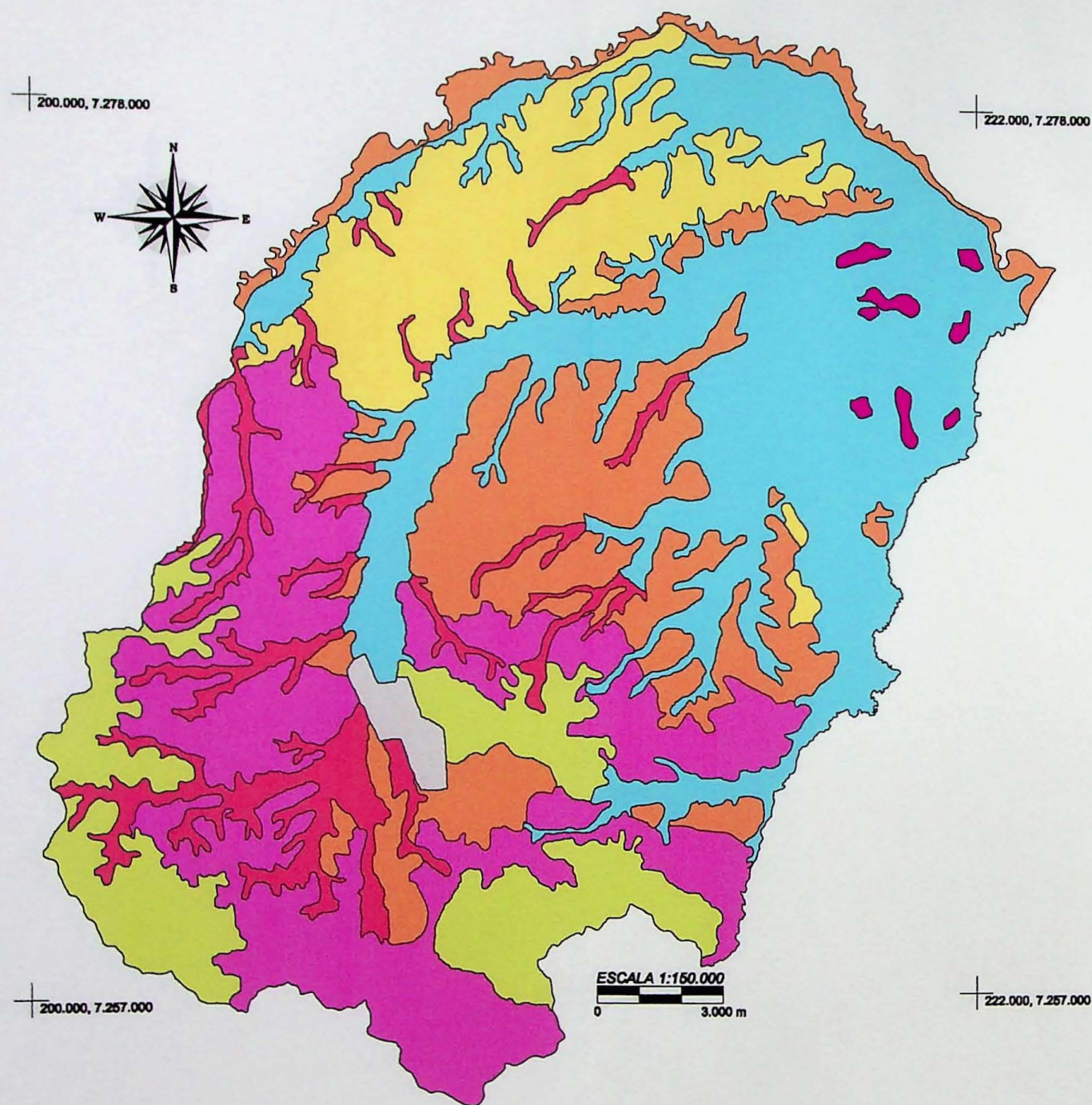
São terrenos planos, de natureza sedimentar marinha e fluvial quaternária, onde ocorrem processos de aggradação. Apresentam altimetrias entre 0 e 15m e declividades inferiores a 2%. São formadas por sedimentos marinhos inconsolidados e sedimentos fluviais arenosos/argilosos também inconsolidados e cascalhos e os solos são orgânicos. Apresentam baixa densidade de drenagem. O potencial de fragilidade é muito alto por serem áreas sujeitas as inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos às acomodações constantes.

PLANÍCIE FLUVIAL



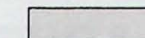
São terrenos planos, de natureza sedimentar fluvial quaternária, geradas por processo de aggradação. Encontram-se dispostas em áreas junto às margens dos rios e por serem áreas baixas e planas são sujeitas às inundações periódicas. Apresentam declividades inferiores a 2%, e são formadas por sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados e os solos são do tipo GLEI Húmico e pouco Húmico. Possuem nível de fragilidade muito alto por serem áreas sujeitas às inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeito às acomodações constantes.

Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/11/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 3 MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) Base: LIOTTE, 1999	



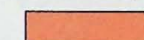
LEGENDA

ÁREA URBANA

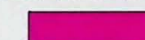


SOLOS MINERAIS HIDROMÓRFICOS

Podzólicos Vermelho-Amarelos



Unidade
Arataca

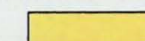


Unidade
Areia



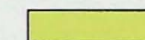
Unidade
Vapamirim

Latossolo Amarelo



Unidade
Pariquera

Cambissolos



Unidade
Canfilito



Unidade
Cacao

SOLOS MINERAIS NÃO-HIDROMÓRFICOS

Gleizados



Unidade
Cinza

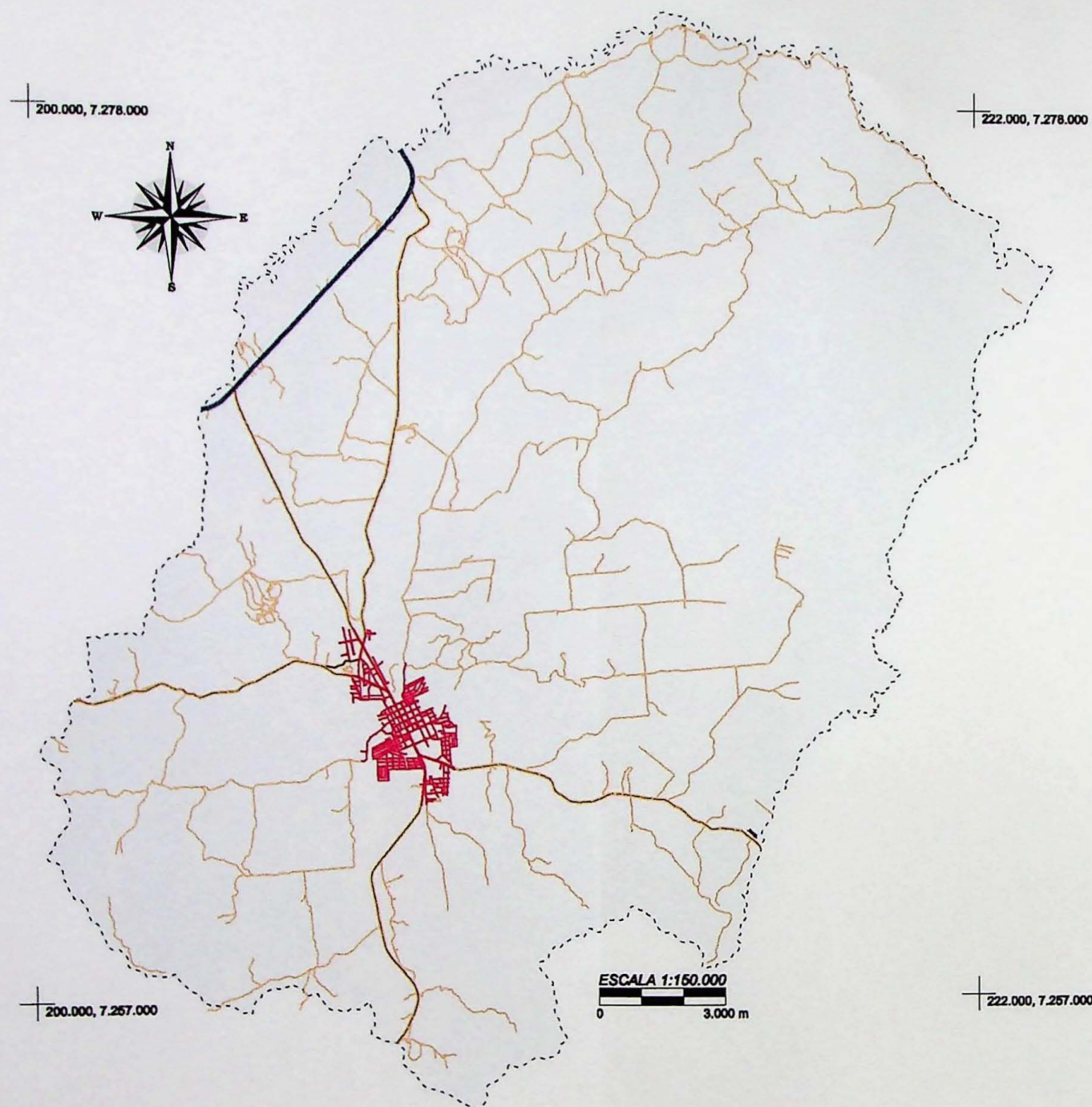
OUTROS SOLOS

Orgânicos



Unidade
Tarutão

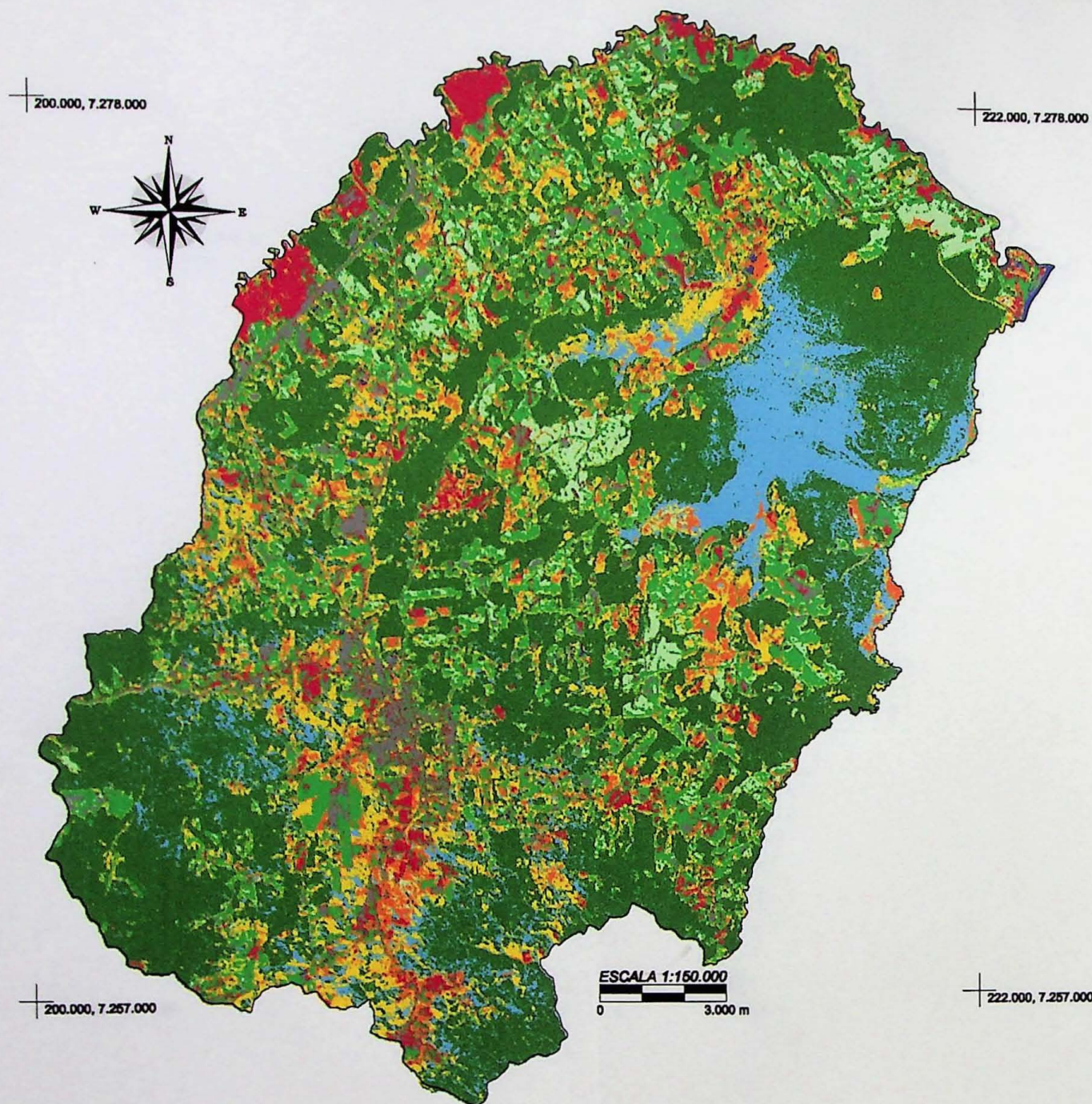
Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/11/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 4 MAPA PEDOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) Base: LIOTTE, 1999	



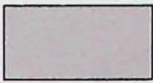
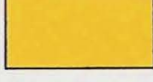
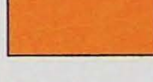
LEGENDA

- RODOVIA FEDERAL (BR-116)
- RODOVIAS ESTADUAIS
- PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO (VIAS PAVIMENTADAS)
- VIAS NÃO PAVIMENTADAS
- LIMITE DE MUNICÍPIO

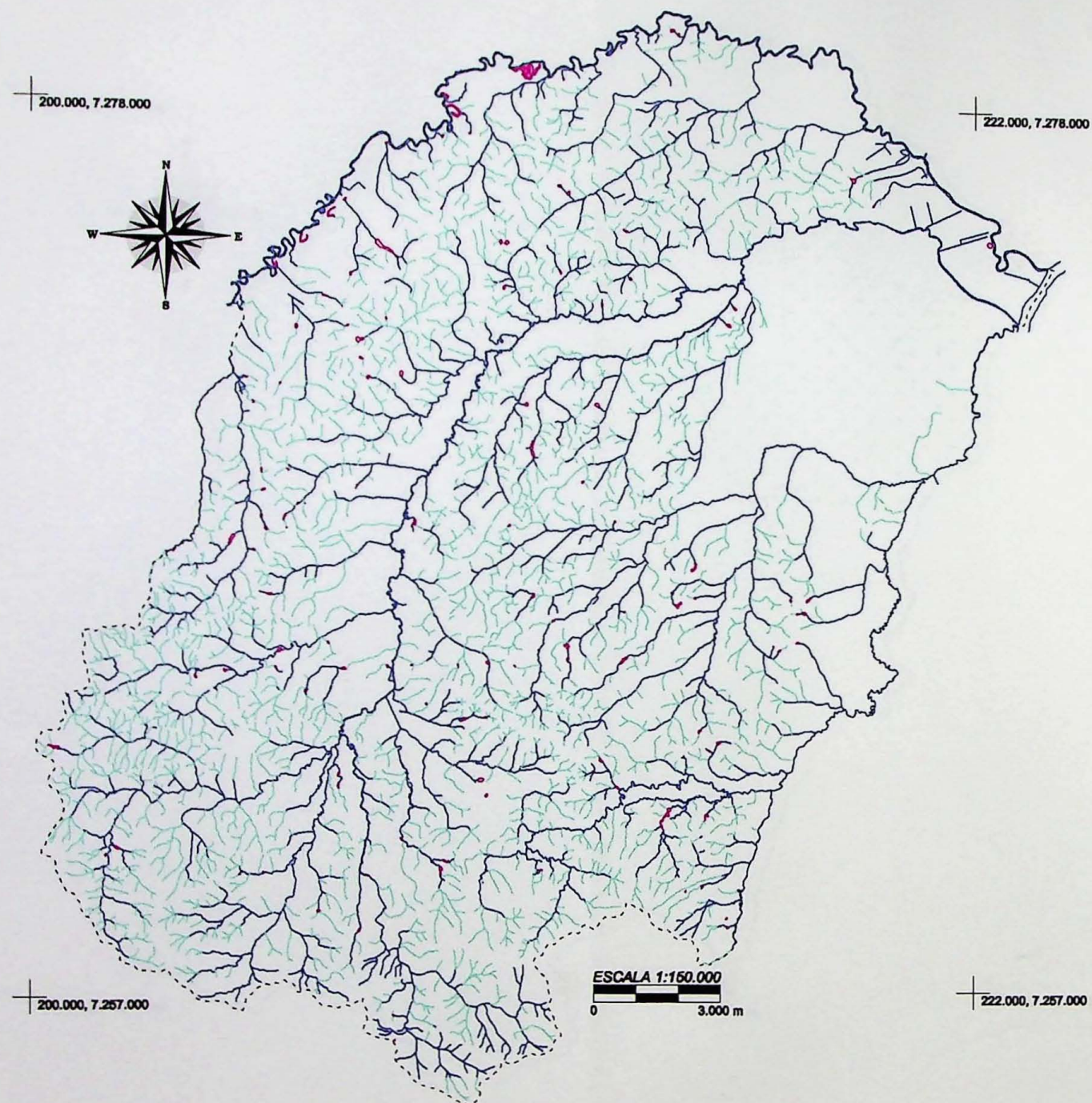
Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO		Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/11/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)		
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARÍQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)			ANEXO 5 MALHA RODOVIÁRIA DO MUNICÍPIO DE PARÍQUERA-AÇU (SP) Fonte: IGC (1:10.000)	



LEGENDA

-  SOLO EXPOSTO
-  ÁREAS ALAGADIÇAS
-  CULTIVO DE CHÁ
-  VEGETAÇÃO ARBÓREA
-  CULTIVO DE BANANA
-  RIOS / REPRESAS / LAGOS
-  ÁREAS DE PASTAGEM
-  VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO INICIAL
-  CULTIVO DE TANGERINA

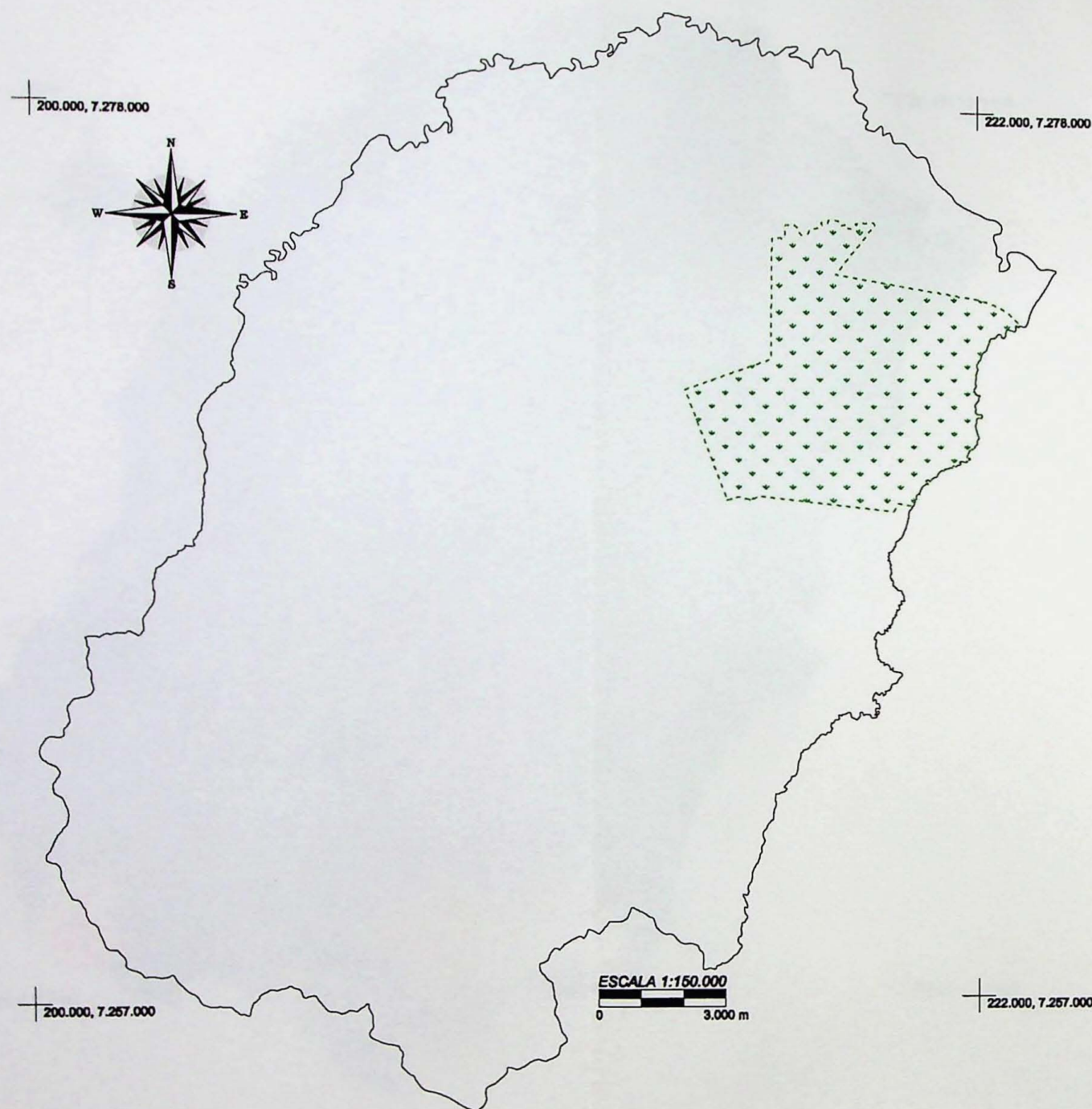
Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/11/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARÍQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 6 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PARÍQUERA-AÇU Fonte: LIOTTE, 1999	



LEGENDA

- RIO OU DRENAGEM PERMANENTE
- DRENAGEM TEMPORÁRIA
- LAGO OU REPRESA
- LIMITE DE MUNICÍPIO

Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO		Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO		Data 10/08/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)			
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)				ANEXO 7 MAPA DE DRENAGENS DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU Base: IGC (1:10.000)	



LEGENDA

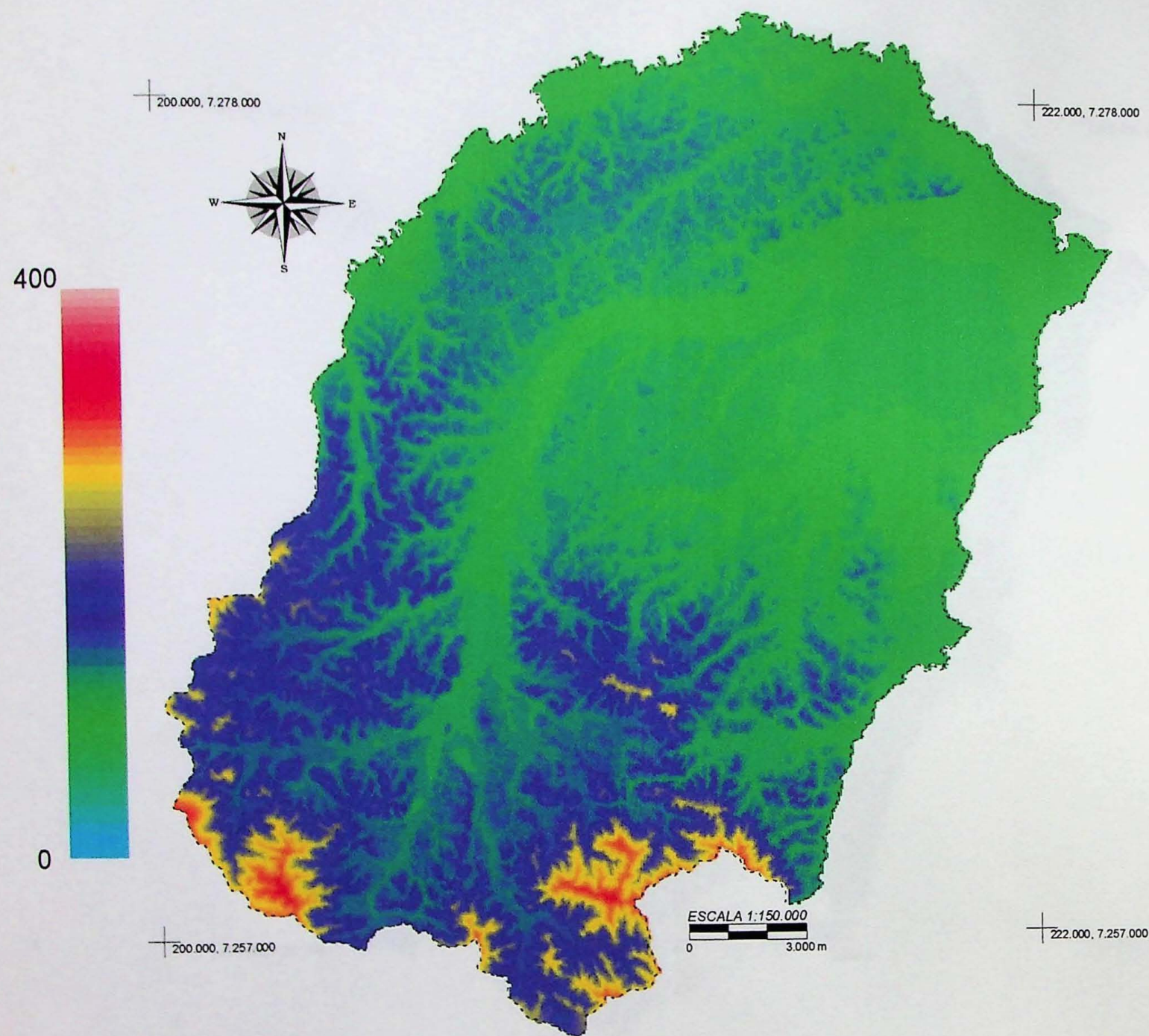


ÁREA DO PARQUE ESTADUAL DA CAMPINA DO
ENCANTADO

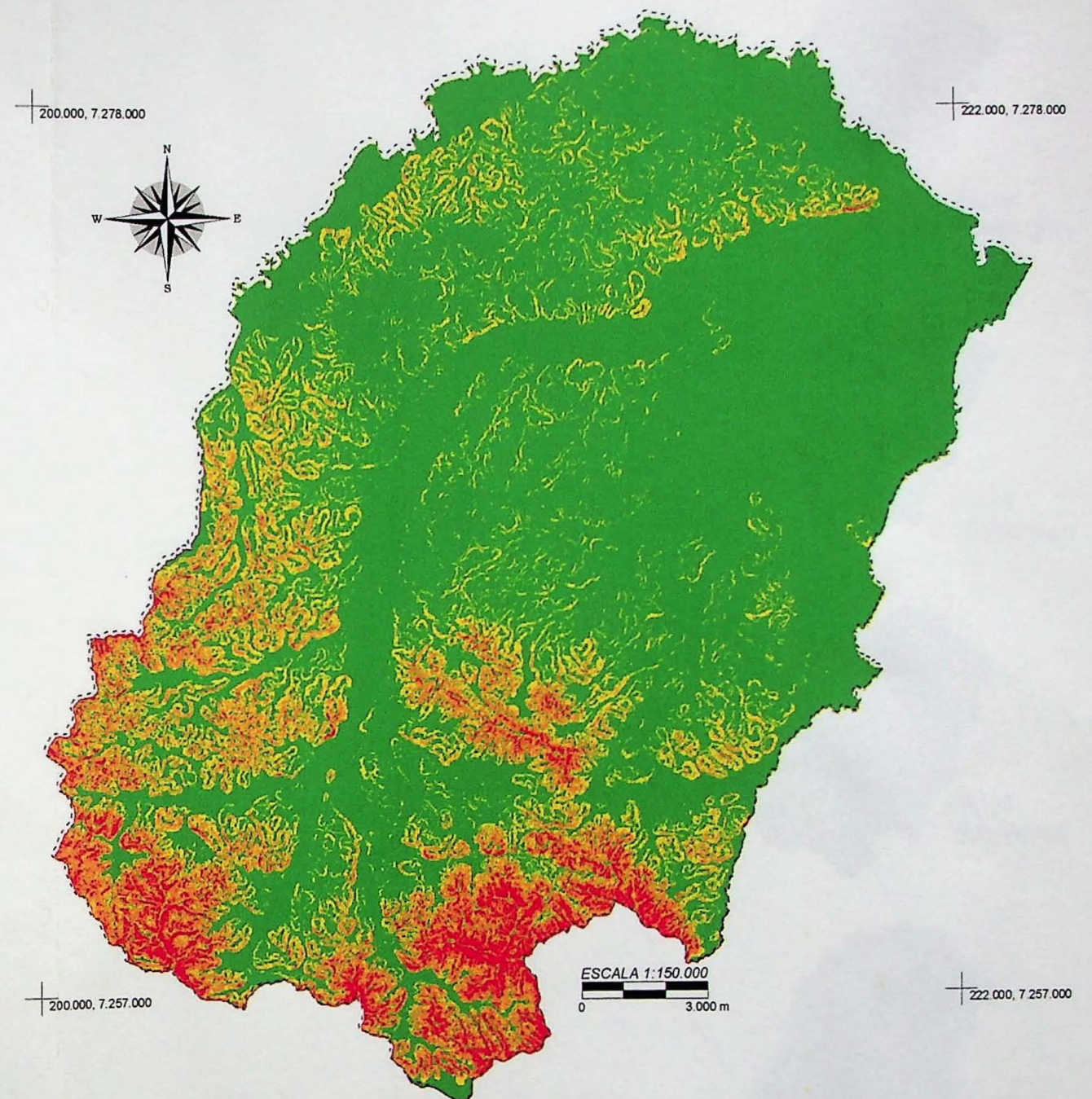
ÁREA TOTAL DO PARQUE: 32 km²

Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/11/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUÊRA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 8 LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DA CAMPINA DO ENCANTADO (ANTIGO PQ. ESTADUAL DO PARIQUÊRA-ABAIXO) Fonte: DEPRN - Pariquêra-Açu	

MODELO NUMÉRICO DE TERRENO

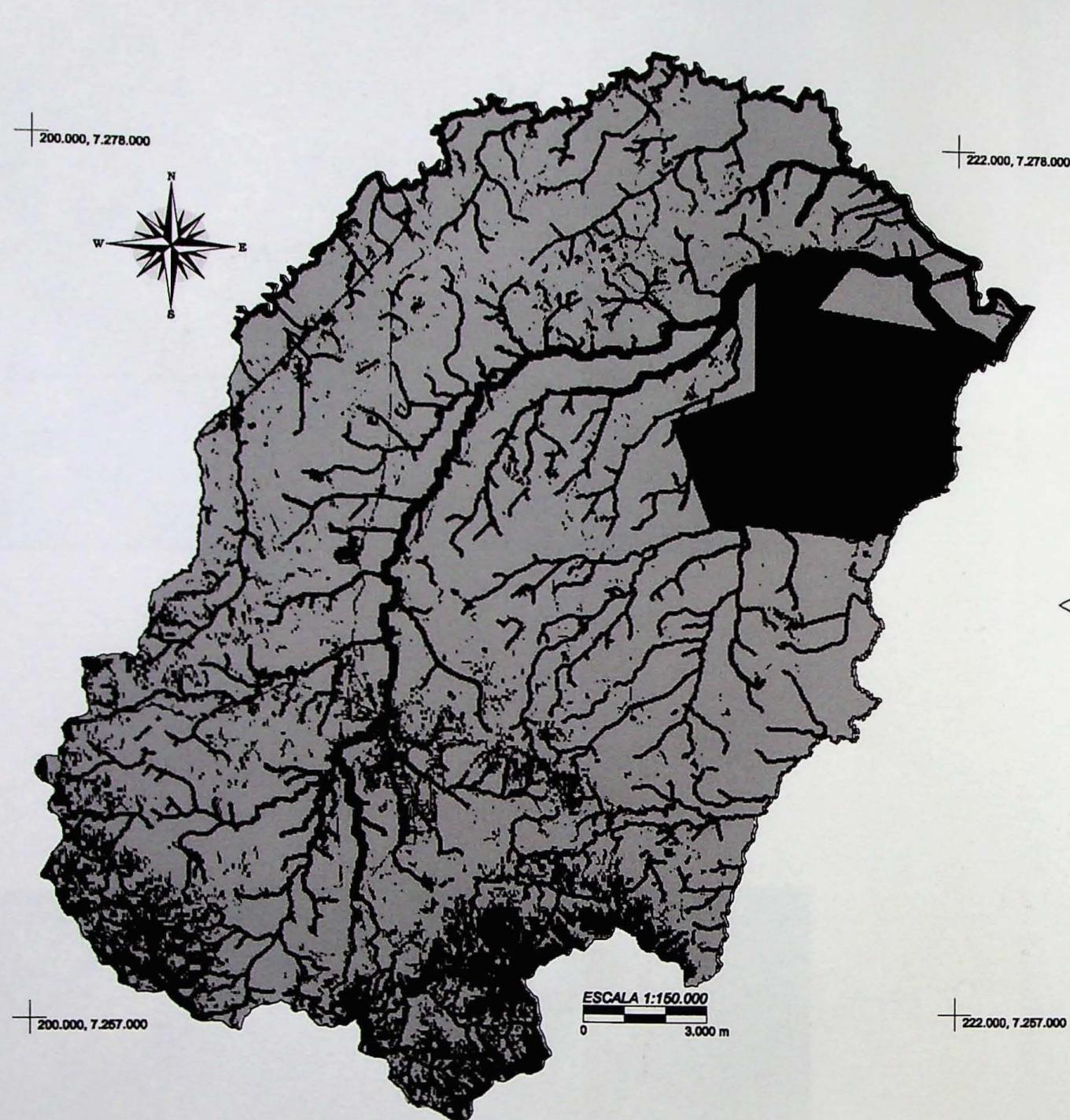


CARTA DE DECLIVIDADES

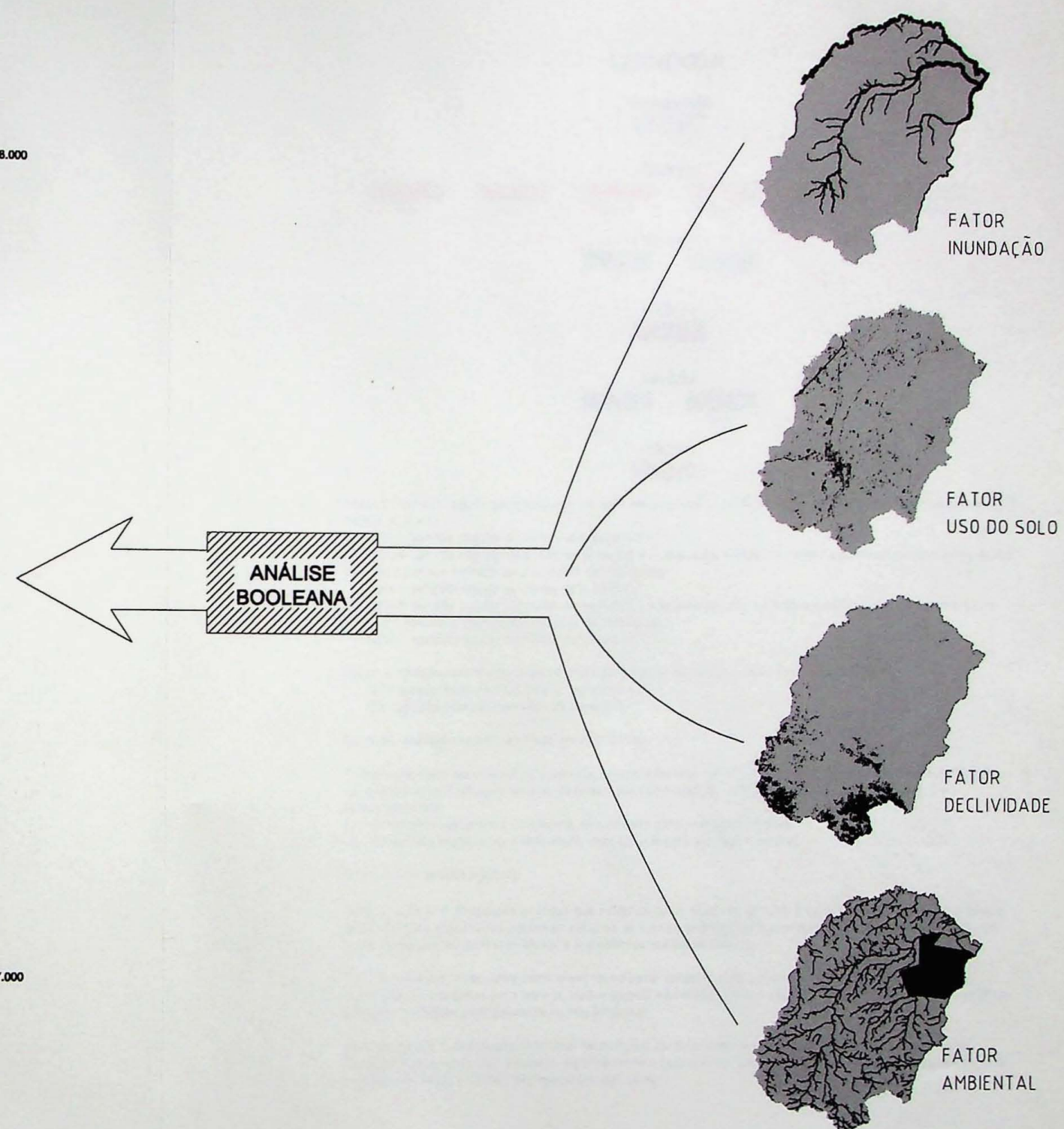
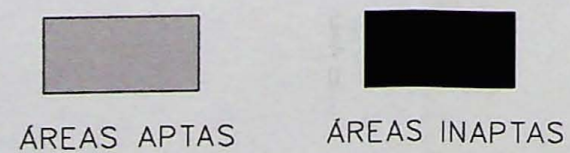


0-15% 15-30% 30-50% > 50%

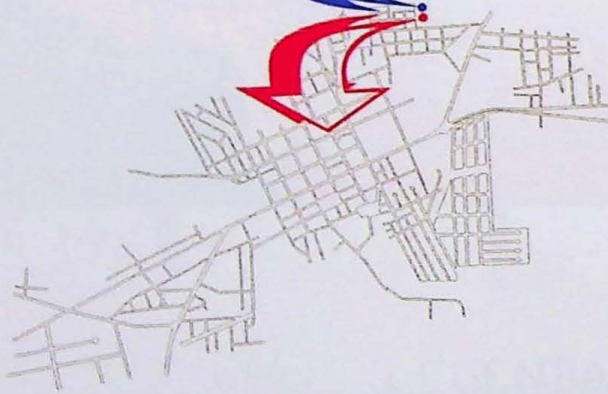
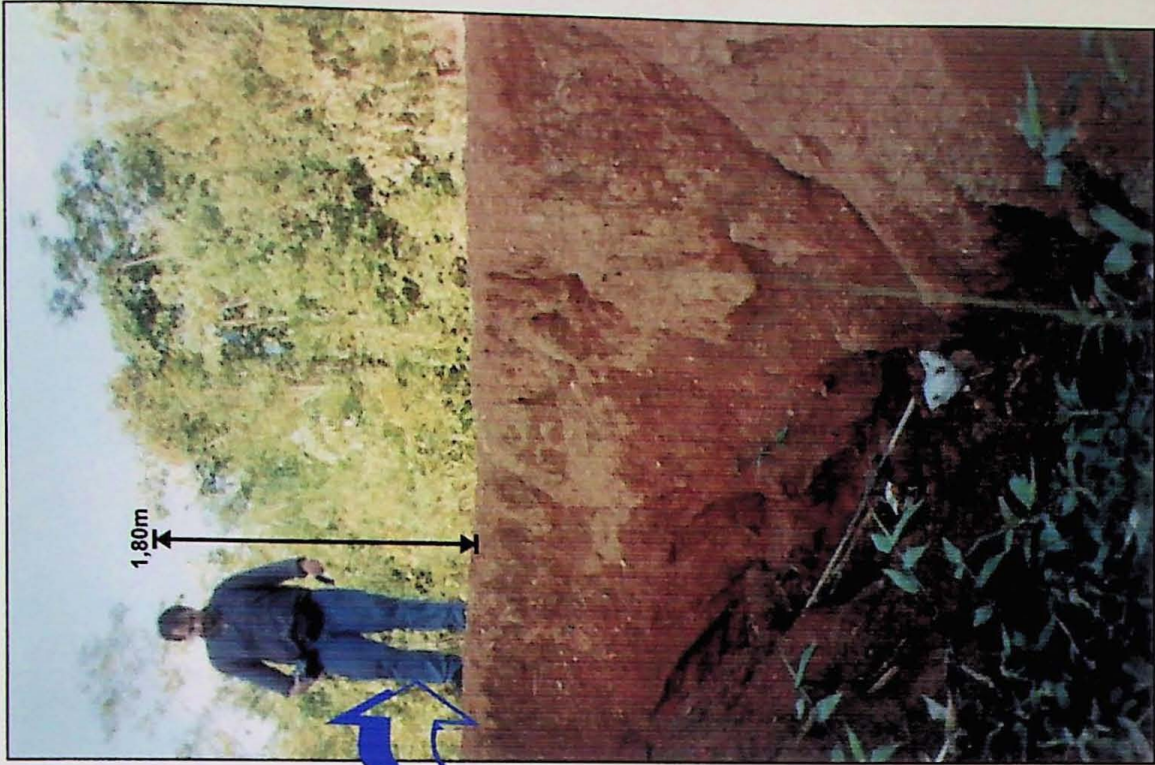
Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/11/99	Escala 1:150.000
Nº USP 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARÍQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 9 MODELO NUMÉRICO DE TERRENO (MNT) E CARTA DE DECLIVIDADES DO MUNICÍPIO DE PARÍQUERA-AÇU	



LEGENDA



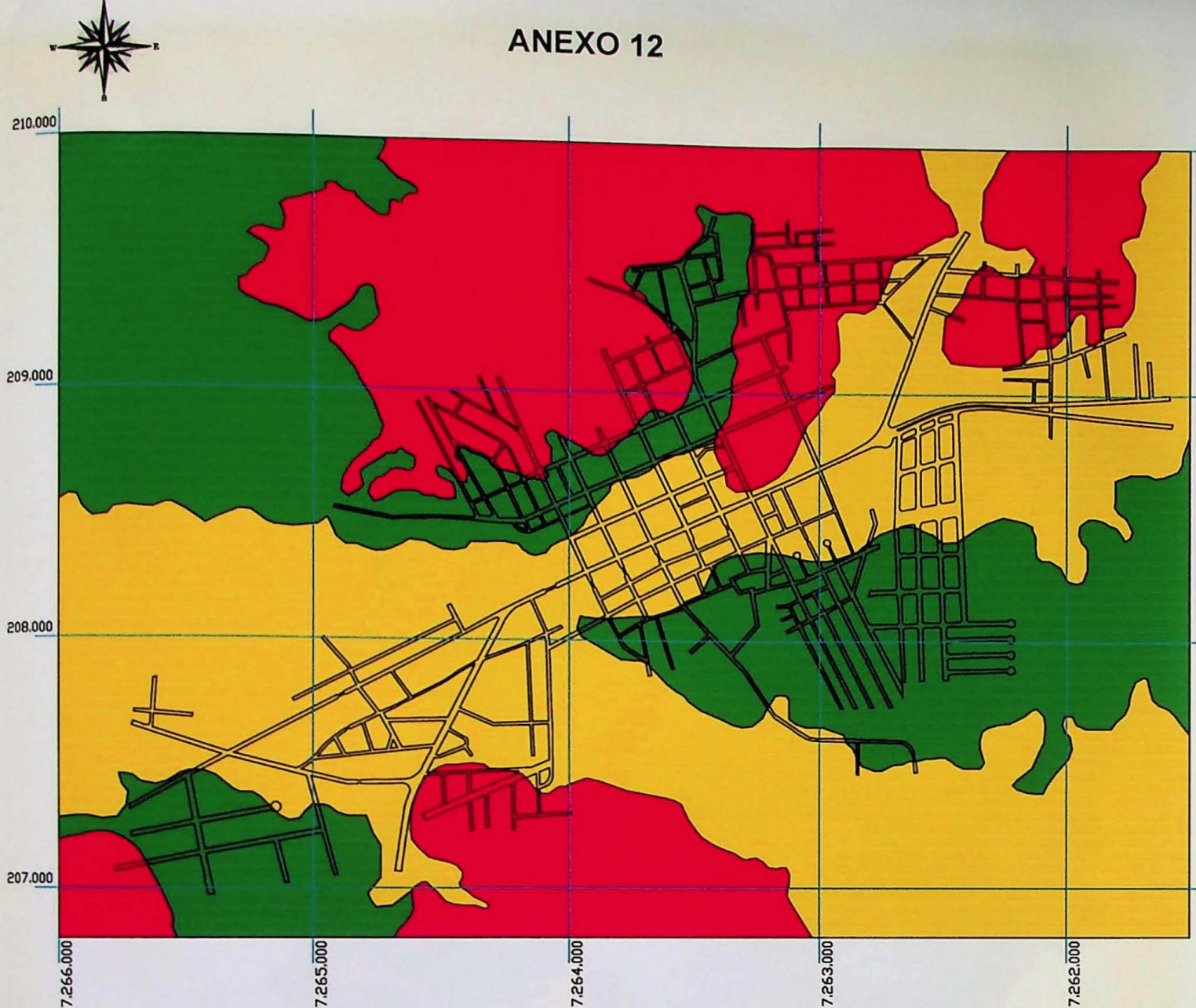
Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO		Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/11/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)		
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)			ANEXO 10 MAPA DE RESTRIÇÕES À OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (Análise Booleana)	



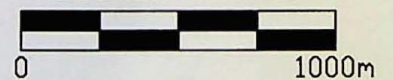
Localização das ravinas
no perímetro urbano
do Município de
Paripueranga-Açu



ANEXO 12



ESCALA 1:25.000



LEGENDA

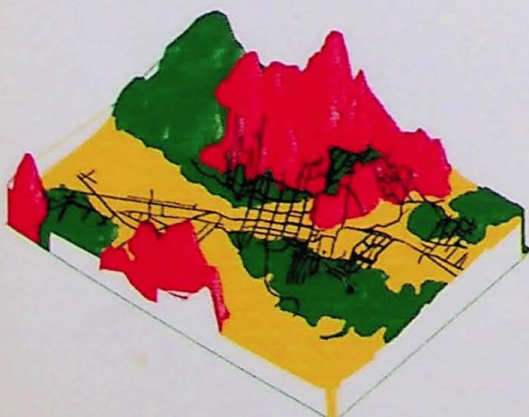
- GRAU DE RISCO ALTO
- GRAU DE RISCO MÉDIO
- GRAU DE RISCO BAIXO



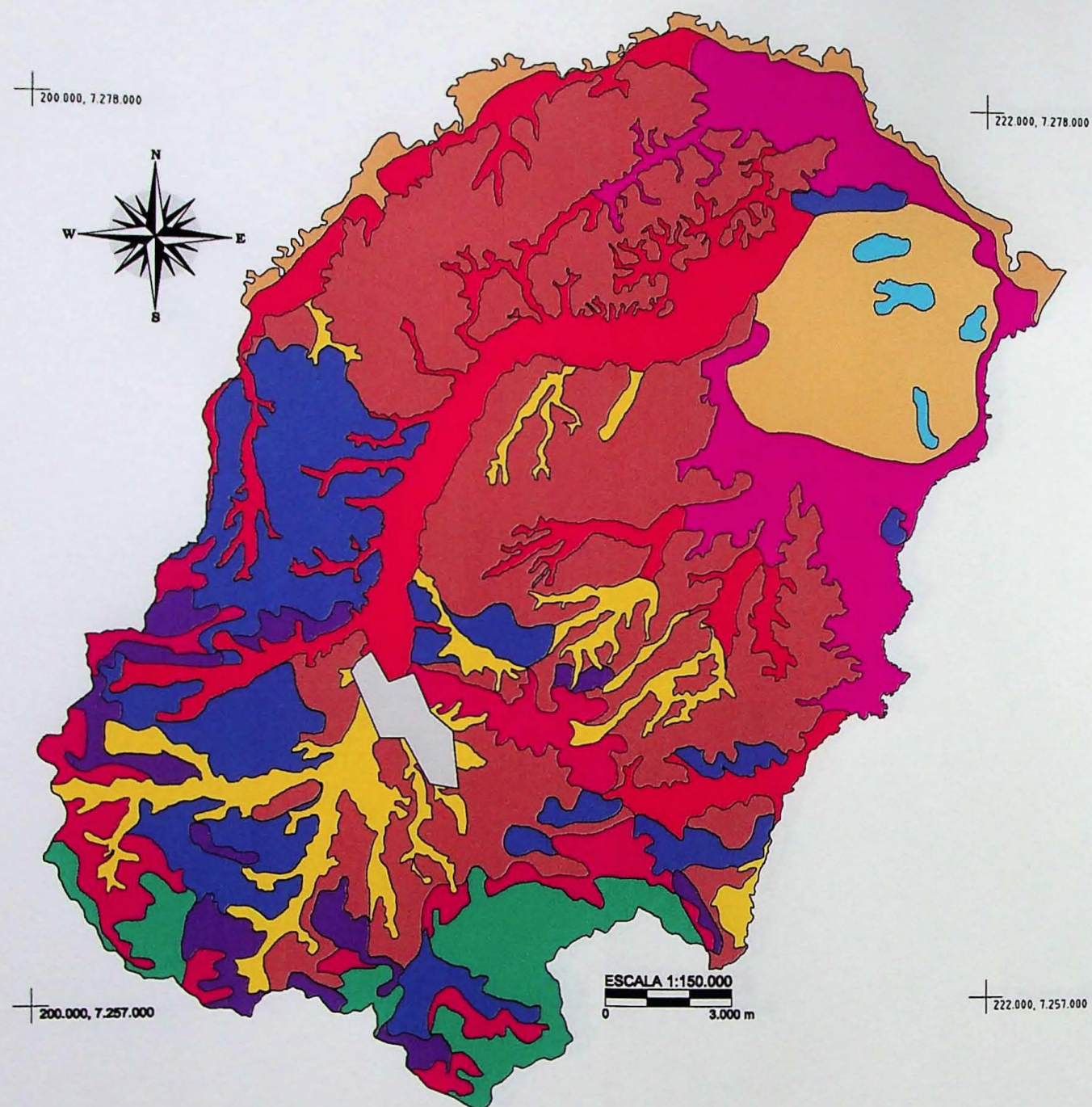
ARRUAMENTO



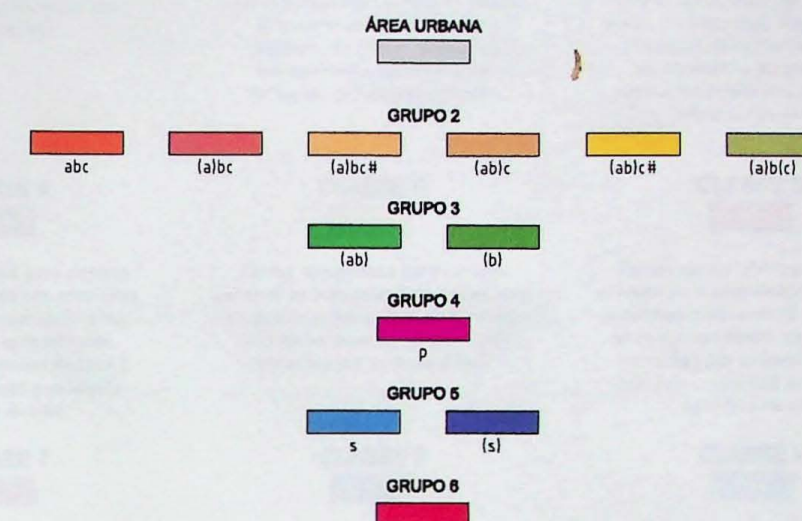
LIMITES DE ZONAS DE RISCO



Modelo Numérico de Terreno do perímetro urbano do Município de Paripuera-Açu demonstrando as zonas de risco, realizado no programa Idrisi for Windows 2.0.



LEGENDA



Grupo 2: Aptidão regular para lavouras em pelo menos em um nível de manejo; abc: aptidão regular no níveis de manejo A, B e C;

(abc): aptidão regular no níveis de manejo B e C;
 (abc#): aptidão regular no níveis de manejo B e C, mas esta aptidão se refere a culturas de ciclo curto, e com exceção a banana é inapta para culturas de ciclo longo;
 (ab)c: aptidão regular no níveis de manejo C;
 (ab)c#: aptidão regular no níveis de manejo C, mas esta aptidão se refere a culturas de ciclo curto, e com exceção a banana é inapta para culturas de ciclo longo;
 (ab)(c): aptidão regular no níveis de manejo B;

Grupo 3: Aptidão restrita para lavouras em pelo menos em um dos níveis de manejo A, B ou C;

(ab): aptidão restrita no níveis de manejo A e B;
 (b): aptidão restrita no níveis de manejo B;

Grupo 4b: Aptidão regular para pastagens plantada;

Grupo 5: Inaptidão para lavouras e pastagens plantadas mas aptidão boa, regular, restrita ou sem aptidão para Silvicultura e/ou Pastagem Natural, consideradas como tipos de utilização dos Níveis de Manejo A, B e C respectivamente;

s: aptidão regular para sylvicultura, sem aptidão para pastagem natural;
 (s): Aptidão restrita para sylvicultura, sem aptidão para pastagem natural;

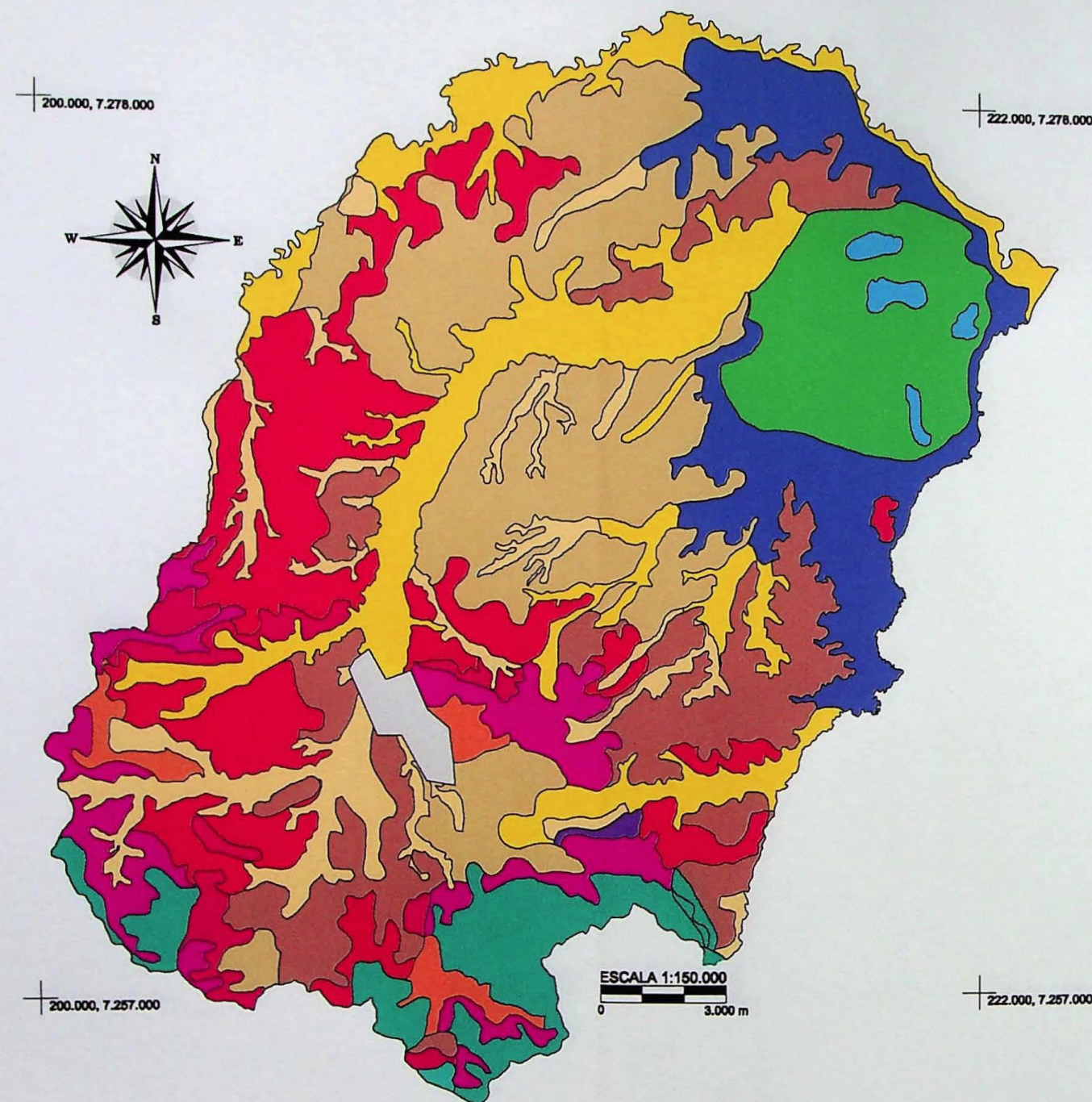
Grupo 6: Sem aptidão agrícola;

Nível de manejo A: Pressupõe práticas que refletem baixo nível tecnológico. É caracterizado por pouca aplicação de capital para melhorar as condições naturais de terra e práticas agrícolas que dependem primordialmente do trabalho manual, ou de tração animal e implementos agrícolas simples;

Nível de manejo B: Pressupõe médio nível tecnológico, caracterizado por modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições naturais das terras, e práticas agrícolas baseadas principalmente na tração animal;

Nível de manejo C: Pressupõe alto nível tecnológico, caracterizado pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras. A mecanização está presente em todas as fases das operações agrícolas;

Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/11/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 13 MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU Fonte: LEPSCH et al., 1990	



LEGENDA

CLASSE 1



Área Urbana do Município de Pariquera-Açu

CLASSE 2



Terras apropriadas a cultivos anuais e/ou perenes com problemas complexos de conservação e/ou melhoramento, apresentando limitações por excesso d'água.

CLASSE 3



Terras apropriadas para cultivos anuais e/ou perenes, com problemas complexos de conservação e/ou melhoramento, apresentando limitações relativas a condições adversas de solo.

CLASSE 4



Terras apropriadas para cultivos anuais e/ou perenes com problemas complexos de conservação e/ou melhoramento, apresentando limitações por excesso de água e limitações relativas a condições adversas do solo.

CLASSE 5



Terras apropriadas para cultivos perenes ou ocasionalmente anuais, com problemas complexos de conservação e/ou melhoramento, apresentando limitações por excesso d'água.

CLASSE 6



Terras apropriadas para cultivos perenes ou ocasionalmente anuais com problemas complexos de conservação e/ou melhoramento, apresentando limitações por excesso de água e limitações relativas a condições adversas do solo.

CLASSE 7



Terras apropriadas para cultivos perenes ou ocasionalmente anuais com problemas complexos de conservação e/ou melhoramento.

CLASSE 8



Terras apropriadas para pastagens sem prática especiais de conservação, cultiváveis apenas em casos especiais, apresentando limitações pelo excesso de água.

CLASSE 9



Terras apropriadas para pastagens sem prática especiais de conservação, cultiváveis apenas em casos especiais, apresentando limitações relativas a condições adversas do solo.

CLASSE 10



Terras apropriadas para pastagens e/ou reflorestamento com problemas simples de conservação, apresentando limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão.

CLASSE 11



Terras apropriadas para pastagens e/ou reflorestamento com problemas simples de conservação, apresentando limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão e limitações relativas a condições adversas do solo.

CLASSE 12



Terras apropriadas para pastagens e/ou reflorestamento com problemas simples de conservação.

CLASSE 13



Terras apropriadas para reflorestamento e/ou pastagens com problemas complexos de conservação e limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão.

CLASSE 14



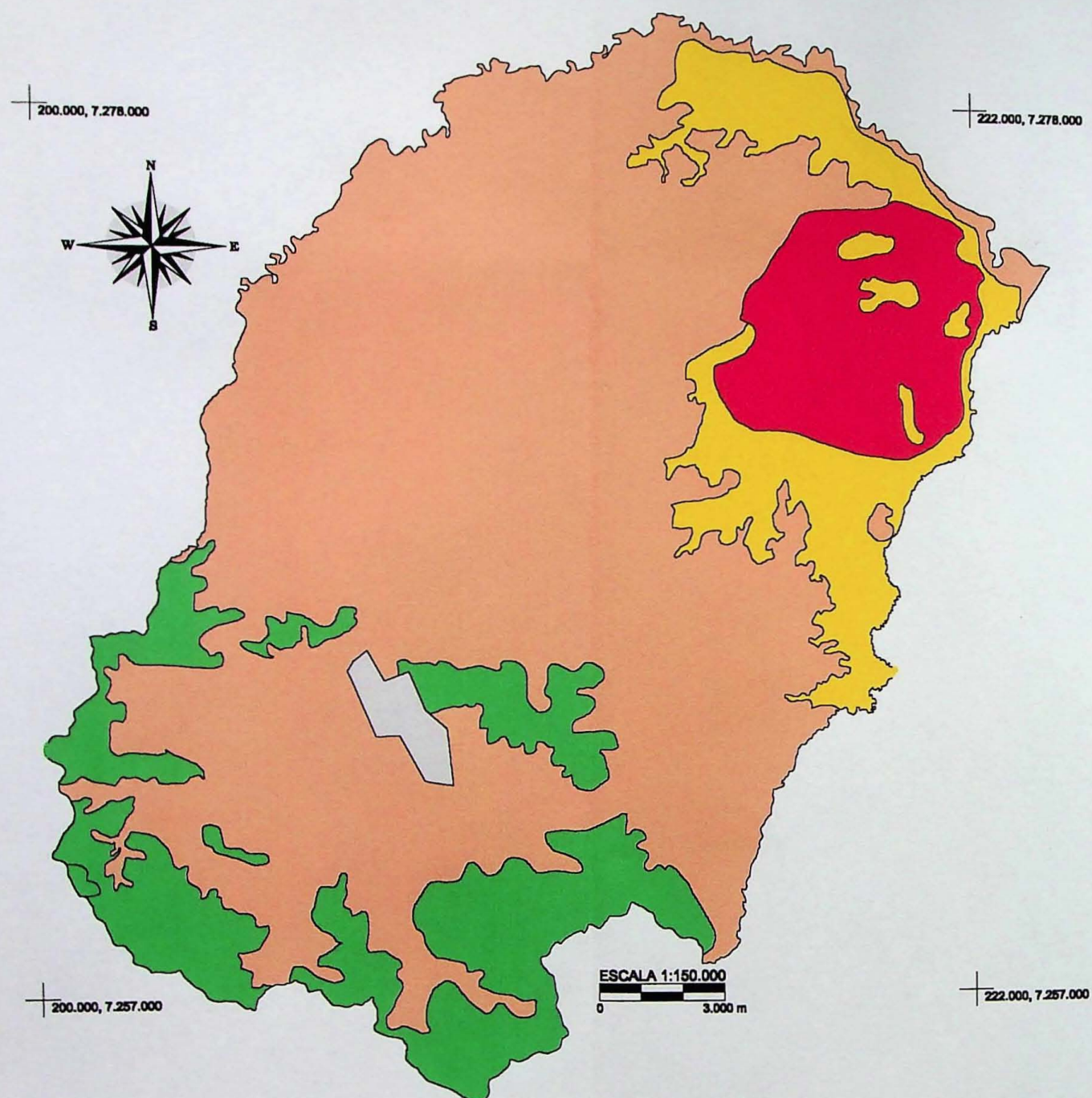
Terras apropriadas para reflorestamento e/ou pastagens com problemas complexos de conservação.

CLASSE 15



Terras apropriadas para reflorestamento e/ou pastagens com problemas complexos de conservação e limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão, e relativas a condições adversas do solo.

Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/08/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 14 MAPA DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU Fonte: LEPSCH et al., 1990	

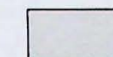


LEGENDA

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E OUTRAS ÁREAS COM RESTRIÇÕES LEGAIS

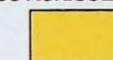


Área com restrição total ao uso agrícola por declividade excessiva (entre 25° e 45° é tolerado manejo racional da floresta visando rendimentos permanentes).



Área que compreende a região urbanizada do município de Pariquera-Açu

ÁREAS PRÓPRIAS PARA USO AGRÍCOLA NOS NÍVEIS DE MANEJO B E/OU C



Aptidão boa ou regular para lavouras temporárias e/ou permanentes.



Aptidão restrita para lavouras temporárias e/ou permanentes.



Aptas para pastagem plantada e/ou reflorestamento.

ÁREAS IMPRÓPRIAS PARA USO AGRÍCOLA



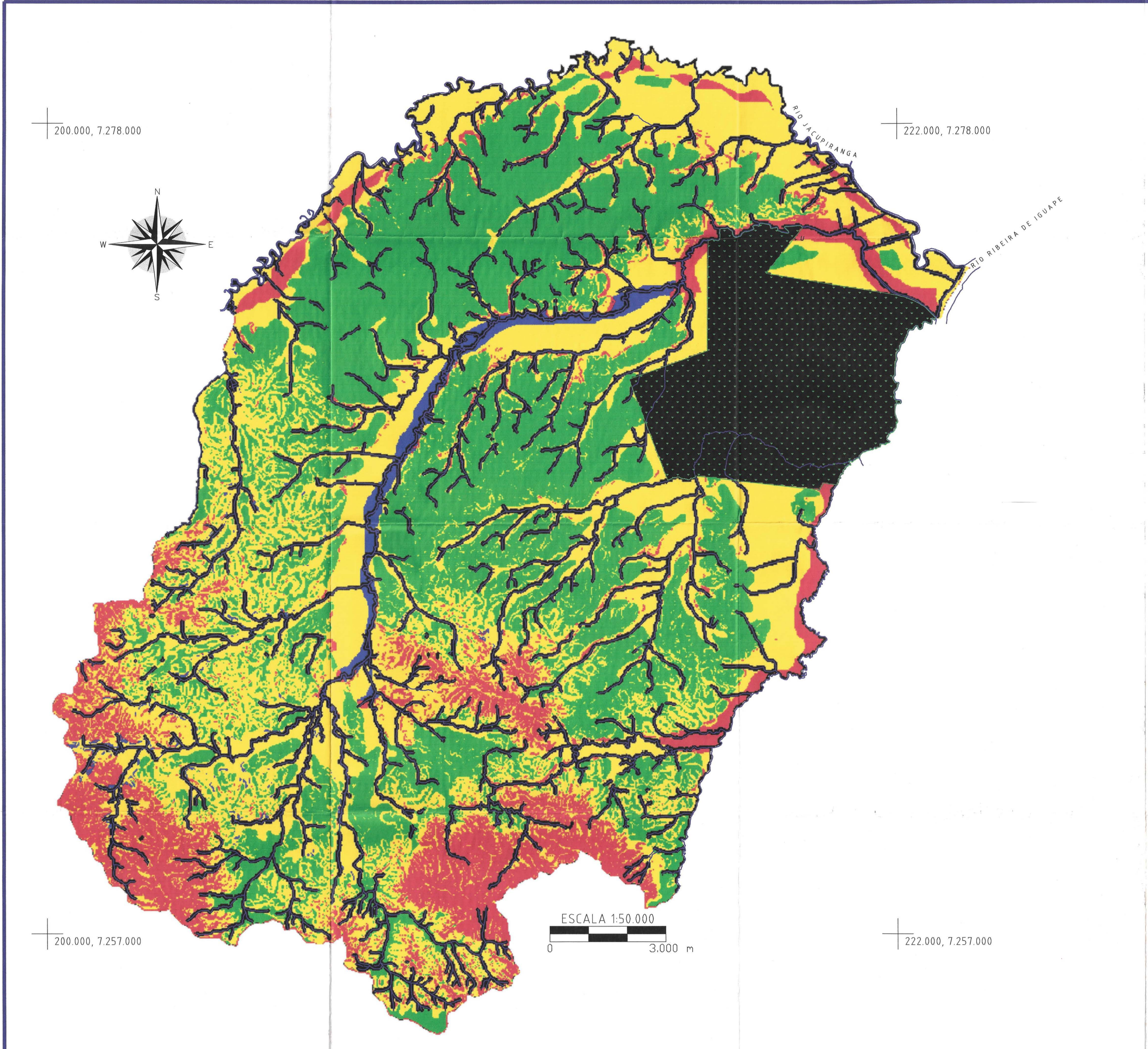
Inaptas por um ou mais fatores tais como excesso de água, tiomorfismo, solo raso, etc.

Níveis de Manejo:

B - Nível tecnológico médio, modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas, práticas agrícolas condicionadas principalmente à tração animal.

C - Alto nível tecnológico, aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas, motomecanização presente nas diversas fases de operação agrícola.

Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Data 10/08/99	Escala 1:150.000
Nº USP: 1501011	Folha ÚNICA	Auxílio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	
TF 99/07 - CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		ANEXO 15 MAPA DE RECURSOS NATURAIS DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU Fonte: LEPSCH et al., 1990	



LEGENDA

- RIOS, CÔRREGOS OU DRENAGENS PERENES (COM APP DE 30m)
- PARQUE ESTADUAL DA CAMPINA DO ENCANTADO (APA)
- ÁREA DE ALTO RISCO À OCUPAÇÃO
- ÁREA DE MÉDIO RISCO À OCUPAÇÃO
- ÁREA DE BAIXO RISCO À OCUPAÇÃO
- ÁREA SUJEITA À INUNDAÇÕES

Constituem áreas com declividade maior que 50%. Áreas de aterros instáveis e com frequente presença de blocos e mafações em posição instável. Nestas áreas, sinais de rastejo estão bem evidenciados pelo deslocamento dos apoios das moradias. Outra situação prevista nesta classe é a ocorrência da queda de lascas e blocos, junto a falhas de rocha alterada. São frequentes problemas com erosão, principalmente ao longo das drenagens.

Nesta classe, a ocupação não é recomendada. Nas áreas abrangidas por esta classe propõe-se a realização de um *Cadastramento de Risco*, de modo a evitar uma total remoção das moradias. Sugere-se a realização de uma criteriosa investigação moradia a moradia, relatando a situação individual de risco e definindo a real necessidade de relocação ou de obras urgentes visando garantir segurança aos moradores.

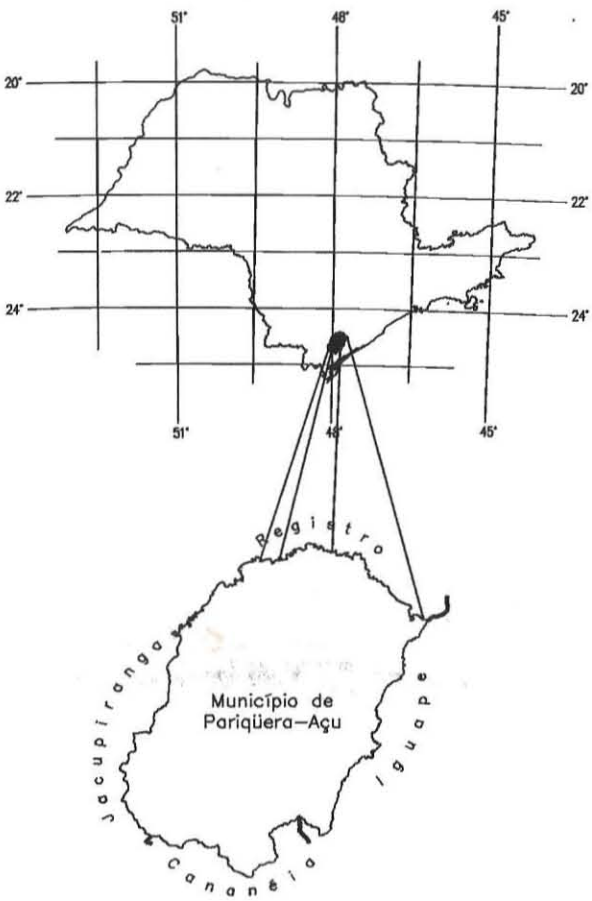
Constituem áreas com declividades entre 15% e 50%. Nesta área ainda são encontrados sinais de rastejo, mas contenções pequenas são suficientes. Alguns blocos e pedras constituem situações de risco e exigem análise pontual de estabilidade. É verificada a presença de surgências d'água que exigem devida drenagem.

Nestas áreas a ocupação deve ser controlada. Algumas áreas em especial podem servir à relocação de moradias da zona de alto risco. Para isso é sugerida a densificação das moradias existentes nas porções de menor declividade da área, preservando aquelas mais íngremes para revegetação e pequenas obras de contenção, com opção de espaço a alguma atividade de lazer.

Constituem áreas com declividades menores que 15%. Áreas que oferecem melhores condições de ocupação e são mais adequadas a receber moradias providas das áreas de alto risco.

Áreas próximas ao córrego potencialmente inundáveis e sob o risco de erosão das margens. São áreas extremamente insalubres. Devem ser preservadas da ocupação, mas podem ser futuramente reavaliadas se obras de regularização da vazão e proteção das margens do curso d'água tiverem efeito.

Localização do Projeto



Aluno MARCELO FERREIRA PEDRO	Orientador PROF. DR. ARLEI BENEDITO MACEDO	Escala 1:50.000	Data 10/11/1999
Auxílio: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO		TF 99 / 07	ANEXO 16
Projeto CRIAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP) UTILIZANDO-SE TÉCNICAS REALIZADAS EM UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG)		Descrição CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU (SP)	

