

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

**CARTA GEOTÉCNICA DE SUSCETIBILIDADE AOS
PROCESSOS DE DINÂMICA SUPERFICIAL NA REGIÃO
DO BAIRRO DO PEÃO, PIRACAIA (SP).**

JOSÉ GUILHERME XENOFONTE PEREIRA VALLE

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Rio Claro – SP
2009

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

**CARTA GEOTÉCNICA DE SUSCETIBILIDADE AOS
PROCESSOS DE DINÂMICA SUPERFICIAL NA REGIÃO
DO BAIRRO DO PEÃO, PIRACAIA (SP).**

JOSÉ GUILHERME XENOFONTE PEREIRA VALLE

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

*Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP,
campus de Rio Claro, como parte das exigências para
o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão
de Curso no ano letivo de 2009”*

Rio Claro – SP
2009

624.151 Valle, José Guilherme Xenofonte Pereira
V181c Carta geotécnica de suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial na região do Bairro do Peão, Piracaia (SP) / José Guilherme Xenofonte Pereira Valle. - Rio Claro : [s.n.], 2009
69 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas + mapa

Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: José Eduardo Zaine

1. Geologia de engenharia. 2. Processos erosivos. 3. Carta geotécnica.
4. Suscetibilidade. I. Título.

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

DEDICATÓRIA

A dedicação e esforço deste estudo eu ofereço

Aos meus pais Virgílio (*in memoriam*) e Cida,

aos meus irmão Antônio e Daniela

e a minha noiva Cecília.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que colaboraram de alguma forma para que este sonho se tornasse possível.

Primeiramente agradeço aos meus pais Virgílio (*in memoriam*) e Cida, pelo exemplo de vida e superação, que me deram forças para nunca desistir.

A TCA –Soluções e Planejamento Ambiental Ltda., na pessoa do Geólogo Osmair Santos Ferreira pela cessão dos dados e apoio no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. Dr. José Eduardo Zaine pela compreensão, apoio e confiança no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Heitor Siqueira Sayeg pelas dicas, oportunidades profissionais e pela sincera amizade cultivada ao longo de todos esses anos.

Aos meus irmãos Antônio Leonardo e Daniela e demais familiares, pelo carinho, união e paciência nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos meus irmãos de república Kraka-Grosa, em especial Cuzela, Fimose, Matraca, Sabonete, Penélope e Vira-Lata, por todos esses anos de convivência... Vocês moram no meu coração!

Ao pessoal das turmas de 2004 e 2005 do Curso de Geologia, pelo companherismo.

A todos os amigos de longa data de Araxá e Uberaba, pessoas que considero muito.

Finalmente, gostaria de agradecer a minha noiva Cecília pela colaboração, amor, paciência e carinho dedicados, estando ao meu lado principalmente nos momentos de conclusão deste estudo.

SUMÁRIO

ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE FOTOS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
ÍNDICE DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. BASE TEÓRICA.....	4
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	7
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
5. RESULTADO OBTIDOS E DISCUSSÃO.....	28
6. CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

APÊNDICE 1 – MAPA DE DECLIVIDADE.

APÊNDICE 2 – MAPA DE UNIDADES FISIAGRÁFICAS HOMOGÊNEAS.

APÊNDICE 3 – CARTA DE SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Apresentação do Tema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo Geral.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Localização e Vias de Acesso.....	2
2. BASE TEÓRICA.....	4
2.1. Erosão Linear.....	4
2.1.1. Sulcos.....	4
2.1.2. Ravinas.....	4
2.1.3. Boçorocas.....	5
2.1.4. Solapamento de margens fluviais.....	5
2.2. Movimentos Gravitacionais de Massa.....	5
2.2.1. Rastejos.....	5
2.2.2. Escorregamentos.....	5
2.2.3. Quedas.....	5
2.2.4. Corridas.....	6
2.3. Fatores Condicionantes.....	6
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	7
3.1. Definição da área de estudo e aquisição de material.....	8
3.2. Revisão Bibliográfica.....	9

3.3. Preparação da base cartográfica e banco de dados.....	9
3.4. Elaboração do Mapa de Declividade.....	10
3.5. Fotointerpretação.....	11
3.6. Delimitação das Unidades Fisiográficas Homogêneas.....	13
3.7. Mapeamento de processos da dinâmica superficial.....	13
3.8. Trabalhos de Campo.....	13
3.9. Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial.....	14
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
4.1. Aspectos Gerais.....	16
4.2. Contexto Geológico.....	17
4.2.1. Complexo Piracaia.....	18
4.2.2. Complexo Igaratá.....	19
4.2.3. Grupo São Roque.....	19
4.2.4. Intrusivas Graníticas.....	20
4.3. Contexto Geomorfológico.....	22
4.3.1. Planalto e Serra da Mantiqueira.....	22
4.3.2. Planalto de Jundiaí.....	23
4.4. Contexto Pedológico.....	25
5. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1. Mapa de Declividade.....	28
5.2. Unidades Fisiográficas Homogêneas.....	30

5.2.1. Unidade I – Domínio de várzeas e fundos de vale.....	30
5.2.2. Unidade II – Domínio dos Granitos.....	31
5.2.2.1. Sub-Unidade II-A.....	32
5.2.2.2. Sub-Unidade II-B.....	33
5.2.3. Unidade III – Domínio dos Xistos.....	35
5.2.3.1. Sub-Unidade III-A.....	35
5.2.3.2. Sub-Unidade III-B.....	36
5.2.4. Unidade IV – Domínio dos Xistos Migmatizados.....	37
5.2.5. Unidade V – Domínio dos Filitos.....	39
5.2.6. Unidade VI – Domínio dos Gnaisses.....	39
5.2.6.1. Sub-Unidade VI-A.....	40
5.2.6.2. Sub-Unidade VI-B.....	40
5.3. Mapeamento dos processos da dinâmica superficial.....	42
5.4. Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial..	47
6. CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
APÊNDICE 1 – MAPA DE UNIDADES FISIAGRÁFICAS HOMOGÊNEAS	
APÊNDICE 2 – MAPA DE DECLIVIDADE	
APÊNDICE 3 – CARTA DE SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização e principais vias de acesso à área de estudos.....	3
Figura 2 – Fluxograma das etapas de trabalho com suas respectivas subdivisões e produtos finais.....	8
Figura 3 – Exemplo de interpretação fisiográfica do terreno em imagens de satélite.....	11
Figura 4 – Ficha de campo elaborada para auxiliar nos trabalhos de campo.....	15
Figura 5 – Mapa hidrográfico da região estudada e os limites das UGRHI's.....	17
Figura 6 – Esboço tectônico da área de estudos (modificado de Campos Neto <i>et al.</i> , 1983).....	21
Figura 7 – Mapa Geomorfológico da área de estudos (modificado de Ross <i>et al.</i> , 1997).....	24
Figura 8 – Mapa Pedológico da área de estudos (modificado de Oliveira <i>et al.</i> , 1999).....	27
Figura 9 – Modelo Digital de Terreno (MDT) elaborado a partir das Cartas Topográficas Igaratá e Piracaia, em escala 1:50.000 (IBGE).....	29
Figura 10 – Perfil de alteração típico da Unidade I.....	30
Figura 11 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade II-A.....	32
Figura 12 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade II-B.....	34
Figura 13 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade III-A.....	35
Figura 14 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade III-B.....	36
Figura 15 – Perfil típico de alteração da Sub-Unidade IV.....	38
Figura 16 – Perfil de alteração típico da Unidade V.....	39
Figura 17 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade VI-A.....	40

Figura 18 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade VI-B.....	41
--	----

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 – Solapamento da margem fluvial do rio Atibainha.....	31
Foto 2 – Processos erosivos lineares desenvolvidos em terrenos da Sub-Unidade II-A.....	33
Foto 3 – Escorregamento verificado em vertente da Sub-Unidade II-B.....	34
Foto 4 – Ponto de escorregamento em talude de corte de estrada.....	37
Foto 5 – Ravina profunda em terreno da Unidade IV desenvolvida no piso da estrada.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de ocorrência dos processos da dinâmica superficial na área de estudos.....	43
Gráfico 2 – Distribuição dos processos da dinâmica superficial em cada Unidade Fisiográfica Homogênea.....	45
Gráfico 3 – Distribuição dos processos erosivos mapeados nas classes de declividade.....	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios utilizados na caracterização das unidades de relevo (Fonte: PONÇANO <i>et al</i> , 1981).....	12
Tabela 2 – Tabela-síntese das principais características das Unidades Fisiográficas Homogêneas.....	42
Tabela 3 – Número de ocorrências observadas na área de estudo.....	43
Tabela 4 – Relação dos processos erosivos mapeados em cada Unidade Fisiográfica Homogênea.....	44
Tabela 5 – Relação dos processos mapeados em cada classe de declividade.....	46
Tabela 6 – Tabela de classificação das Unidades Fisiográficas Homogêneas quanto às propriedades geotécnicas inferidas.....	49
Tabela 7 – Suscetibilidade aos principais processos da dinâmica superficial.....	50

RESUMO

A presente pesquisa apresenta o resultado do zoneamento geotécnico na escala 1:50.000, da região do Bairro do Peão, município de Piracaia (SP), representada por meio de unidades homogêneas quanto à suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial. Como bases para a elaboração da Carta de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial foram realizados levantamentos do meio físico, de processos erosivos e registro de informações de uso e ocupação do solo. O procedimento utilizado para a confecção da carta geotécnica segue a proposta elaborada por Vedovello (2000), a qual sugere a compartimentação fisiográfica do terreno a partir dos trabalhos de fotointerpretação e a posterior caracterização geotécnica das unidades delimitadas. A caracterização geotécnica das unidades foi realizada por meio da identificação das características e propriedades dos materiais e das formas do meio físico determinantes de condições geotécnicas através da descrição de perfis geológico-geotécnicos típicos de cada unidade definida no terreno. Assim, para cada unidade estabelecida, definiu-se o grau de suscetibilidade em muito alto, alto, médio e baixo, além dos processos erosivos dominantes.

Palavras-chave: Carta Geotécnica, Processos Erosivos, Suscetibilidade.

ABSTRACT

This research presents the result of the engineering geological mapping in a 1:50.000 scale, in Bairro do Peão region, in Piracaia (SP), represented by means of homogeneous units which are susceptible to superficial dynamic processes. To serve as basis for the elaboration of a Chart of Susceptibility to Processes of Superficial Dynamic, a series of physical samples was collected, considering erosive processes and registers of information of usage and soil occupation. The procedure used for elaborating the geotechnical chart is based on Vedovello (2000), which suggests the physiographic compartmentation of the area through photointerpretation and further geotechnical characterization of the selected samples. The geotechnical characterization of the samples was made by identifying the features and properties of the material and forms of the physical environment determining the geotechnical conditions through geological-geotechnical profile descriptions typical of/ peculiar to each unit defined in the area. Thus, for each unit selected, the susceptibility level was established in very high, high, average and low, as well as the prevalent erosive processes.

Key words: Geotechnical Chart, Erosive Processes, Susceptibility.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do Tema

O desenvolvimento urbano e industrial ocorrido durante os últimos anos na região sudeste do Brasil não foi acompanhado de investimentos na gestão de recursos voltados ao planejamento territorial e em gestão ambiental. No Estado de São Paulo, o forte crescimento industrial das últimas décadas alcançou o interior, ocasionando um crescimento desordenado das cidades e, conseqüentemente, trazendo riscos aos centros urbanos, sobretudo associados a acidentes geológicos.

A importância de estudos direcionados à investigação, solução e redução da possibilidade de ocorrência de problemas associados aos processos de dinâmica superficial vem sendo crescentemente reconhecida pela comunidade científica, como em Vedovello e Mattos (1993), por se tratar de um instrumento que atende diretamente às necessidades da sociedade e que se enquadra como subsídio para a tomada de decisões rápidas decorrentes da interação entre a ação antrópica e o meio físico.

Nesse contexto, o zoneamento geotécnico constitui um método adequado para avaliação do meio físico. Este se baseia em um conjunto de procedimentos executados com o objetivo de obter informações referentes ao levantamento de características e propriedades de rochas, solos, etc., que sejam determinantes do ponto de vista do comportamento dos diferentes materiais frente às solicitações impostas pelas atividades humanas (agricultura, obras de engenharia, mineração, etc).

Sendo assim, este estudo visou aplicar técnicas de zoneamento geotécnico, a partir do uso de sensoriamento remoto, na tentativa de avaliar o terreno em relação à suscetibilidade aos processos de dinâmica superficial, contribuindo não apenas para o planejamento ambiental e conservacionista, mas também orientado no sentido de subsidiar tecnicamente as atividades humanas, tais como agronomia e saneamento.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo geral a elaboração da carta Geotécnica de Suscetibilidade aos processos de dinâmica superficial, na escala 1:50.000, na região do Bairro do Peão, município de Piracaia (SP).

1.2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa abrangem a caracterização dos componentes do meio físico, com relação aos aspectos da geologia, geomorfologia e dos perfis de alteração da área estudada, bem como a elaboração de mapa de compartimentação do relevo, a partir de critérios definidos nos trabalhos de fotointerpretação. Além disso, busca efetuar a caracterização geológico-geotécnica dos terrenos que compõem a área de estudos, por meio de associação das informações de campo e das unidades de compartimentação, com o intuito de criar material que forneça subsídios para o planejamento de uso e ocupação das mesmas, tendo em vista a manutenção da vida útil dos reservatórios a jusante da área de estudos.

1.3. Localização e Vias de Acesso

O terreno estudado abrange uma área de 40,5 km² e centro geográfico aproximado no Bairro do Peão, município de Piracaia (SP), englobando também parte dos municípios de Igaratá e Nazaré Paulista, distando cerca de 90 km a NNE da cidade de São Paulo (Figura 1). Está compreendida entre as folhas topográficas Igaratá (SF-23-Y-D-I-2) e Piracaia (SF-23-Y-D-I-1), editadas pelo IBGE em escala 1:50.000.

O acesso à área se faz por estradas de rodagem, seguindo-se a partir da cidade de São Paulo, pela Rodovia Fernão Dias e, tomando-se em seguida, (próximo a Atibaia) um trecho da Rodovia Dom Pedro I (SP-065) no sentido Campinas – Jacareí, até o trevo para a cidade de Piracaia. Desta cidade, parte a leste uma rodovia municipal pavimentada de aproximadamente 25 km de extensão, sentido ao Bairro do Peão. Além das estradas pavimentadas, existe uma grande rede, relativamente em boas condições, de estradas vicinais e caminhos.

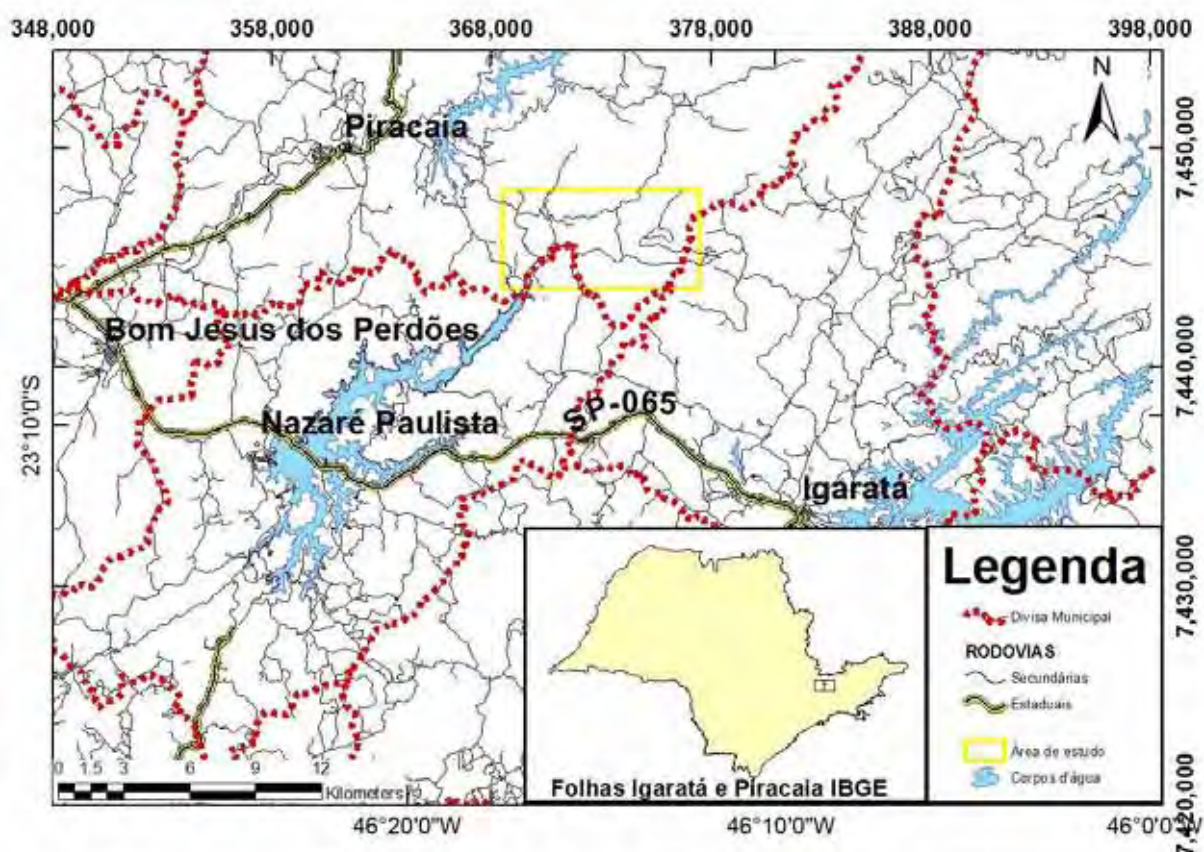


Figura 1 – Mapa de localização e principais vias de acesso à área de estudos.

A área de estudo foi definida por um polígono retangular, delimitado pelas corrdenadas UTM X 368.000 / 377.000 m e Y 7.443.500 / 7.448.000 m, totalizando 40,5 km² de área.

CAPÍTULO 2 – BASE TEÓRICA

A presente pesquisa está fundamentada nos processos de erosão, que se manifestam na área de estudo na forma de erosão linear (provocando o desenvolvimento de feições erosivas pequenas, como sulcos e maiores como ravinas e boçorocas, além de erosão como solapamento de margens fluviais) e de movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos de solo, rastejo, queda e tombamento de blocos). Ambos têm como agente deflagrador principal o escoamento e a infiltração de água, principalmente de chuvas (AUGUSTO FILHO, 1992).

2.1. Erosão Linear

Entende-se por erosão o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos de partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade e da água. Este processo se desenvolve principalmente pelo desprendimento das partículas do solo através do impacto e transporte impressos pela ação das gotas de chuva (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

A partir daí, os materiais remobilizados por estes processos, podem desencadear outros processos, como o escoamento superficial concentrado (gerando sulcos, ravinas e boçorocas), e deposição de materiais no leito dos rios (assoreamento), além enchentes e inundações. (RIDENTE JÚNIOR, 2000).

2.1.1 Sulcos

São geralmente feições de pequeno porte, com profundidade e largura inferior a 50 cm, sendo que suas bordas possuem pequena ruptura na superfície do terreno (DAEE, 1990). Ocorrem mais comumente associados a trilhas de gado e em locais de solo exposto devido à movimentação de terra.

2.1.2. Ravinas

São semelhantes aos sulcos, porém se desenvolvem em maiores profundidades e larguras, sem atingir o nível freático.

2.1.3. Boçorocas

Boçorocas ou voçorocas representam o aprofundamento das ravinas, atingindo o nível do lençol freático. Representam um estágio de erosão evoluído, recebendo ações tanto das águas superficiais, quanto das águas de subsuperfície, desencadeando outros processos, como escorregamentos laterais.

2.1.4. Erosão Fluvial

Processo erosivo que se desenvolve principalmente em planícies fluviais e aparece como fator importante no retrabalhamento de sedimentos depositados nos fundos de vale.

2.2. Movimentos Gravitacionais de Massa

Segundo a classificação de Augusto Filho (1992), os movimentos de massa relacionados a encostas estão agrupados em quatro grandes classes de processos, sendo: Rastejos, Escorregamentos, Quedas e Corridas.

2.2.1. Rastejos

São movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, onde o deslocamento é da ordem de milímetros a centímetros por ano. As evidências da ocorrência deste tipo de movimento são trincas observadas em toda a extensão do terreno e inclinações de árvores ou qualquer outro marco fixo.

2.2.2. Escorregamentos

Escorregamentos ou deslizamentos são movimentos rápidos, da ordem de m/h a m/s, com superfície de ruptura bem definida. Seu principal agente deflagrador são as chuvas, e são processos muito frequentes na dinâmica das encostas serranas, ocorrendo predominantemente em solos pouco desenvolvidos das vertentes com altas declividades.

2.2.3. Quedas

Os movimentos do tipo queda são extremamente rápidos (da ordem de m/s) e envolvem blocos e/ou fragmentos de rocha em movimento de queda livre. A ocorrência deste processo está condicionada a áreas de encostas íngremes com presença de afloramentos

rochosos. Incluem-se nesta classe os processos de tombamento (basculamento) e rolamento de blocos rochosos.

2.2.4. Corridas

São movimentos gravitacionais de massa ligados a eventos pluviométricos de grande magnitude. Ocorrem a partir de deslizamentos e mobilizam grandes volumes de material de alto poder de transporte. São fenômenos mais raros que os deslizamentos, mas possuem alto poder destrutivo e extenso raio de alcance.

2.3. Fatores Condicionantes

Segundo IPT (2007), os processos erosivos em geral ocorrem sob a influência de condicionantes naturais, antrópicos ou ambos.

O condicionante natural pode ser separado em agentes predisponentes e agentes efetivos. O agente predisponente representa um conjunto de características intrínsecas do meio físico, tais como clima, cobertura vegetal, solo, relevo e material rochoso. Já os agentes efetivos são aqueles responsáveis pelo desencadeamento do processo erosivo. Destacam-se a pluviosidade, ventos, variação de temperatura e umidade, oscilação do nível do lençol freático e ação de ondas.

Com relação aos condicionantes antrópicos, pode-se citar como principais agentes deflagradores de processos erosivos a remoção da cobertura vegetal, execução deficiente de cortes e aterros, lançamento de água pluviais ou servidas nas encostas e rios, entre outros.

CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para elaborar a Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial, foi necessária a execução de diversas etapas, que envolveram desde a compilação de dados existentes até o zoneamento geotécnico e elaboração da cartografia final.

Tais etapas envolveram outros processos, tais como: definição da área de estudos; levantamento bibliográfico do tema; aquisição do material cartográfico e de outros produtos; ajuste e preparação do material cartográfico e fotointerpretação.

Os dados extraídos de tais produtos foram verificados e comprovados através dos levantamentos de campo, com cadastro em fichas específicas. A partir daí, foi possível definir as classes de suscetibilidade do terreno aos processos da dinâmica superficial atuantes.

A seqüência geral das etapas de trabalho desenvolvidas no desenvolvimento da pesquisa encontra-se representada no fluxograma apresentado na Figura 2 a seguir.

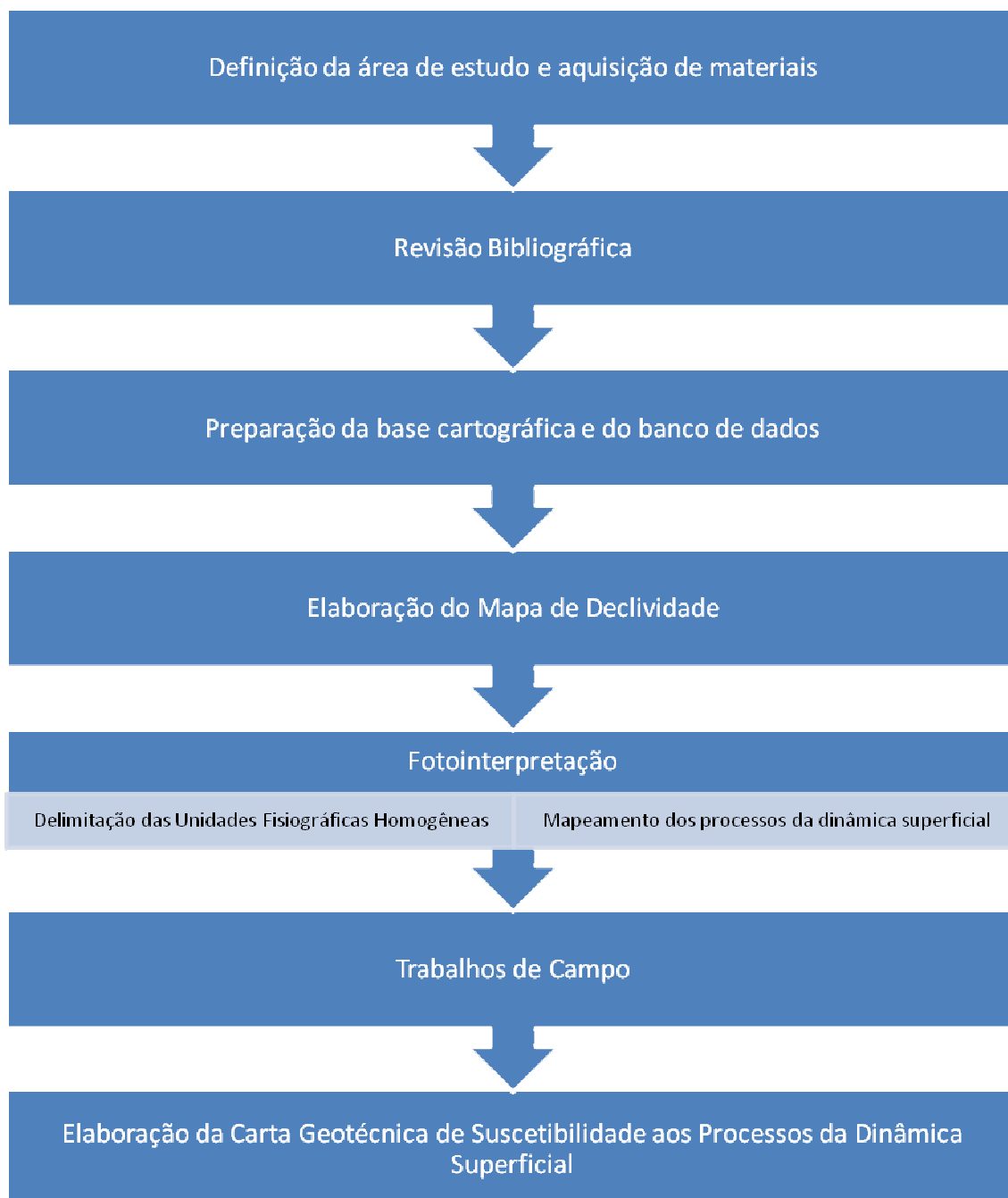


Figura 2 – Fluxograma das etapas de trabalho com suas respectivas subdivisões e produtos finais.

3.1. Definição da área de estudo e aquisição de material

A área de estudo foi definida a partir de trabalhos de estágio desenvolvidos pelo autor na região compreendida pelas bacias a montante do reservatório de abastecimento do rio Atibainha. Segundo a LEI ESTADUAL N°7.438, DE 16 JULHO DE 1991 – SÃO

PAULO, essa região foi definida como Área de Proteção Ambiental (APA), devido a sua importância em relação aos mananciais e à sua função de abastecimento de água potável: o reservatório do rio Atibainha compõe o Sistema de Abastecimento Cantareira, construído com a finalidade de abastecer Campinas e a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), uma das regiões mais populosas do país.

Verificou-se, então, intensas modificações da paisagem, resultantes da desordenada ocupação nas proximidades do Bairro do Peão, município de Piracaia (SP). Nesse sentido, procurou-se aplicar as técnicas de zoneamento geotécnico, na tentativa de avaliar o terreno quanto às suas aptidões e/ou fragilidades, visando orientar as atividades humanas, tais como ocupação, saneamento, agricultura, etc.

Para atingir o objetivo deste trabalho, foram realizadas atividades de levantamento, aquisição e análise de dados pré-existentes. As cartas topográficas foram adquiridas gratuitamente no site www.ibge.gov.br. Concomitantemente, desenvolveu-se a fase de seleção e aquisição do produto de sensoriamento remoto. Optou-se pela confecção de um mosaico composto por imagens de satélite do sensor SPOT em formato digital, disponíveis no site www.spotimage.fr. As características finais da composição permitiram a utilização de ferramentas de processamento de imagens digitais para realçar determinadas feições no terreno.

3.2. Revisão Bibliográfica

Durante a fase de pesquisa bibliográfica, elaborou-se um roteiro para identificar e selecionar as fontes de referência e levantamento completo do material publicado sobre o assunto abordado. A presente pesquisa foi embasada no material disponível em livros, teses, artigos científicos, mapas geológicos, mapas geomorfológicos, mapas pedológicos e estudos com a descrição de perfis de alteração, disponíveis em acervos de biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), além de arquivos digitais encontrados na rede mundial de computadores.

3.3. Preparação da base cartográfica e do banco de dados

A partir das cartas topográficas Igaratá (SF-23-Y-D-I-2) e Piracaia (SF-23-Y-D-I-1), editadas pelo IBGE em escala 1:50.000, criou-se um banco de dados correspondente à

integração dos dados obtidos e gerados em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) através da utilização do *software* ArcGIS (ESRI Inc.), constituindo um conjunto de informações referenciados espacialmente. Isso permitiu uma combinação numa única base cartográfica dentro de um ambiente computacional unificado, com a finalidade de gerenciar, analisar e visualizar a distribuição no espaço de um conjunto de feições, tais como:

- Hidrografia;
- Curvas de nível;
- Pontos cotados;
- Limite da área de estudo;
- Vias de acesso;

Durante o processamento e integração dos dados foram aplicadas diversas operações com a finalidade de gerar novos produtos que contribuíssem para o objetivo final do presente trabalho, tal como a elaboração do modelo digital do terreno (MDT), gerado a partir da interpolação das feições de curvas de nível e pontos cotados. Utilizou-se a ferramenta de interpolação *Topo to Raster* do aplicativo ArcMap (ESRI Inc.) versão 9.3.

3.4. Elaboração do Mapa de Declividade

O Mapa de Declividade foi elaborado no aplicativo ArcMap (ESRI Inc.) versão 9.3, em escala 1:50.000, através da ferramenta *Slope* a partir da utilização do MDT gerado na fase anterior.

Este mapa foi elaborado com o objetivo de relacionar posteriormente a declividade ao tipo de características físicas do terreno, para inferir a suscetibilidade dos terrenos aos processos de dinâmica superficial, utilizando-se também, dados do mapeamento dos processos existentes na área de estudo.

3.5. Fotointerpretação

O mosaico composto por imagens do sensor SPOT foi georreferenciado no aplicativo ArcMap (ESRI Inc.) versão 9.3, tendo como base as coordenadas das folhas Igaratá e Piracaia, editadas pelo IBGE.

As imagens, com resolução espacial de 9 metros, foram interpretadas a fim de se obter a compartimentação fisiográfica da área, o mapeamento dos processos de dinâmica superficial e o uso do solo. Tais interpretações foram extraídas e organizadas dentro do próprio aplicativo ArcMap (ESRI Inc.), versão 9.3 e armazenadas no banco de dados, conforme ilustra a Fig. 3.

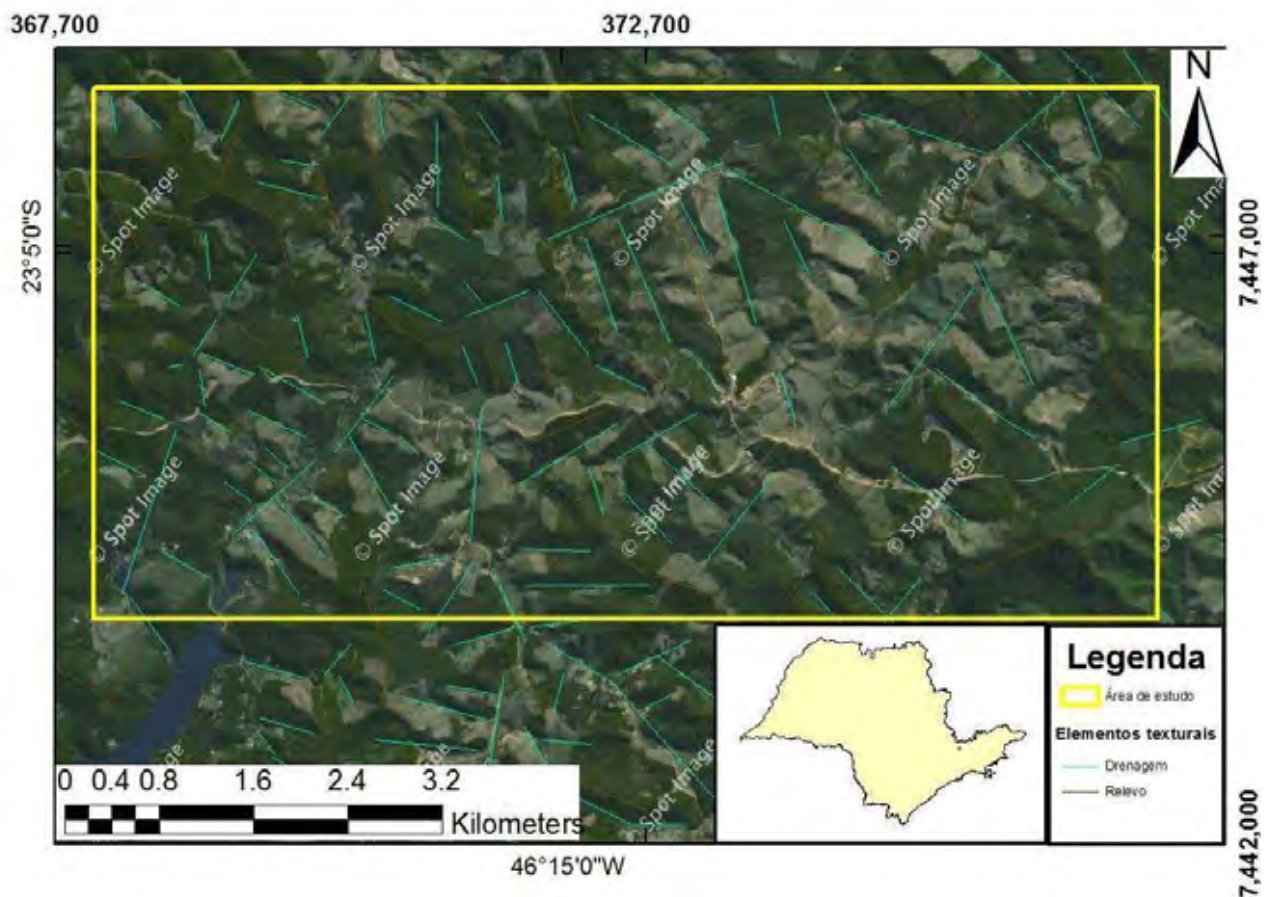


Figura 3 – Exemplo de interpretação fisiográfica do terreno em imagens de satélite.

As unidades fisiográficas foram interpretadas por meio da diferenciação dos elementos texturais e estruturais na imagem, bem como na disposição das feições no terreno, de maneira que se pudesse obter uma visão global dos elementos constituintes da paisagem.

Os critérios utilizados para análise dos elementos de relevo e drenagem, que deram embasamento para a delimitação das Unidades Fisiográficas Homogêneas, são descritos na Tabela 1, com base em Ponçano *et al.* (1981).

CRITÉRIO	CATEGORIA	INTERVALO	CONCEITO
Amplitude Local	Pequena Média Grande	0-100 m 100-300 m > 300 m	Altura máxima da unidade em metros, acima do assoalho dos grandes vales adjacentes.
Declividade	Baixa Média Alta	0-15% 15-30% >30%	Inclinação média do perfil da encosta em porcentagem (%).
Densidade de Drenagem	Baixa Média Alta	0-05 05-30 30	Nº de cursos d'água perenes numa área de 10 km².
Expressão de colinas em área	Pequenas Médias Amplas	< 1 km² 1-4 km² > 4 km²	Área ocupada pelas unidades de relevos entre seus vales limítrofes.
Topos	Extensos Restritos	-	Convencional
Forma de Topos	Aplainados Arredondados Angulosos	-	Convencional
Perfil das Vertentes	Convexo Retilíneo Côncavo	-	Convencional
Padrão de Drenagem	Dendrítico Paralelo Retangular Pinulado Em trelica	-	Convencional
Vales	Abertos Fechados	-	Convencional
Planícies Aluvionares Interiores	Desenvolvidas Restritas	-	Convencional
Existência da Drenagem Fechada	Presente Ausente	-	Ocorrência de lagoas perenes ou intermitentes
Existência de Ravinamento das Vertentes	Presente Ausente	-	Convencional

Tabela 1 – Critérios utilizados na caracterização das unidades de relevo (Fonte: PONÇANO *et al.*, 1981).

3.6. Delimitação das Unidades Fisiográficas Homogêneas

As Unidades Fisiográficas Homogêneas foram delimitadas com base na compartimentação fisiográfica realizada nas imagens aéreas, e representadas nas cartas topográficas em escala 1:50.000. Posteriormente, os limites das unidades foram verificados em campo, onde foi realizada a descrição física das unidades, o registro de uso e ocupação do solo, bem como a identificação de pontos críticos e de ocorrência de processos geológicos atuantes ou feições que possam identificar tais processos.

A compartimentação fisiográfica foi realizada com base nos elementos texturais de relevo e drenagem das imagens aéreas, por meio da interpretação das diferenças de cor, textura, rugosidade, rupturas de relevo, com base em Soares & Fiori (1976).

O zoneamento geotécnico seguiu as considerações de Vedovello (2000), que propõe a compartimentação fisiográfica do terreno a partir dos trabalhos de fotointerpretação e a posterior caracterização geotécnica das unidades delimitadas.

A caracterização geotécnica das unidades foi realizada por meio da identificação das características e propriedades dos materiais e das formas do meio físico determinantes de condições geotécnicas, através da descrição de perfis geológico-geotécnicos típicos de cada unidade definida no terreno. Tais perfis foram obtidos nos levantamentos de campo, através da análise de taludes e barrancos ao longo das estradas principais e vicinais, dentro da área de estudo e de afloramentos rochosos.

3.7. Mapeamento de processos da dinâmica superficial

O levantamento dos processos da dinâmica superficial que ocorrem na área de estudo foi elaborado por meio da interpretação das imagens aéreas digitais no aplicativo ArcMap (ESRI *Inc.*), versão 9.3, para análise em escala de maior detalhe. Foram extraídas informações como indícios de escorregamentos, queda de blocos rochosos, feições erosivas de grande porte do tipo boçorocas, ravinas, sulcos, depósitos de assoreamento e outros.

3.8. Trabalhos de Campo

A etapa de campo buscou a verificação e definição das unidades de compartimentação levantadas nos trabalhos de fotointerpretação. Durante o processo, foi realizado o registro

de uso e ocupação do solo, bem como a identificação de pontos críticos e de ocorrência de processos geológicos atuantes ou feições que possam identificar tais processos. Além disso, foi realizada a descrição do perfil geológico-geotécnico típico para cada unidade, com o intuito de relacioná-los com a declividade e o uso do solo para gerar a Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da dinâmica superficial.

Foi realizada por meio de visitas diretas em afloramentos de solos e rochas com o auxílio de mapas topográfico, geológico e geomorfológico. As informações obtidas foram registradas em fichas de campo para, então, serem organizadas e adicionadas ao banco de dados digital (figura 4). Concomitantemente, foi elaborada uma documentação fotográfica dos pontos visitados em campo.

3.9. Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial

A etapa final refere-se à elaboração da Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial em escala 1:50.000 (anexo 1). Foi realizado através do cruzamento das informações do mapa de declividade com o uso do solo e as Unidades Fisiográficas Homogêneas delimitadas.

FICHA DE CAMPO

N° do Ponto:			
Data		Localização:	
UTM: X		UTM: Y	
Tipo de Afloramento:			
Foto (n°/legenda):			
Perfil geral, compartimentação do relevo	Perfil de Alteração	Perfil de Alteração	
		Material Alterado:	
		Espessura:	
		Horizontes/composição:	
Solo			
☐ Residual ☐ Aluvionar ☐ Coluvionar ☐ Tálus		Espessura: _____ m Cor: _____ Granulometria: _____	
☐ Cambissolo ☐ Latossolo vermelho-escuro ☐ Latossolo vermelho-amarelo ☐ Argissolo vermelho-amarelo ☐ Solos litólicos ☐ Gleissolo		Coesão/Consistência: _____ Composição: _____ _____	
Relevo		Ocupação	
☐ Morrotes alongados e espigões ☐ Escarpas Festonadas ☐ Relevo Residual ☐ Colinas amplas ☐ Colinas médias ☐ Planície aluvionar	Declividade: _____ % Amplitude: ☐ < 100 m ☐ 100 - 300 m ☐ > 300 m	☐ Pastagem ☐ Cana-de-açúcar ☐ Floresta nativa ☐ Floresta plantada ☐ Floricultura ☐ Mineração ☐ Área urbana	
Material Rochoso			Drenagem
Litologia:	☐ Aflorante ☐ Sub-aflorante ☐ <i>in situ</i> ☐ Bloco/matacão Dimensão: _____ m	☐ Sã cor: _____ ☐ Alterada cor: _____	☐ Assoreamento ☐ Encaixada
Textura:			
Granulação: ☐ Grossa ☐ Média ☐ Fina		Grau Alteração: ☐ alto ☐ médio ☐ baixo	Largura: ☐ <1m ☐ 1–5m ☐ >5 m
Feições de Instabilidade		Feições Tectogênicas	
☐ Sulco ☐ Ravina ☐ Voçoroca ☐ Escorregamento ☐ Solo ☐ Rocha ☐ Queda de blocos ☐ Rastejo		☐ Aterro ☐ c/ blocos ☐ Depósito de assoreamento ☐ Caixa empréstimo ☐ Bota-fora ☐ Outro: _____	
Obs:			

Figura 4 – Ficha de campo elaborada para auxiliar nos trabalhos de campo.

CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Em linhas gerais, a caracterização da área de estudo consistiu na abordagem de aspectos regionais relativos à contextualização geológica e sua ordenação litoestratigráfica, bem como a estruturação e compartimentação tectônica dos materiais rochosos envolvidos. Também foram considerados como fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa os aspectos fisiográficos, pedológicos e de uso do solo. Juntas, essas informações subsidiaram a elaboração da cartografia final, visto que a relação entre estes elementos representam fatores determinantes na gênese e no comportamento dos diferentes materiais encontrados em função do grau de adequação dos mesmos diante das ações antrópicas.

4.1. Aspectos Gerais

Em termos hidrográficos, a área de estudo encontra-se no limite entre as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Paraíba do Sul e do PCJ (Piracicaba/Capivari/Jundiaí), mais precisamente na região de nascentes da sub-bacia do rio Atibainha (Figura 5). A SW da área de estudo, tem-se o reservatório Atibainha e, na porção NNW, o reservatório Cachoeira, ambos pertencentes ao Sistema Cantareira.

O clima na região é subtropical de altitude, com temperatura média anual variando entre 18°C e 20°C. Influências de massas de ar atlânticas polares e tropicais são características destes terrenos e responsáveis por variações no seu regime térmico. A estação chuvosa é bem evidenciada entre os meses de Setembro a Março, e o período de estiagem, de Abril a Agosto. Os índices de precipitação pluviométrica, na média, variam entre 1.200 mm e 1.800 mm anuais (PCJ – Relatório Final, 2004).

Nessa região a cobertura vegetal original pertencia ao bioma da Mata Atlântica, variando em Floresta Ombrófila densa e mista, e, atualmente, consiste em mata secundária (Prefeitura Municipal de Piracaia, 2005). Com as observações diretas de campo pode-se dizer que o intenso desmatamento ocorrido nas últimas décadas modificou drasticamente a paisagem, que recentemente abriga vastas áreas de reflorestamento de eucalipto e atividades de pastagem, uma vez que as altas declividades dos terrenos impossibilitam a agricultura mecanizada.

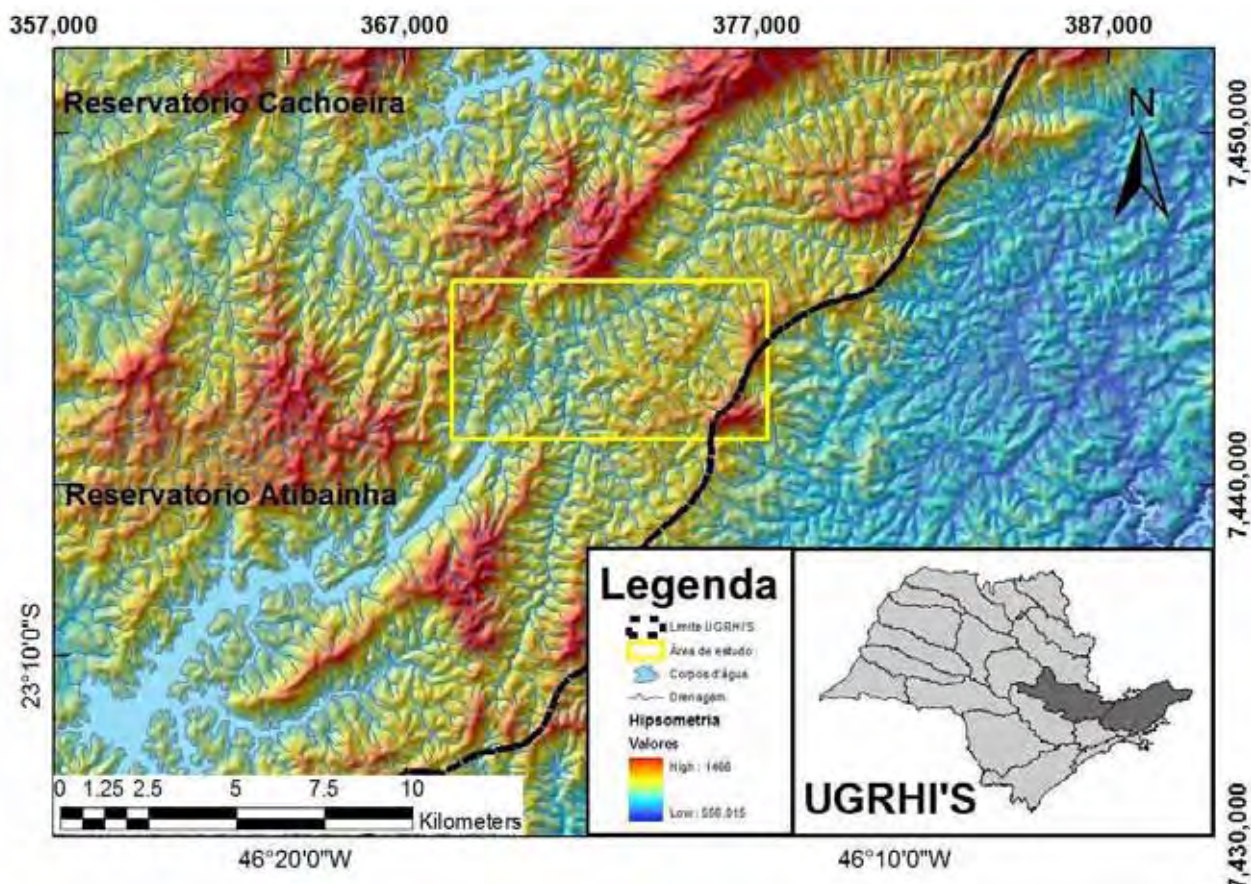


Figura 5 – Mapa hidrográfico da região estudada e os limites das UGRHI's.

4.2. Contexto Geológico

Apesar de inúmeros trabalhos realizados em relação à sistematização de nomenclaturas das unidades estratigráficas da região que envolve a área de estudo, observam-se divergências em relação à evolução geológica regional das unidades pré-cambrianas inseridas neste contexto. Entretanto, existe uma concordância de uma origem ligada a processos colisionais e interações entre placas continentais ao longo do Arqueano e Proterozóico, culminando na formação de cinturões de faixas móveis em torno de núcleos cratônicos mais antigos (ALMEIDA *et al.*, 2000). Tais discussões fogem da finalidade do presente trabalho e, portanto, pretende-se aqui abordar de forma simplificada a complicada nomenclatura estratigráfica.

De acordo com Almeida *et al.* (1973), o arcabouço geológico regional da região estudada insere-se na Faixa de Dobramentos Ribeira, caracterizada pela presença de terrenos que exibem comportamentos litoestruturais diferentes, separados por zonas de cisalhamento de alto ângulo e predominantemente de direção nordeste. Estes

compartimentos tectônicos podem ser identificados, de noroeste para sudeste, como o Complexo Piracaia, o Complexo Igaratá e o Grupo São Roque, além dos diversos corpos de rochas granitóides intrudidas nestes Complexos, enquanto as Zonas de cisalhamento que os separam referem-se às Falhas de São Bento do Sapucaí, Zona de Falhamentos Jundiuvira e Falha de Sertãozinho (Figura 6).

Campos Neto *et al.* (1983) propõem a diferenciação dos corpos granitóides da região em suítes de acordo com o seu posicionamento estrutural. Destacam-se, então, as suítes Imbiruçu, Morro do Pão e Serra dos Índios.

4.2.1. Complexo Piracaia

A coluna estratigráfica proposta por Campos Neto *et al.* (1983) para o Complexo Piracaia é formada por três unidades litoestratigráficas, apresentando normalmente contatos gradacionais e intercalações de níveis das unidades adjacentes.

A unidade basal é composta por hornblenda-biotita gnaiss, com porfiroblastos de microclínio imersos em uma matriz de composição granítica a tonalítica. Possuem colorações que variam de cinza escuro a rosado e afinidade ortognaissica. Esta unidade aflora, sobretudo em um núcleo antiformal de orientação N-S, ao norte da represa do rio da Cachoeira. Nesses terrenos, é comum observar magnetitas milimétricas no solo residual.

Acima, ocorre uma espessa unidade de gnaisses bandados paraderivados. Exibem bandamento composicional centimétrico a decimétrico, onde se alternam gnaisses de composição granítica ou granodiorítica acinzentados, com gnaisses granoblásticos de composição tonalítica, com camadas decimétricas de anfibolitos e rochas calco-silicatadas, interpretados como derivado de metagrauvacas (JANASI, 1986). Tratam-se de rochas inequigranulares e microporfiroblásticas, que apresentam mineralogia composta por microclínio, quartzo, biotita, hornblenda e granada, localmente sillimanita e muscovita. Ocorrem em uma ampla faixa de direção NE-SW a leste da cidade de Piracaia, limitada pela Falha de São Bento do Sapucaí.

A unidade superior corresponde ao domínio de metapelitos, em que se alternam mica xistos, mica-quartzo xistos, quartzitos micáceos e níveis rítmicos centimétricos de quartzitos e mica xistos. Apresentam textura lepidoblástica e mineralogia composta por granada, biotita, quartzo e, subordinadamente muscovita e sillimanita.

As rochas deste complexo foram afetadas por metamorfismo intenso (fácies anfibolito), resultando em uma foliação principal bem estruturada pelas estruturas bandadas destas rochas. Além disso, o conjunto encontra-se fortemente migmatizado.

4.2.2. Complexo Igaratá

O Complexo Igaratá encontra-se bem representado na faixa de afloramentos situadas entre as falhas de Jundiuvira e Sertãozinho, correspondendo a gnaisses e xistos dispostos em associações metamórficas da fácies anfibolito (granada e hornblenda), parcialmente migmatizados e com foliação principal crenulada. Os gnaisses compreendem a biotita-hornblenda gnaisses de composição granítica a granodiorítica, normalmente exibindo estruturas bandadas e fitadas, que se alternam com níveis porfiroclásticos de microclínio. Rochas anfibolíticas intercalam-se subordinadamente com o pacote gnáissico em forma de corpos lenticulares.

Os xistos encontram-se sobre os gnaisses anteriores e apresentam contato normal. A mineralogia é composta por muscovita, biotita e quartzo, normalmente com porfiroblastos de granada, intercalados com lentes de anfibolitos quartzosos.

Campos Neto *et al.* (1983) destacam a estrutura recumbente redobrada responsável pela configuração geométrica do Complexo Igaratá entre as falhas de Jundiuvira e Sertãozinho, na porção SW da área estudada. No sopé SW da Serra do Ribeirão Acima, as atitudes da foliação principal S1 deste complexo delineiam a zona de charneira de um anticlinal sinfórmico.

4.2.3. Grupo São Roque

Delimitado a noroeste pelas falhas de Jundiuvira e Sertãozinho, a sudeste pela Falha de Monterio Lobato, o Grupo São Roque compõe sequências metavulcânicas e metassedimentares afetadas por um complexo sistema de falhas e dobras, tornando-se mais difícil a interpretação do empilhamento estratigráfico.

Filitos sericíticos e metassedimentos finos rítmicos ocorrem encaixados entre as falhas de São Bento do Sapucaí e Jundiuvira e correspondem ao topo da sequência. A porção intermediária do empilhamento inclui seqüências rochosas formadas por metapelitos, que

enquadram um conjunto de quartzo-mica xistos e quartzitos, enquanto um feixe de falhas relacionado ao falhamento Sertãozinho separa diferentes terrenos basais desse grupo.

Sobre um núcleo antiformal orto-anfibolítico apresentam-se anfibolitos finos e bandados sobrepostos por metarritmitos pelito-arenosos, com intercalações lenticulares e basais de estauroлита xistos, quartzitos hematíticos e calcossilicatadas. Esta unidade corresponde à sequência vulcano-sedimentar da Serra da Itaberaba, definida por Coutinho *et al.* (1982).

As direções estruturais predominantes no Grupo São Roque são orientadas a ENE, havendo inflexões locais para NNE na região, por efeitos de falhamentos transcorrentes. A fase de dobramentos principal está coligada ao metamorfismo regional (facies xisto verde, zona da biotita), evidenciado pela xistosidade plano-axial, com dobras e planos axiais empinados e transposição associada. Falhas e intrusões ácidas foram responsáveis por crenulações e dobras locais (Hasui, 1973).

O Domínio São Roque encontra-se em toda a sua extensão cortado por rochas intrusivas graníticas.

4.2.4. Intrusivas Graníticas

O embasamento cristalino do Estado de São Paulo é composto por diversas intrusões granitóides. O magmatismo da região é classificado como calcioalcalino, evoluindo para alcalino nas intrusões mais tardias (ARTUR, 1988). A dimensão destes corpos é variada, ocorrendo desde corpos métricos encaixados nos gnaisses e migmatitos ate maciços de centenas de quilômetros de extensão.

Dentre os diversos tipos de granitos, predominam os porfiróides, de composição granítica a granodiorítica, podendo enquadrar-se em sin - tectônicos e pós – tectônicos, de acordo com o seu posicionamento estrutural. Possuem colorações brancas, cinzentas e róseas, variam de finos a grossos, equigranulares ou porfiríticos, podendo apresentar foliação pronunciada ou feições migmatíticas (OLIVEIRA *et al.*, 1985).

Assim, destacam-se as suítes Imbiruçu (Granito Mato Mole), Morro do Pão (Granito Morro do Pão) e Serra dos Índios (Granito Serra dos Índios).

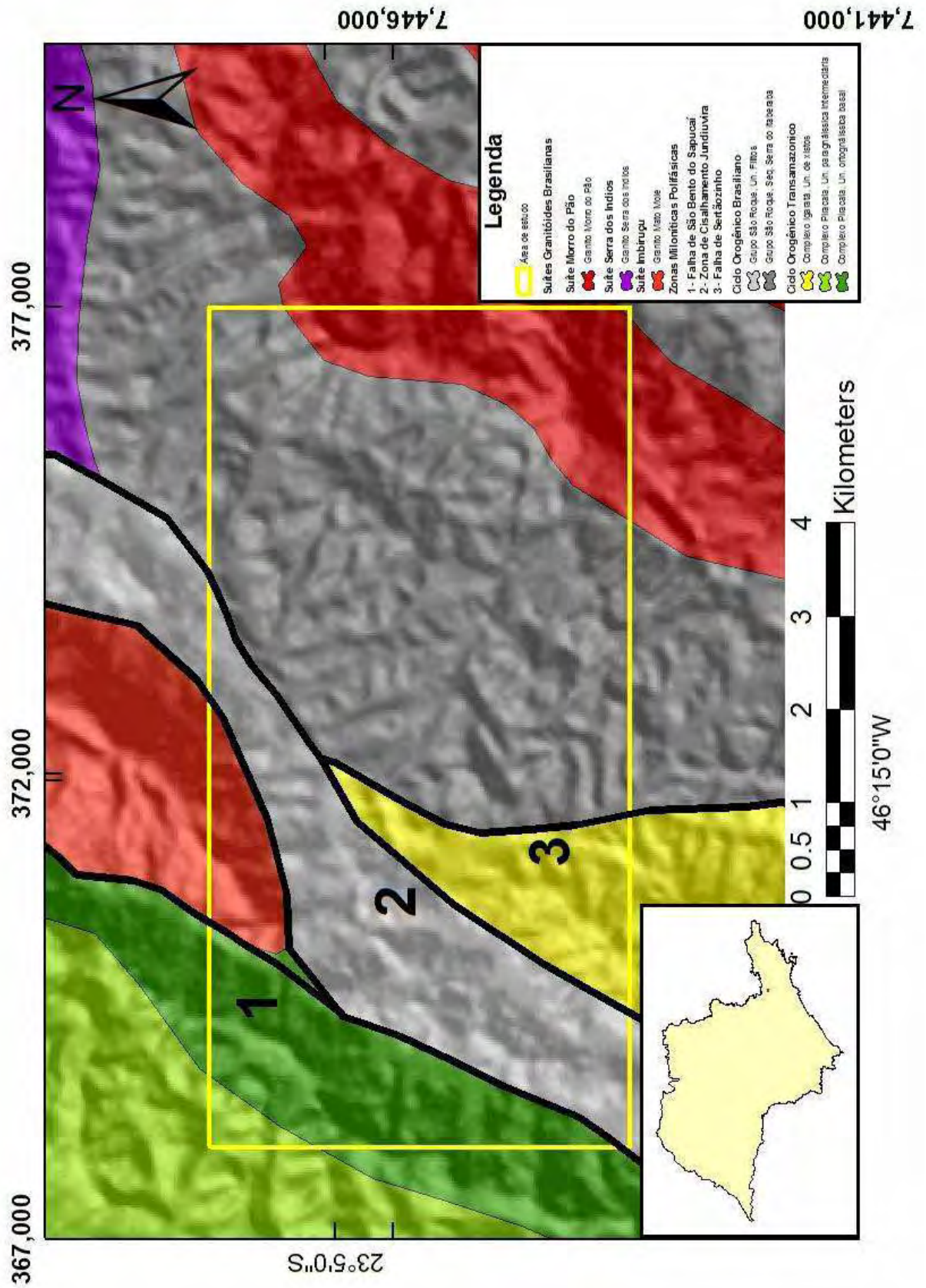


Figura 6 – Esboço tectônico da área de estudos (modificado de Campos Neto *et al.*, 1983).

4.3. Contexto Geomorfológico

De acordo com o mapa geomorfológico do Estado de São Paulo elaborado por Ross *et al.* (1997), a porção nordeste do estado é dividida em dois macro-compartimentos, representados pelas unidades morfoestruturais do Cinturão Orogênico do Atlântico e as Bacias Sedimentares Cenozóicas. No entanto, a região de interesse na presente pesquisa engloba apenas as zonas internas vinculadas ao Cinturão Orogênico do Atlântico, que serão individualizadas e descritas sistematicamente a seguir.

O Cinturão Orogênico do Atlântico se apresenta como um dos principais cinturões orogênicos do Brasil em extensão, distribuído amplamente por grande parte da costa leste sul-americana, desde o norte da Bahia até o Uruguai (ROSS *et al.* 1997). Nesse contexto, insere-se o Planalto Atlântico, representado por faixas orogênicas antigas e com relevos sustentados por condições geotectônicas, estruturais e litológicas variadas. Verifica-se, então, que suas características fisionômicas regionais permitem a delimitação de unidades geomorfológicas distintas, entre elas destacam-se o Planalto e Serra da Mantiqueira e o Planalto de Jundiaí (figura 7).

4.3.1. Planalto e Serra da Mantiqueira

Este compartimento morfológico apresenta-se como uma extensa faixa de direção NE-SW na área de estudo, representando altimetrias de níveis altos (valores acima de 900m) e médios (800-900m). No nível alto, as declividades predominantes são superiores a 30% e frequentemente podendo alcançar até 60%. No nível médio, as declividades predominantes variam entre 20 e 30%.

As formas de relevo predominantes são denudacionais, exibindo escarpas e morros altos, de topos aguçados (Da), de topos convexos (Dc) e padrão de drenagem dendrítico condicionado pelas direções das estruturas regionais. Configura-se, então, um estilo de relevo com elevada rugosidade topográfica e padrões de formas Da34, Dc25 e Dc42, onde os códigos numéricos representam respectivamente, os índices de dissecação horizontal e vertical do relevo, que variam de 1 a 5 e representam o grau de entalhamento da rede de drenagem.

Com base nestas considerações, Ross *et al.* (1997) definiram essa unidade de relevo em relação ao nível de fragilidade como sendo muito alto, estando, portanto, sujeita a

processos erosivos intensos e com grande probabilidade de ocorrência de movimentos de massa.

4.3.2. Planalto de Jundiaí

Esta unidade de relevo localiza-se nos extremos NW e SE da região estudada, representando níveis altimétricos altos (entre 900 a 1200m na porção NW) e médios (entre 800 e 900m na porção SE). Em seu nível alto as declividades predominantes são de 30 a 40%, podendo atingir 60% em algumas vertentes, enquanto nos níveis médios as declividades predominantes não ultrapassam os 30%.

É composta por relevos denudacionais resultando em modelados de colinas e morros altos com topos convexos (Dc33) e padrão de drenagem dendrítico.

Neste cenário, o nível de fragilidade classificado por Ross *et al.* (op. cit.) para esta unidade é alto, estando assim, sujeita à ocorrência de movimentos de massa e desencadeamento de processo erosivos lineares.

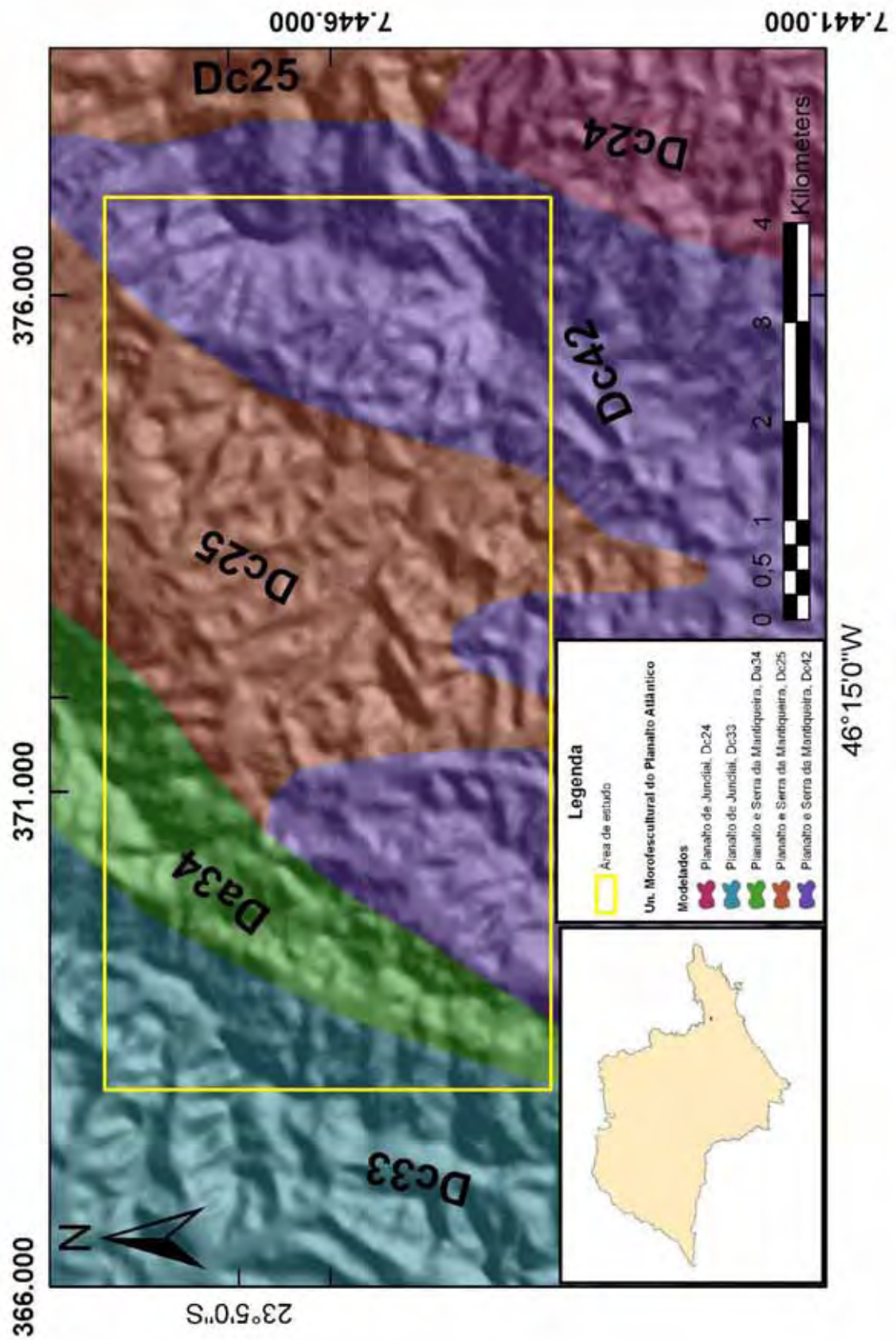


Figura 7 – Mapa Geomorfológico da área de estudos (modificado de Ross *et al.*, 1997).

4.4. Contexto Pedológico

As informações apresentadas para a caracterização pedológica de região de estudo foram baseadas no mapa pedológico do Estado de São Paulo, elaborado por Oliveira *et al.*, (1999), obedecendo a critérios de nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SBCS (EMBRAPA, 1999).

As classes de solos que abrangem a área de estudo (Fig. 8) constituem basicamente em Argissolos Vermelho Amarelo (PVA) e Latossolos Vermelho Amarelo (LVA). Em algumas situações, ocorrem Cambissolos Háplicos (CX) em terrenos de relevo acidentado, fortemente ondulado a escarpado. Nas porções mais baixas do terreno, principalmente nas planícies fluviais ocorrem solos aluviais do tipo Gleissolo (GX).

Segundo EMBRAPA (1999), os Argissolos Vermelho Amarelo (PVA) são solos minerais com horizonte B textural, não hidromórficos, normalmente com argila de atividade baixa e são bem a moderadamente bem drenados. São solos, em sua maioria, de fertilidade natural baixa a média, usualmente profundos, que apresentam sequência de horizontes do tipo A, B, e C, cuja espessura não excede a 200 centímetros. Estão situados em áreas de relevo ondulado a fortemente ondulado, ocorrendo também em menor proporção em relevo suave, ondulado e montanhoso. Pela disitnção determinada pelo SBCS, os Argissolos Vermelho Amarelos apresentam cores com matizes 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR.

Os Latossolos Vermelho Amarelo (LVA) são solos minerais, não hidromórficos com horizonte B latossólico e coloração variando do vermelho ao amarelo e gamas intermediárias. São normalmente muito profundos, com seqüência de horizontes A, B e C e com transições entre os sub-horizontes difusas e graduais, acentuadamente a bem drenados. Apresentam avançado estágio de intemperismo, com predominância de argilominerais do tipo 1:1, baixa quantidade de minerais primários e baixa reserva de elementos nutritivos para as plantas. A relação silte/argila é menor que 0,7. O grau de flocculação é normalmente igual ou próximo a 100%, refletindo o alto grau de agregação dos colóides, o que torna o solo muito poroso, propiciando maior resistência à erosão. São, em geral, solos com boas condições para cultivo devido à sua alta friabilidade, escarificabilidade e porosidade total (com exceções dos solos situados em regiões serranas).

Subordinadamente, verifica-se que, na área de estudos, predominantemente em porções onde o relevo local exhibe formas fortemente onduladas e montanhosas, observa-se a ocorrência de Latossolos Vermelho Amarelo e Argissolos Vermelho Amarelo, com fase pedregosa associados a Cambissolos Háplicos (CX), ambos associados a afloramentos rochosos.

Os Cambissolos háplicos compreendem solos minerais com horizonte B câmbico ou incipiente, não hidromórficos e com pouca diferenciação de textura do horizonte A para o B. Muitas vezes, apresentam características similares aos solos com horizonte B latossólico, mas se diferenciam por serem menos evoluídos, menos profundos, ainda com minerais primários de fácil intemperização, ou pela atividade de argila, que apesar de variar de alta a baixa, é normalmente superior à dos latossolos, ou pelos teores de silte mais elevados. Os cambissolos apresentam severas restrições de uso agrícola devido à sua elevada capacidade de degradação.

Os Gleissolos (GM) representam a classe de solos hidromórficos constituídos por material mineral que apresentam horizonte A (mineral) ou H (orgânico), seguido de um horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm de profundidade. Apresenta cor acinzentada a esverdeada, resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo (redução) em condições de encharcamento durante o ano todo ou parte dele. São solos mal drenados, podendo apresentar textura bastante variável ao longo do perfil. Sua maior limitação está na presença do lençol freático elevado, com riscos de inundações, necessitando de drenagem para seu uso.

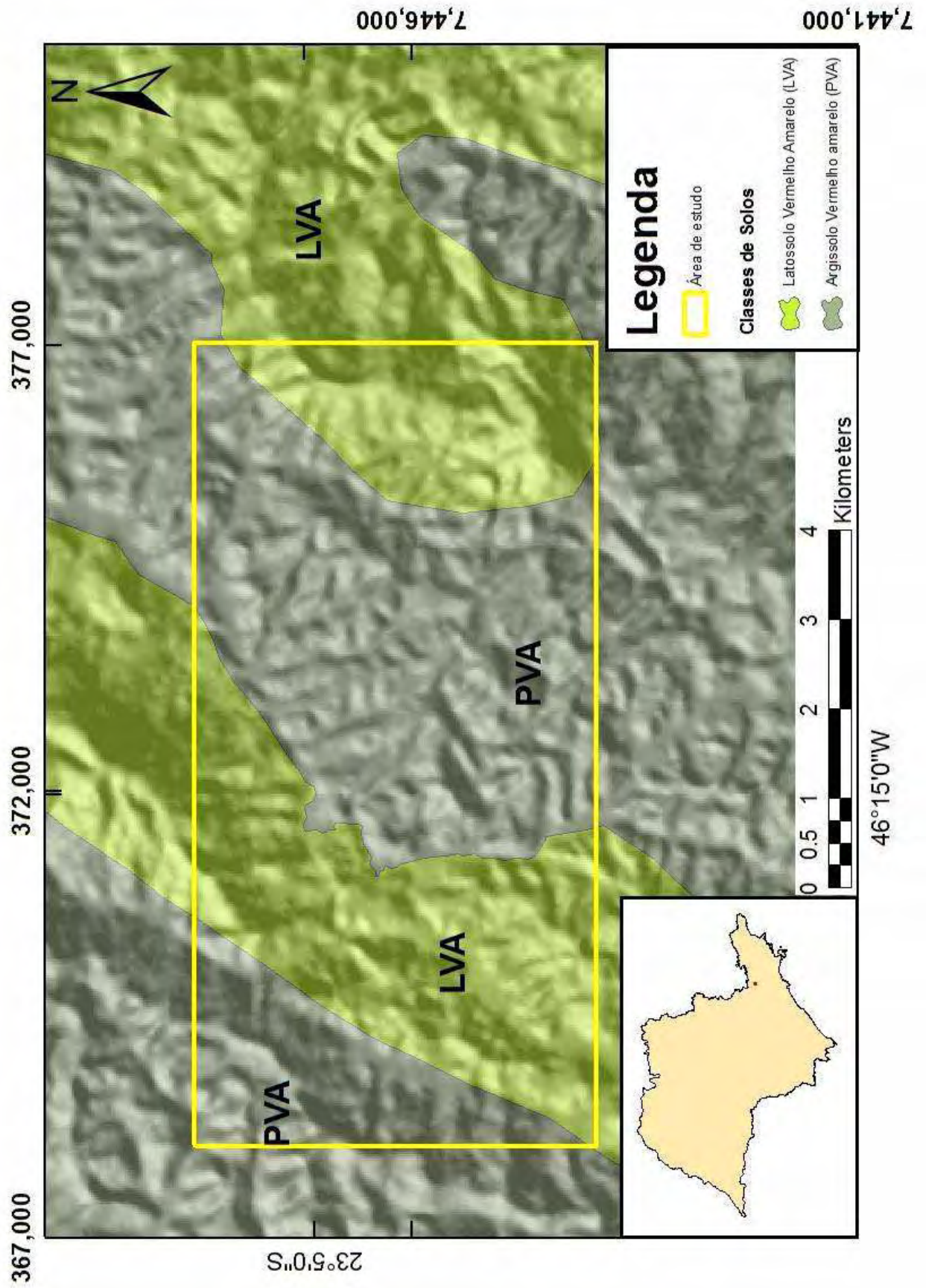


Figura 8 – Mapa Pedológico da área de estudos (modificado de Oliveira *et al.*, 1999).

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

As feições extraídas das cartas topográficas que compuseram a base cartográfica foram organizadas em um banco de dados no formato *Geodatabase*. No banco de dados ficaram disponíveis as seguintes informações: curvas de nível; hidrografia; vias de acesso; limite da área de estudo; dentre outras que foram derivadas destas informações básicas.

A partir dos atributos contidos nas curvas de nível (valor da elevação) e de pontos cotados, foi gerado o Modelo Digital do Terreno (MDT), através da aplicação da ferramenta de interpolação *Topo to Raster*, dentro do ambiente SIG do aplicativo ArcMap (ESRI Inc.) versão 9.3. Esta ferramenta representa uma forma de interpolação projetada especificamente para criar modelos numéricos de terreno hidrologicamente corretos (HUTCHINSON & DOWNLING, 1991).

A representação do MDT permitiu a visualização tridimensional do terreno, propiciando, principalmente a interpretação das formas de relevo (figura 9). O MDT consistiu na base de dados para a elaboração do mapa de declividade.

5.1. Mapa de Declividade

O mapa de declividade da área de estudo foi elaborado a partir das informações de elevação do MDT. Os intervalos considerados foram: 0-10%; 10-20%, 20-30%, 30-40% e; >40%, estabelecidos com base em trabalhos anteriores que se basearam no comportamento de processos erosivos, tais como: Vedovello & Mattos, (1998); Fernandes (2008) e Oliveira *et al.*,(2007).

As informações referentes a declividade foram registradas em mapa e apresentados no Apêndice 2.

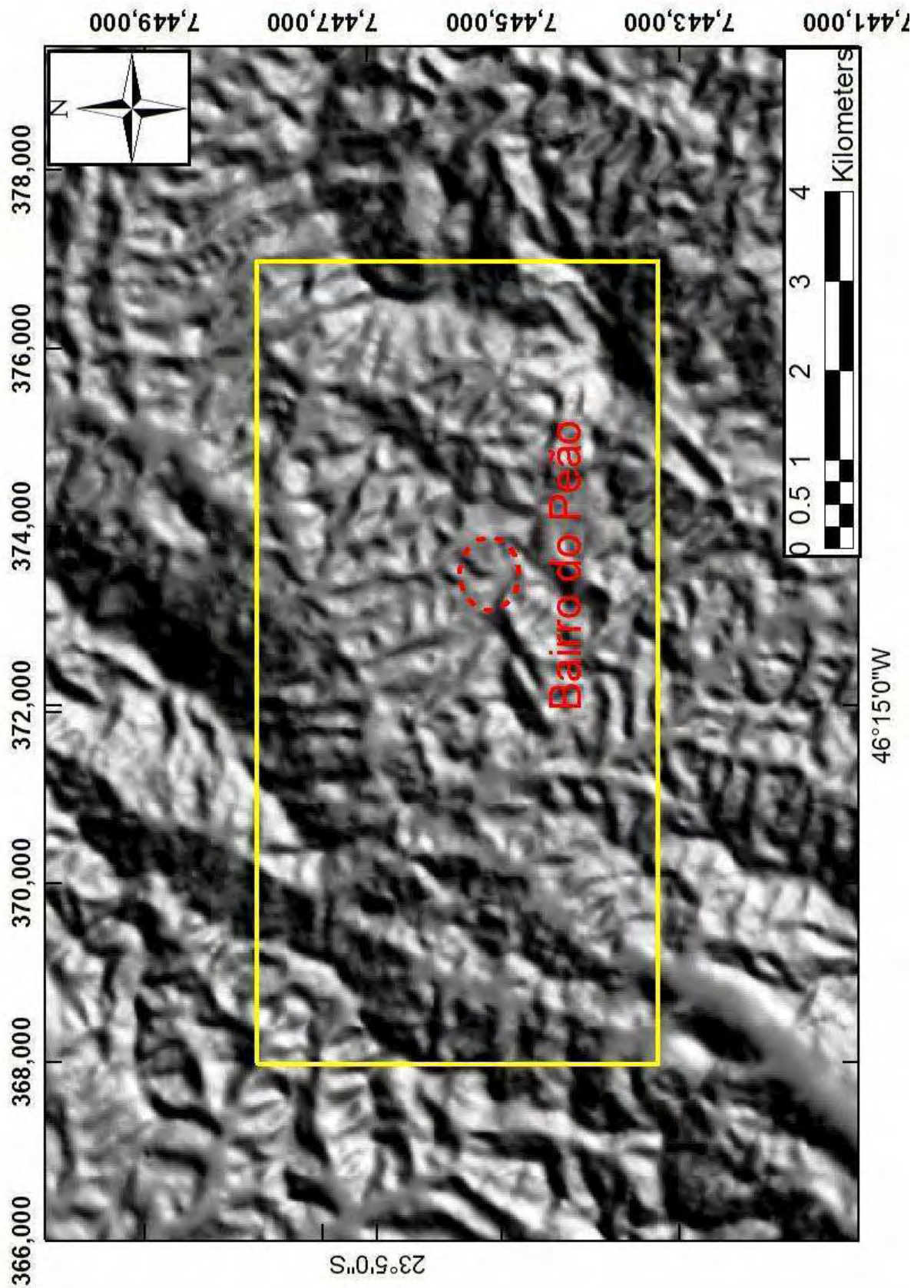


Figura 9 – Modelo Digital de Terreno (MDT) elaborado a partir das Cartas Topográficas Igaratá e Piracaia, em escala 1:50.000 (IBGE).

5.2. Unidades Fisiográficas Homogêneas

A partir da interpretação das imagens de satélite do sensor SPOT, foram estabelecidas nove Unidades Fisiográficas Homogêneas, que tiveram seus limites comprovados em campo. A descrição das Unidades, bem como seu perfil de alteração típico é apresentada a seguir. O Mapa de Unidades Fisiográficas Homogêneas é apresentado no Apêndice 1.

5.2.1. Unidade I – Domínio de várzeas e fundos de vale

A Unidade I é caracterizada por extensas planícies fluviais (várzeas), fundos de vales restritos de drenagens menores e terraços fluviais.

As planícies fluviais variam de 30 a 600 m de largura, com declividade predominante entre 0-15%, formadas por sedimentos aluvionares e depósitos de assoreamento. Os fundos de vale mais restritos possuem larguras inferiores às várzeas, enquanto que suas características geológicas e geomórficas se assemelham às mesmas. Além disso, pode ser encontrado nestes ambientes o mesmo tipo de solo: aluvial do tipo Gleissolo, de coloração variada em tons de cinza, textura bastante heterogênea, exibindo intercalações de camadas orgânicas de cor preta com sedimentos arenosos e argilosos. A espessura é variável, no entanto predominam solos entre 1 m e 2,0 m. (Fig. 10).

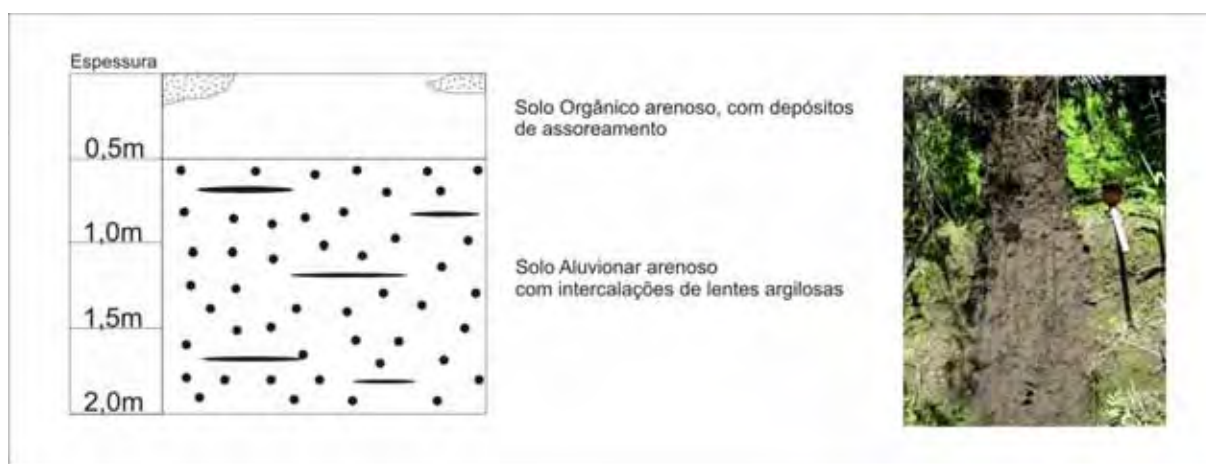


Figura 10 – Perfil de alteração típico da Unidade I.

Os terrenos desta Unidade possuem baixa capacidade de suporte a cargas, sujeitos a recalques e afundamentos na superfície. Em geral, podem ocorrer inundações e enchentes localizadas. Localmente, podem ocorrer colapsos de margens fluviais ocasionados pelo

retrabalhamento dos terraços fluviais (foto 1). Devido à baixa declividade, são influenciados pela contribuição de partículas provenientes dos solos das posições mais altas e da água de drenagem. Portanto, estas áreas encontram-se sujeitas a assoreamento proveniente de processos erosivos nas vertentes da bacia hidrográfica.



Foto 1 – Solapamento da margem fluvial do rio Atibainha.

A principal drenagem desta Unidade é o rio Atibainha, com uma extensa planície aluvial em grande parte do seu curso.

Estes terrenos possuem vulnerabilidade alta à contaminação do aquífero, pois o lençol freático, muitas vezes encontra-se muito raso ou até mesmo aflorante.

5.2.2. Unidade II – Domínio dos Granitos

A Unidade II é definida pelas unidades de topo e de vertentes íngremes das Serras do Morro do Pão e de Mato Mole, que hospedam corpos graníticos homônimos, apresentando assim, duas Sub-Unidades: II-A e II-B.

Os corpos graníticos apresentam características próprias, decorrentes de aspectos texturais e estruturais. Apesar de apresentarem baixo grau de permeabilidade, exibem rede

pronunciada de fraturas e diáclases que, aliadas à heterogeneidade de minerais que compõem estas rochas, contribuem para o processo de intemperização química. A impermeabilidade e os efeitos tectônicos contribuem para o desenvolvimento de um padrão de drenagem do tipo dendrítica, enquanto a rede de fraturamento e diáclases acelera a decomposição do material rochoso, dando origem aos matacões e às morfologias convexas.

5.2.2.1. Sub-Unidade II-A

A Sub-Unidade II-A é caracterizada pelo padrão de formas de topos estreitos e convexizados, com declividade entre 20% e 30%, amplitudes locais superiores a 300 m e solo residual bem desenvolvido, apresentando textura argilosa a areno-argilosa. São formados por Latossolos Vermelho Amarelo ou Cambissolos que apresentam um horizonte B de espessura da ordem de 1m a 2 m e coloração amarelada. Ocorre em regiões do terreno onde as declividades são mais suaves em comparação com a Sub-Unidade II-B, desenvolvendo assim solos um pouco mais espessos e evoluídos (Fig. 11).

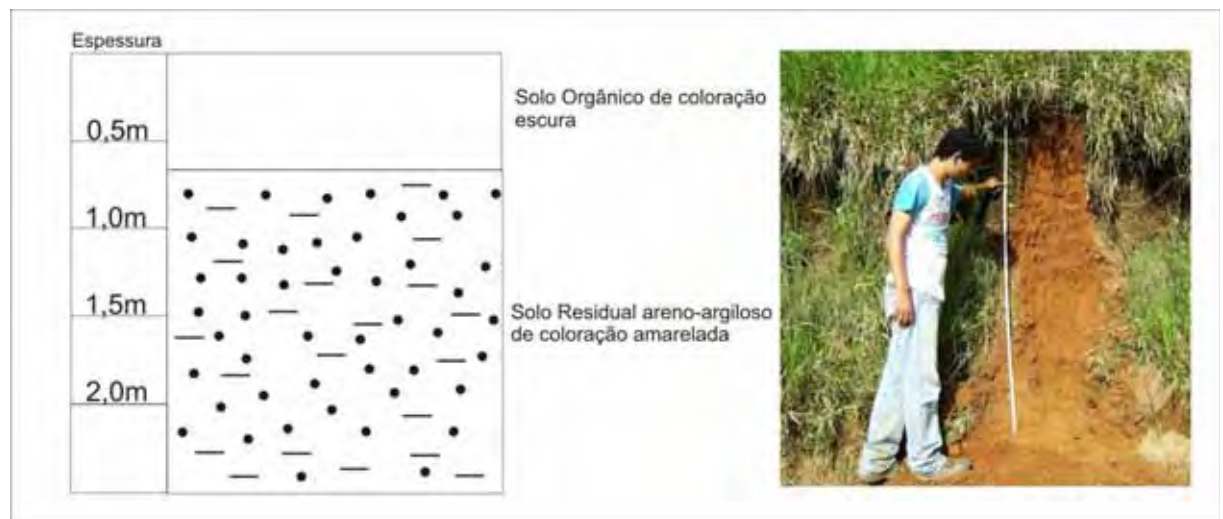


Figura 11 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade II-A.

Os processos erosivos predominantes são lineares, na forma de sulcos e ravinas, que se desenvolvem principalmente em regiões empregadas para pastagem. Verifica-se que os trilhos desenvolvidos nos pastos pelos animais são condicionantes responsáveis pelo desencadeamento dos processos erosivos lineares (foto 2).



Foto 2 – Processos erosivos lineares desenvolvidos em terrenos da Sub-Unidade II-A.

5.2.2.2. Sub-Unidade II-B

A Sub-Unidade II-B ocorre nas vertentes com segmentos predominantemente convexos, onde surgem desníveis da ordem de 200 m e declividades predominantes entre 30% e 40 %. Caracteriza-se por solo coluvionar pouco desenvolvido, composto por fragmentos de materiais graníticos de dimensões variadas em matriz silto-argilosa, com cor avermelhada, que ocorre sobre rochas graníticas, extremamente fraturadas e com grau de intemperismo variado. São solos Neossolos Litólicos assinalados por horizonte orgânico ($<0,5$ m) assentados diretamente sobre a rocha, ou Cambissolos que são constituídos por horizonte mineral abaixo do horizonte orgânico. A espessura máxima desses solos é de 1 m. Localmente podem ocorrer diferenciações devido à presença de depósitos de tálus (Fig.12).



Figura 12 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade II-B.

A erosão ocorre na forma de sulcos e ravinas nas encostas, porém predominam os processos de escorregamento (foto 3) (escorregamentos de solo, rolamento de blocos e queda de blocos), deixando o solo desprotegido e favorecendo a instalação de sulcos e ravinas.



Foto 3 – Escorregamento verificado em vertente da Sub-Unidade II-B.

5.2.3. Unidade III – Domínio dos Xistos

Formam esta Unidade as vertentes íngremes e os topos dos morros da Sequência Serra da Itaberaba (Grupo São Roque), no Planalto da Serra da Mantiqueira. Encontra-se dividido em duas Sub-Unidades: III-A e III-B.

Nestas áreas predominam desníveis da ordem de 40 m a 140 m e a declividade representa o principal fator de diferenciação das Sub-Unidades: nos topos, por ser uma região de relevo mais suave, o perfil de alteração encontra-se mais evoluído do que o encontrado nas vertentes.

Uma característica marcante desta Unidade é o desenvolvimento de um padrão orientado de topos e vales de drenagem, o que lhe confere um estilo de drenagem retangular.

5.2.3.1. Sub-Unidade III-A

A Sub-Unidade III-A é representada pelas formas de topos extensos e convexos, com grau de orientação elevado e desníveis médios de 40 m. Apresenta declividade média da ordem de 20%, porém com predomínio de valores entre 10% e 20%. Ocorrem metarritmitos de estruturas e texturas variadas, com pequenas intercalações de anfibolitos.

Os solos são geralmente residuais e bem desenvolvidos, com espessura superior a 2 m. São formados por Argissolos Vermelho-Amarelo, com presença do horizonte B textural argiloso e homogêneo em relação à cor (Fig. 13). Localmente podem ocorrer Cambissolos, em porções do terreno onde a declividade é mais acentuada. Estes solos estão dispostos sobre saprólitos das rochas xistosas com grau de intemperismo quase sempre elevados.



Figura 13 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade III-A.

Formam-se escorregamentos em pontos isolados, nas proximidades de rupturas de relevo e em vertentes mais íngremes.

5.2.3.2. Sub-Unidade III-B

A Sub-Unidade III-B é formada pelas vertentes íngremes de perfis convexo-côncavo dos metarritmitos da Sequência Serra da Itaberaba. Desenvolvem-se nesta Sub-Unidade, desníveis de cerca de 140 m e declividades predominantes entre 30% e 40%.

Os solos são predominantemente coluvionares rasos, entre 0,5 m e 1 m do tipo Cambissolos e Neossolos Litólicos compostos por fragmentos de xistos alterados imersos em matriz de textura predominantemente argilosa. Nos sopés das porções mais acidentadas podem ocorrer depósitos de tálus com grandes espessuras, porém predominam materiais inconsolidados menos espessos (Fig.14).

São áreas extremamente suscetíveis a escorregamentos e rastejos, principalmente nos cortes de talude de estradas vicinais onde o corte é feito perpendicularmente à foliação principal (foto 4). Além disso, é comum o desenvolvimento de ravinas e sulcos erosivos nos limites com a Sub-Unidade III-A, devido à mudança brusca do relevo.



Figura 14 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade III-B.



Foto 4 – Ponto de escorregamento em talude de corte de estrada

5.2.4. Unidade IV - Domínio dos Xistos Migmatizados

Esta Unidade compreende um conjunto de morros de topos extensos e convexos e perfil de vertentes que apresentam forte entalhamento dos canais de drenagem, em terrenos onde afloram xistos migmatizados do Complexo Igaratá. Os desníveis são de aproximadamente 120 m, declividades entre 20% e 30% e elevada densidade de drenagem.

O relevo apresenta-se moderadamente ondulado, onde ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelo e, ocasionalmente Cambissolos. Tratam-se de solos coluvionares, com espessura variando de 2 a 10 m. São bastante suscetíveis à erosão, principalmente nas cabeceiras de drenagem, formando anfiteatros. Tal fato se deve à textura arenosa a areno - argilosa e à sua grande espessura (Fig. 15).

Estes solos estão dispostos sobre saprólitos dos xistos migmatíticos com grau de intemperismo elevado.

A erosão ocorre principalmente na forma de ravinas e sulcos, devido à textura arenosa dos materiais. Além disso, ocorrem escorregamentos isolados essencialmente nas cabeceiras de drenagem (foto 5).

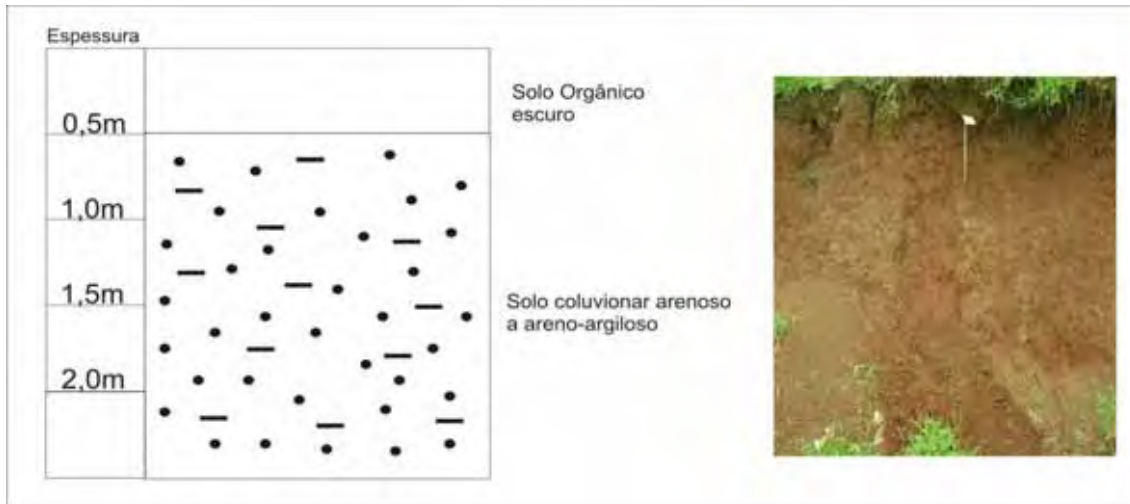


Figura 15 – Perfil típico de alteração da Sub-Unidade IV.



Foto 5 – Ravina profunda em terreno da Unidade IV desenvolvida no piso da estrada.

5.2.5. Unidade V- Domínio dos Filitos

A Unidade V ocorre na região compreendida entre as Falhas de Jundiuvira e a Falha de São Bento do Sapucaí e é caracterizada por colinas de topos arredondados e perfis de encostas convexa-côncava, de baixa amplitude local e elevada densidade de drenagem. Os valores médios de declividade para esta Unidade variam entre 20% e 30%.

Encontra-se, neste contexto, uma camada espessa de solo residual, composto por pequenos fragmentos de filitos sericíticos e matriz de textura areno-argilosa. São Latossolos Vermelho-Amarelo profundos, que apresentam transições difusas entre os horizontes. Estes se encontram assentados em saprólitos das rochas metapelíticas com grau de intemperismo elevado (figura 16). Os processos erosivos predominantes são lineares, do tipo sulcos e ravinas.



Figura 16 – Perfil de alteração típico da Unidade V.

5.2.6. Unidade VI – Domínio dos Gnaisses

A Unidade VI é formada pelo Domínio dos Gnaisses pertencentes ao Complexo Piracaia que sustentam a serra no extremo NW da área de estudo e é composta por duas Sub-Unidades: VI-a e VI-B que, correspondem respectivamente, às unidades de topo e de encosta deste domínio.

A amplitude local nesta parte do terreno é elevada, assim como as declividades, que ultrapassam os valores de 30%.

O litotipo predominante na Unidade VI é representado por ortognaisses de composição tonalítica a granítica e estrutura bandada. Encontram-se fortemente fraturados e cortados por veios de quartzo, que resistem aos processos de intemperização química e aparecem com frequência nos perfis de alteração. Também é comum a presença de campos de matacões nesta Unidade.

5.2.6.1. Sub-Unidade VI-A

A Sub-Unidade VI-A representa as feições geomórficas de topos restritos e convexizados. Caracterizam-se por desníveis médios de 60 m a 80 m, declividade média entre 20% e 30%. Os solos são residuais, bem desenvolvidos, exibindo textura areno – argilosa. São Argissolos Vermelho-Amarelo com profundidades médias em torno de 2 m, que se desenvolvem sobre saprólitos de rochas gnáissicas frequentemente intemperizadas (Fig.17).

Nessas regiões os processos erosivos predominantes são lineares, na forma de sulcos e ravinas, que se desenvolvem próximas à ruptura positiva do relevo local, no limite com a Sub-Unidade VI-B. Escorregamentos podem ocorrer localizadamente.

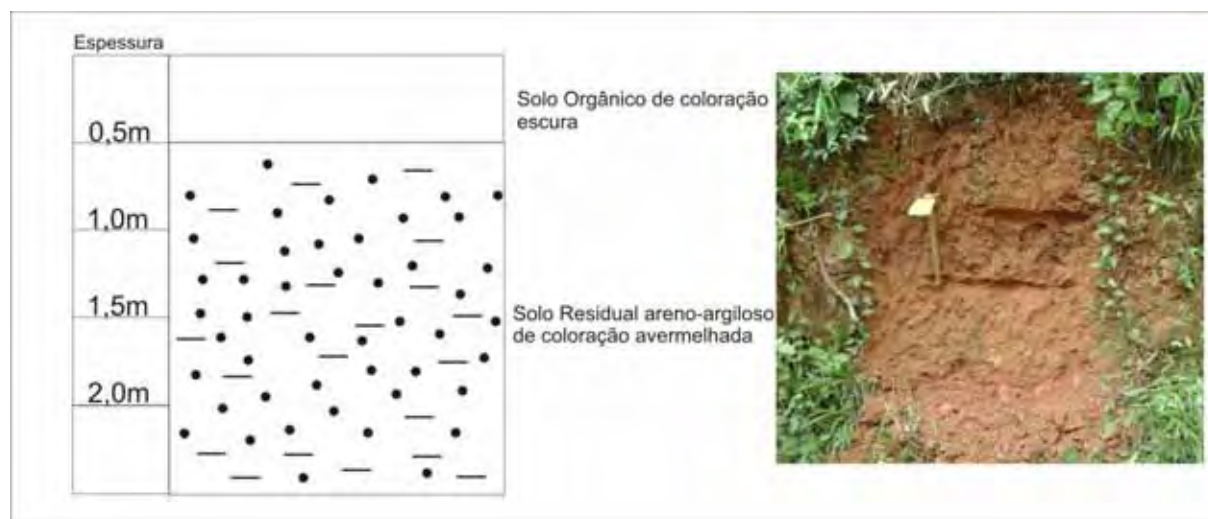


Figura 17 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade VI-A.

5.2.6.2. Sub-Unidade VI-B

A Sub-Unidade VI-B é representada pelas encostas de relevos acidentados do Domínio gnáissico. O perfil das encostas é do tipo convexo-côncavo, onde as declividades são quase sempre superiores a 30%. Assim, desenvolvem-se solos coluvionares

superficiais (<1 m) que apresentam horizonte orgânico incipiente e assentado quase que diretamente sobre o saprólito gnáissico. Fazem parte do perfil de alteração fragmentos de rocha alterados, de dimensões variadas e matriz siltosa. Cambissolos e Neossolos Litólicos de coloração avermelhada são as classes de solos predominantes nesta Sub-Unidade (Fig.18). Depósitos de tálus podem ocorrer em encostas com vertentes mais íngremes.

A erosão ocorre na forma de sulcos e ravinas nas encostas, porém predominam os processos de escorregamento (escorregamentos de solo, rolamento de blocos e queda de blocos).



Figura 18 – Perfil de alteração típico da Sub-Unidade VI-B.

A Tabela 2 apresenta um resumo das principais características das Unidades compartmentadas na área de estudo.

UNIDADE		DECLIVIDADE	FORMA DE ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	EXTENSÃO DOS TOPOS	DENSIDADE DRENAGEM	FORMA DOS VALES	SOLOS	ROCHA	PROCESSOS EROSIVOS
I - VÁRZEAS E FUNDOS DE VALE		0-15%	CÔNCAVA	APLAINADOS	EXTENSOS	ALTA	ABERTOS	ALUVIONAR, GLEISSOLOS	VARIADAS	ASSOREAMENTOS/ SOLAPAMENTOS/ ENCHENTES
II - DOMÍNIO DOS GRANITOS	A	20-30%	CONVEXO	ANGULOSOS	RESTRITOS	BAIXA	FECHADOS	RESIDUAL, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO	GRANITO PORFIRÓIDE	SULCOS/RAVINAS
	B	30-40%	CONVEXO	ARREDONDADOS	EXTENSOS	MÉDIA	FECHADOS	COLUVIONAR, CAMBISSOLO/ NEOSSOLO LITÓLICO	GRANITO PORFIRÓIDE	ESCORREGAMENTOS/QUEDA E ROLAMENTO DE BLOCOS
III - DOMÍNIO DOS XISTOS	A	10-20%	CONVEXO	ARREDONDADOS	EXTENSOS	BAIXA	ABERTOS/ FECHADOS	RESIDUAL, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO	MICA XISTO	ESCORREGAMENTOS
	B	30-40%	CONVEXO- CÔNCAVO	ARREDONDADOS	RESTRITOS	MÉDIA	FECHADOS	COLUVIONAR, CAMBISSOLO/ NEOSSOLO LITÓLICO	MICA XISTO	ESCORREGAMENTOS/ RASTEJO/SULCOS/RAVINA
IV - DOMÍNIO DOS XISTOS MIGMATIZADOS		20-30%	CONVEXO	ARREDONDADOS	EXTENSOS	ALTA	FECHADOS	COLUVIONAR, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO	XISTO MIGMATIZADO	SULCOS/RAVINAS
V - DOMÍNIO DOS FILITOS		20-30%	CONVEXO- CÔNCAVO	ARREDONDADOS	EXTENSOS	ALTA	ABERTOS	RESIDUAL, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO	FILITO SERICÍTICO	SULCOS/RAVINAS
VI - DOMÍNIO DOS GNAISS	A	20-30%	CONVEXO	ANGULOSOS	RESTRITOS	BAIXA	ABERTOS	RESIDUAL, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO	HORNBLENDA- BIOTITA GNAISSE	SULCOS/RAVINAS/ ESCORREGAMENTOS
	B	30-40%	RETILÍNEO- CÔNCAVO	ANGULOSOS	RESTRITOS	ALTA	FECHADOS	COLUVIONAR, CAMBISSOLO/ NEOSSOLO LITÓLICO	HORNBLENDA- BIOTITA GNAISSE	ESCORREGAMENTOS/ SULCOS/RAVINAS/QUEDA DE BLOCOS

Tabela 2 – Tabela-síntese das principais características das Unidades Fisiográficas Homogêneas.

5.3. Mapeamento dos processos da dinâmica superficial

O mapeamento da ocorrência dos processos da dinâmica superficial na área de estudo foi realizado para embasar a definição dos critérios de suscetibilidade da carta geotécnica. Foram mapeados os processos: erosão linear (sulcos / ravinas / boçorocas/ solapamentos de margem fluvial); assoreamento; inundações e, os movimentos gravitacionais de massa (rastejos, escorregamentos de solo, queda e tombamento de blocos).

Iniciou-se com o levantamento de feições erosivas de grande porte, identificadas através da interpretação de imagens aéreas. O mapeamento conclusivo e a comprovação das feições interpretadas nas fotos foram realizados no levantamento de campo.

Foram interpretadas 66 (sessenta e seis) feições de processos da dinâmica superficial, dos quais 24 (vinte e quatro) são relacionados a escorregamentos; 30 (trinta) são processos de ravinamento e sulcos; 3 (três) ocorrências de boçorocas; 3 (três) depósitos de assoreamento; 1 (uma) feição de solapamento de margem fluvial; 1 (um) ponto de alta

suscetibilidade a inundações e enchentes; 2 (duas) feições de rastejo e 2 (dois) pontos de queda de blocos.

A compilação das ocorrências destes processos deflagrados é apresentada na Tabela 3 e no Gráfico 1.

PROCESSO	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS
Ravinamento/Sulcos	27
Solapamento	1
Boçorocas	3
Assoreamentos	3
Enchentes/Inundações	1
Queda/Tombamento de blocos	2
Escorregamentos	24
Rastejos	2
TOTAL	63

Tabela 3 – Número de ocorrências observadas na área de estudo.

A partir destes dados foi possível analisar que 45% das ocorrências de processos deflagrados na área de estudo foram processos erosivos lineares dos tipos ravinas e sulcos, seguidos pelos escorregamentos (36%), boçorocas (5%), assoreamentos (5%), queda de blocos (3%), rastejos (3%), solapamentos (2%) e enchentes/inundação (1%) (Gráfico 1).

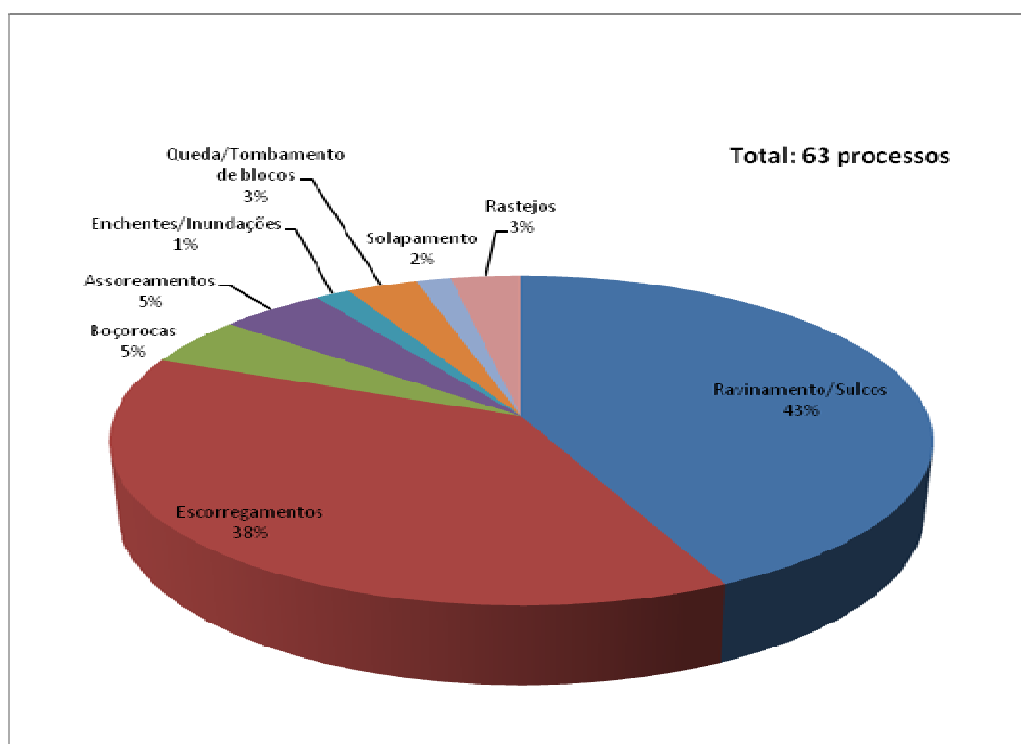


Gráfico 1 – Porcentagem de ocorrência dos processos da dinâmica superficial na área de estudos.

Embora a erosão linear (ravinação e sulcos) tenha sido o principal processo deflagrado na área, o assoreamento, consequência principal de tais processos, teve poucas ocorrências no mapeamento (apenas 5% do total). Isto se deve ao fato de que o rio Atibainha, principal rede de drenagem da área de estudo, possuir alta capacidade de transporte de sedimentos, carreando grande parte do material em direção ao reservatório (nível de base local).

A Tabela 4 apresenta a quantidade de tipos de processos deflagrados relacionadas a cada Unidade Fisiográfica Homogênea. Sua distribuição pode ser visualizada no Gráfico 2

UNIDADE		PROCESSOS EROSIVOS								
		Sulco/Ravina	Boçoroca	Solapamento	Rastejo	Escorregamento	Queda de Blocos	Assoreamento	Enchente	TOTAL
I - VÁRZEAS E FUNDOS DE VALE		1	-	1	-	-	-	3	1	6
II - DOMÍNIO DOS GRANITOS	A	-	-	-	-	2	-	-	-	2
	B	5	-	-	1	5	1	-	-	12
III - DOMÍNIO DOS XISTOS	A	4	-	-	-	2	-	-	-	6
	B	4	1	-	1	9	-	-	-	15
IV - DOMÍNIO DOS XISTOS MIGMATIZADOS		3	1	-	-	3	-	-	-	7
V- DOMÍNIO DOS FILITOS		5	1	-	-	1	-	-	-	7
VI - DOMÍNIO DOS GNAISSES	A	3	-	-	-	1	-	-	-	4
	B	2	-	-	-	1	1	-	-	4
TOTAL		27	3	1	2	24	2	3	1	63

Tabela 4 – Relação dos processos erosivos mapeados em cada Unidade Fisiográfica Homogênea.

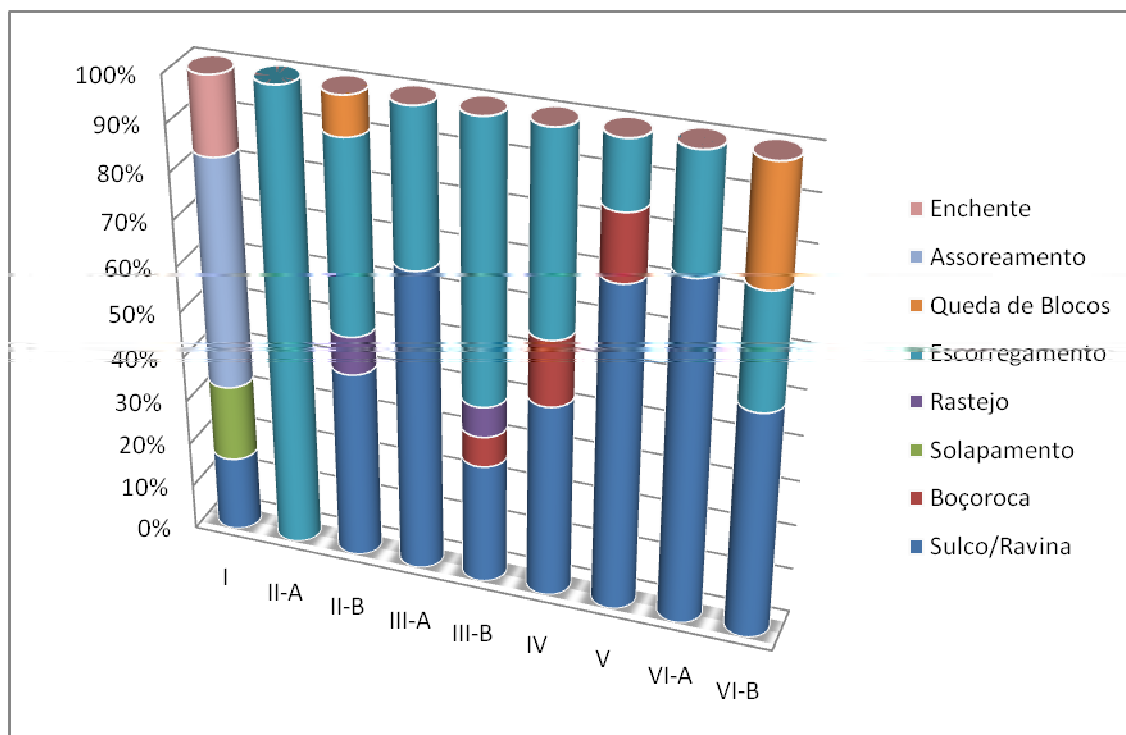


Gráfico 2 – Distribuição dos processos da dinâmica superficial em cada Unidade Fisiográfica Homogênea.

Nota-se, através da análise da Tabela 4 e do Gráfico 2 que a maior incidência de processos encontrados foi de erosão linear (sulcos/ravinas), na maioria das unidades compartmentadas.

Os escorregamentos são processos bastante freqüentes, principalmente nas unidades II-A, II-B, III-B e IV, enquanto os processos de enchente, solapamento e inundação concentram-se na unidade I.

A Sub-Unidade III-B e a Unidade I foram as que mais apresentaram processos da dinâmica superficial. Na primeira predominaram os processos de escorregamento, enquanto que na segunda predominaram os processos erosivos fluviais.

Verifica-se, também, que nas sub-Unidades III-A e VI-A concentraram os mesmos tipos de processos (sulcos e escorregamentos). Tal fato pode estar relacionado com o tipo de solo predominante nestas unidades e com valores de declividade.

A declividade é um parâmetro fundamental no diagnóstico da suscetibilidade, principalmente referente aos movimentos de massa (escorregamentos, queda de blocos e rastejos), que tendem a ocorrer em regiões de alta declividade

A Tabela 5 e o Gráfico 3 apresentam a relação e a distribuição dos processos nas diferentes classes de declividade consideradas no estudo.

PROCESSOS EROSIVOS	CLASSES DE DECLIVIDADE				
	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	>40%
Sulco/Ravina	4	8	10	3	2
Boçoroca	-	2	-	-	1
Solapamento	1	-	-	-	-
Rastejo	-	-	2	-	-
Escorregamento	3	1	5	6	9
Queda de Blocos	-	-	-	1	1
Assoreamento	3	-	-	-	-
Enchente	1	-	-	-	-
TOTAL	12	11	17	10	13

Tabela 5 – Relação dos processos mapeados em cada classe de declividade.

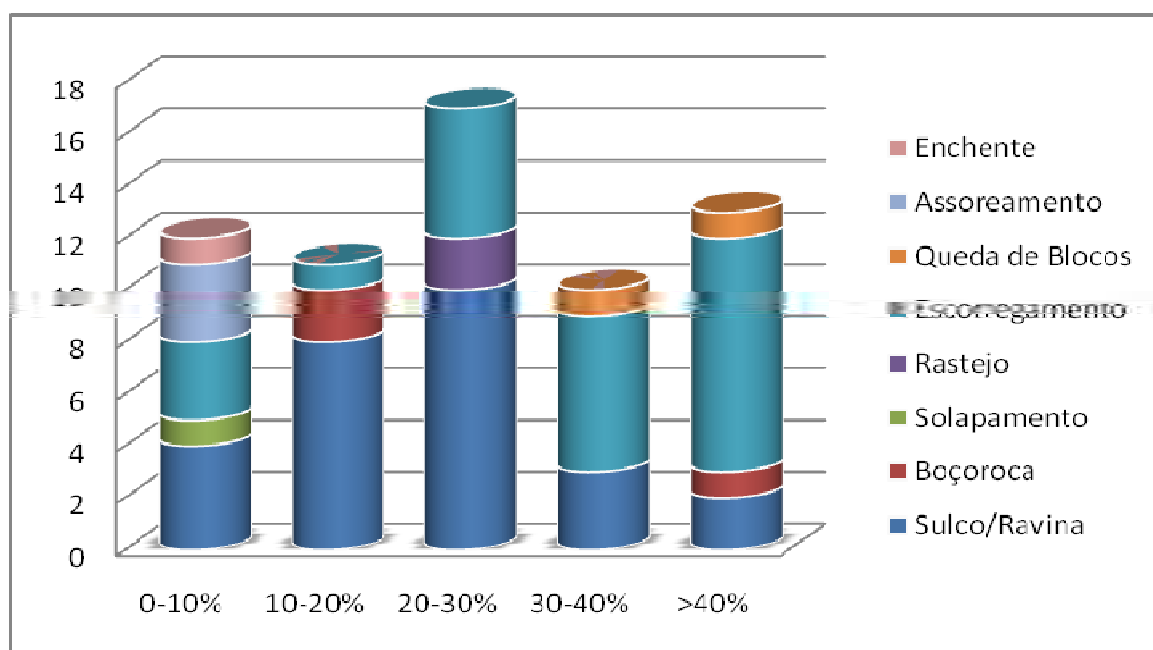


Gráfico 3 – Distribuição dos processos erosivos mapeados nas classes de declividade

No intervalo 0-10% foram mapeados 12 (doze) processos que representaram 19,5% do total. Este intervalo refere-se a regiões de relevo suave, onde ocorrem as planícies fluviais e topos de colinas. Nas planícies fluviais predominam solos aluvionares, onde ocorrem solapamento e assoreamento. Nos topos das colinas os solos são mais espessos e homogêneos, geralmente residuais, onde se formam os processos erosivos nas cabeceiras de drenagem de 1ª ordem.

No intervalo 10-20% foram identificados 11 (onze) processos relativos a 17,5% do total. Este intervalo é caracterizado pelas vertentes de colinas suaves, onde se desenvolve

solos residuais ou coluvionares mais espessos e onde também se formam, essencialmente, os processos erosivos lineares nas cabeceiras de drenagem de 1ª ordem.

Na classe de declividade 20-30% foi onde ocorreu o maior número de processos, representando 27% da totalidade de ocorrências. Verifica-se que há uma maior probabilidade de ocorrência de processos erosivos lineares mais intensos.

Entre 30-40% foi observada a menor quantidade de processos, com 16% do montante de ocorrências. Este intervalo representa áreas de vertentes íngremes com perfil de solo pouco espesso, onde há um predomínio de processos de movimentos gravitacionais de massa, principalmente queda de blocos e escorregamentos.

Acima de 40% foram verificados 13 processos que contribuíram com 20% do total. Nestas declividades, ocorrem solos pouco desenvolvidos, de origem coluvionar e, por vezes, intercalados com depósitos de tálus, nas quais os processos predominantes foram os de movimentos gravitacionais de massa.

Da relação da declividade com os processos deflagrados, percebe-se que os processos erosivos lineares concentram-se nas regiões de menor declividade, enquanto que os movimentos de massa concentram-se nas áreas de maiores declividades. Este fato pode ser comprovado na classe entre 30-40%, que apesar de ter sido a classe com menor incidência de processos deflagrados, foi a que concentrou a maior parte dos movimentos de massa.

5.4. Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial

Zuquette (1998) realizou um amplo estudo envolvendo a classificação das metodologias de elaboração de mapas e/ou cartas geotécnicas, no qual se observa que estes produtos podem ser classificados quanto a diferentes aspectos: conteúdo (mapas fundamentais, cartas derivadas, cartas interpretativas), finalidade (carta de uso geral, carta de uso específico), escala, entre outros. Verifica-se que a cartografia expressa em termos de fragilidades e/ou potencialidades utiliza-se de procedimentos que abordam os elementos componentes do terreno de forma integrada, apresentando as interpretações das informações contidas no mapa.

A suscetibilidade à ocorrência de processos da dinâmica superficial na área de estudo foi fundamentada no Mapa de Unidades Fisiográficas Homogêneas, elaborado a partir da metodologia proposta por Vedovello (2000), que consiste na elaboração de zoneamentos geotécnicos vinculados à interpretação visual de imagens de satélite.

Estas unidades refletem comportamentos geotécnicos homogêneos e, através da integração das informações obtidas na imagem foi possível realizar inferências sobre as propriedades geotécnicas das Unidades Fisiográficas Homogêneas.

As propriedades de interesse geotécnico inferidas por meio dos critérios fotointerpretativos e embasadas por trabalhos de campo são: permeabilidade, profundidade e textura dos materiais inconsolidados e alterabilidade.

5.4.1. Permeabilidade

Oliveira *et al.* (2007) classificam a permeabilidade, que está relacionada com a maior ou menor facilidade de percolação de um fluido através de um meio poroso, com relação aos diferentes tipos de terreno. Assim, tem-se que, para terrenos de planícies a permeabilidade é classificada como inversamente proporcional à densidade de drenagem, devido ao fato de que as águas tendem a percolar por entre os espaços existentes entre as partículas de areia, silte ou argila.

Já em áreas cristalinas inseridas em planaltos a permeabilidade é classificada como diretamente proporcional à densidade de drenagem, visto que em meios rochosos as águas tendem a percolar pelas fraturas.

5.4.2. Profundidade e textura dos materiais inconsolidados

A profundidade dos solos foi inferida com base na forma e extensão dos topos e na declividade. Além disso, as informações foram comparadas com a descrição dos perfis de alteração descritos no item 5.2.

Nas áreas de planícies fluviais não há classificação com relação aos elementos de topo e foram considerados como possuidoras de solos de profundidade média de acordo com as observações de campo.

As unidades relacionadas aos depósitos de colúvio/tálus, que não apresentam classificação para topos foram consideradas como possuidoras de solos rasos a pouco rasos. A análise conjunta dos fatores de forma e extensão de topos e declividade resultou na classificação de quatro profundidades diferentes: Raso (<0,5 m), Pouco raso (0,5 a 1 m), Médio (1 a 2 m) e Profundo (>2 m).

A textura do material inconsolidado foi inferida pelo exame das formas de encosta e comparada com as observações de campo.

5.4.3. Alterabilidade

Esta inferência está relacionada à capacidade dos materiais sofrerem intemperismo químico, podendo ser identificada através da interpretação das formas das encostas, segundo a metodologia de Soares & Fiori (1976). Foram estabelecidas quatro classes: alterabilidade muito alta (perfil convexo), alterabilidade alta (perfil côncavo-convexo), alterabilidade média (perfil côncavo) e alterabilidade baixa (perfil retilíneo).

A Tabela 6 apresenta o resultado das inferências das propriedades geotécnicas para cada unidade de análise. Estes dados representam informações fundamentais na elaboração da carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial.

Unidade		Declividade Predominante	Permeabilidade	Profundidade dos Solos	Textura do Solo	Alterabilidade
I - VÁRZEAS E FUNDOS DE VALE		0-15%	BAIXA	MÉDIA	ARENOSA	MÉDIA
II - DOMÍNIO DOS GRANITOS	A	20-30%	BAIXA	MÉDIA	ARENO-ARGILOSA	MUITO ALTA
	B	30-40%	MÉDIA	POUCO RASO	SILTO-ARGILOSA	MUITO ALTA
III - DOMÍNIO DOS XISTOS	A	10-20%	MÉDIA	PROFUNDO	ARGILOSA	ALTA
	B	30-40%	MÉDIA	POUCO RASO	ARGILOSA	MUITO ALTA
IV - DOMÍNIO DOS XISTOS MIGMATIZADOS		20-30%	ALTA	PROFUNDO	ARENO-ARGILOSA	ALTA
V- DOMÍNIO DOS FILITOS		20-30%	ALTA	PROFUNDO	ARENO-ARGILOSA	ALTA
VI - DOMÍNIO DOS GNAISSES	A	20-30%	MÉDIA	MÉDIA	ARENO-ARGILOSA	MUITO ALTA
	B	30-40%	ALTA	POUCO RASO	ARENO-ARGILOSA	BAIXA

Tabela 6 – Tabela de classificação das Unidades Fisiográficas Homogêneas quanto às propriedades geotécnicas inferidas.

Por meio da interpretação de todos os dados coletados e, aliados às inferências apresentadas anteriormente, foi elaborada a Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial, na escala 1:50.000 (Apêndice 3).

Foram definidas quatro classes de suscetibilidade: baixa, média, alta e muito alta, para os principais processos recorrentes em cada unidade de análise, conforme apresenta a Tabela 7.

Unidade		Declividade Predominante	PROCESSOS MAPEADOS		SUSCETIBILIDADE
			Nº	TIPO	
I - VÁRZEAS E FUNDOS DE VALE		0-15%	1	SULCO/RAVINA	MÉDIA
			1	SOLAPAMENTO	MUITO ALTA
			1	ENCHENTE	MUITO ALTA
			3	ASSOREAMENTO	MUITO ALTA
II - DOMÍNIO DOS GRANITOS	A	20-30%	-	SULCO/RAVINA	ALTA
			2	ESCORREGAMENTO	ALTA
			-	QUEDA	ALTA
	B	30-40%	5	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
			5	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
			1	QUEDA	MUITO ALTA
			1	RASTEJO	ALTA
			-	RASTEJO	ALTA
III - DOMÍNIO DOS XISTOS	A	10-20%	4	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
			2	ESCORREGAMENTO	ALTA
			-	RASTEJO	BAIXA
			-	BOÇOROCA	ALTA
	B	30-40%	4	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
			9	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
			1	BOÇOROCA	ALTA
			1	RASTEJO	ALTA
			-	QUEDA	MÉDIA
			-	RASTEJO	ALTA
IV - DOMÍNIO DOS XISTOS MIGMATIZADOS		20-30%	3	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
			3	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
			1	BOÇOROCA	MUITO ALTA
			-	RASTEJO	MÉDIA
V- DOMÍNIO DOS FILITOS		20-30%	5	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
			1	ESCORREGAMENTO	MÉDIA
			1	BOÇOROCA	ALTA
			-	RASTEJO	MÉDIA
VI - DOMÍNIO DOS GNAISSES	A	20-30%	1	SULCO/RAVINA	ALTA
			1	ESCORREGAMENTO	ALTA
			-	QUEDA	MÉDIA
			-	RASTEJO	MÉDIA
	B	30-40%	2	SULCO/RAVINA	ALTA
			1	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
			1	QUEDA	MUITO ALTA
			-	RASTEJO	ALTA

Tabela 7 – Suscetibilidade aos principais processos da dinâmica superficial.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que a metodologia elaborada por Vedovello (2000) e empregada neste estudo, consiste em uma técnica adequada para obtenção de um zoneamento geotécnico (a partir de sensoriamento remoto) que apresente subsídios para decisões futuras acerca de planejamentos regionais.

Outro fator relevante para a aplicação e obtenção de bons resultados com a metodologia empregada é a utilização de bases cartográficas e mapas temáticos com escalas semelhantes. Isso permite uma melhor integração e maior confiabilidade dos dados cartográficos.

As inferências geotécnicas realizadas mostraram-se, na maior parte da área de estudo, coerentes em relação aos dados observados e registrados em campo, apesar da dificuldade enfrentada no processo de levantamento de dados, que se deve, principalmente, aos problemas relacionados com a intervenção antrópica nessas áreas.

O “formato” apresentado em unidades diretamente relacionadas com as feições da paisagem e, as informações geotécnicas registradas e apresentadas de uma forma simples e objetiva favorecem a utilização da Carta Geotécnica de Suscetibilidade aos Processos da Dinâmica Superficial por usuários de diversas áreas do conhecimento. Permite ainda a utilização desses zoneamentos em estudo integrados com informações sócio-econômicas, de manutenção da vida útil dos reservatórios de abastecimento da região, de uso e ocupação, entre outros.

O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permitiu a integração dos diferentes dados com posicionamento geográfico conhecido de maneira rápida, através da combinação de diversos planos de informações e pela adoção de novas fontes de informações atualmente disponíveis, como por exemplo, as imagens de satélite.

Assim, a continuidade das pesquisas nesse sentido vai permitir a aplicabilidade da metodologia visando maior rapidez e eficácia na obtenção destes mapeamentos e um aumento na confiabilidade das informações através da utilização de imagens de satélite.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto de Geografia e Geologia**, São Paulo, v. 41, p. 167-263, 1964.
- ALMEIDA, F.F.M.; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. **Precambrian evolution of the South American Cratonic margin south of Amazon River**. In: **The Ocean Basins and Margins**. NARIM, E.M.; & STHELI, F.G.(eds). New York, Plenum., v.1, cap. 11, p. 411-446.
- ALMEIDA, F.F.M. de; BRITO NEVES, B.B.; CARNEIRO, C.D.R. **The Origin and evolution os South American Platforom**. **Earth Science Reviews**, Amsterdam, v. 50, n. 1-2, p. 77-111, 2000.
- ARTUR, A.C. **Evolução Policíclica da Infraestrutura da porção Sul do Estado de Minas Gerais e Regiões Adjacentes do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- ARTUR, A.C. **Rochas Metamórficas dos arredores de Itapira**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.
- AUGUSTO FILHO, O. **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica**. In: **Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**, 1, Rio de Janeiro, Anais... v.2, p.721-733, 1992.
- BERTONI, J.E. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1990. 392p.
- BRASIL. Ministério das Cidades/ Instituo de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. In: CARVALHO, C.S., MACEDO, E.S. de, OGURA, A.T. (org). Brasília, DF.2007. 176p.
- BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; DANTAS, A.S.L. *et al.* **Mapa Geológico do Estado de São Paulo São Paulo: IPT**, 1981. 1 mapa. Escala 1:500.000.
- CAMPOS NETO, M. C.; BASEI, M. A. S.; ARTUR, A.C.; MACHADO, R.; DIAS NETO, C. M.; FRAGOSO CÉSAR, R.; SOUZA, A. P. **Geologia das Folhas Piracaia e Igaratá**. In: **Jornada sobre a Carta Geológica do Estado de São Paulo em 1: 50 000**, 1. *Atas*. São Paulo: SICT, Pró-Minério - IPT, 1983. p. 61 - 78.
- CERRI, L.E.S. **Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos: Uma proposta para Prevenção de Acidentes**. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, São Paulo, 1993, 197p.

- CERRI, L.E.S., AMARAL, C.P. **Riscos Geológicos**. In: OLIVEIRA, M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds). **Geologia de Engenharia**. ABGE, 1998. São Paulo: 301-310.
- COUTINHO, J.M.V.; RODRIGUES, E.P.; SUEMITSU, A., JULIANI, C.; PEDROSA, P.T.Y. **Geologia e Petrologia da seqüência vulcano-sedimentar do Grupo São Roque na Serra de Itaberaba – SP**. In: Congresso Brasileiro de Geologia. Anais...v.2, SBG. 1982. p. 624-640.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas**. 2. ed. São Paulo: DAEE/IPT, 1990. 92 p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – Serviço de Produção de Informação – SPI – Brasília, DF, 1999 –412 p.
- FERNANDES, F.M. **Carta de Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial do trecho km 215 ao 249 da Rodovia Marechal Rondon – SP 300**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, São Paulo, 2008. 200p.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3 ed. São Paulo, 1991. Atlas, 159p.
- GUDICINI, C., NIEBLE, C.M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. 2 ed. São Paulo. 1984. Edgard Blücher, 194 p.
- HASUI, Y. **Tectônica da área das folhas de São Roque e Pilar do Sul**. Tese (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.
- JANASI, V.A. **Geologia e Petrologia do Maciço Monzonítico de Piracaia – SP**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1986 263p.
- JESUS, A.P. **Caracterização Geológica, Geomorfológica e Geotécnica de um corpo de Dunas na cidade de Natal**. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Rio Grande do Norte, 2002. 121p.
- NEVES, M.A. **Análise Integrada Aplicada à Exploração na Bacia do Rio Jundiá (SP)**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, São Paulo, 2005. 200p.
- OLIVEIRA, M.A.F. de; MORALES, N.; FÚLFARO, V.J.; CAMPOS, E.G. **Projeto Atibaia**. Rio Claro: UNESP; Pró-Minério, 1985. v.1, 117 p. (Relatório Final).
- OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERADO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**, escala 1:500.000. Campinas: IA, 1999.

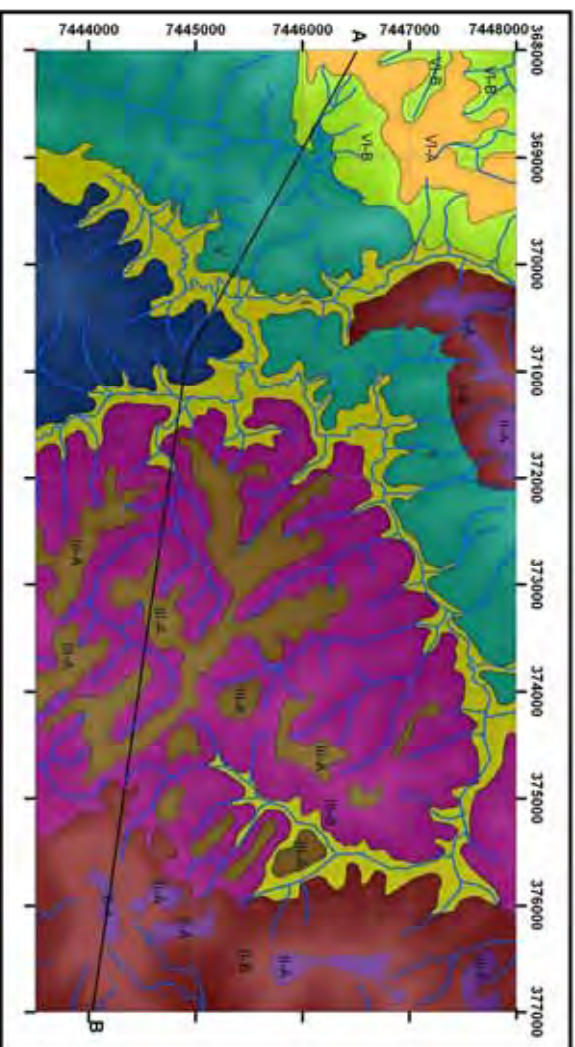
- OLIVEIRA, T.A.; RIEDEL, P.S.; VEDOVELLO, R.; SOUZA, C.R.G.; BROLLO, M.J. **Utilização de técnicas de fotointerpretação na compartimentação fisiográfica do município de Cananéia, SP – apoio ao planejamento territorial e Urbano**
- PEREIRA, V.R. **Identificação de áreas com potencial para produção de sedimentos a montante dos reservatórios do sistema de abastecimento Cantareira: os reservatórios de Cachoeira e Atibainha**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2007. 117 p.
- PCJ. COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. **Relatório Final - Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – 2002/2003**. 2004. Volume I CD ROM.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. *et al.* **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo: IPT, 1981. v. 1, 94 p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACAIA. **Plano Plurianual 2005 – 2008**. Piracaia, São Paulo, 2005.
- RIDENTE JR. J.L. **Prevenção e controle da erosão urbana: bacia do Córrego do Limoeiro e bacia do Córrego do Cedro, municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH-USP; IPT; IPT, 1997. v.1, 64p. (Relatório).
- SACHS, L.L.B. 1999. **Programa de Levantamentos geológicos Básicos do Brasil: integração geológica da folha São Paulo (escala 1:250.000)**, Estado de São Paulo. São Paulo, CPRM:1999, 36 p., il., 1 mapa.
- SOARES, P.C. & FIORI, A.P. **Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia**. *Notícias geomorfológicas*, 16 (32): 71-104, 1976.
- VEDOVELLO, R. & MATTOS, J.T. **A utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a definição de Unidades Geotécnicas. Uma abordagem a partir do sensoriamento remoto**. Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 3, Anais... (CD-ROM), 1998.
- VEDOVELLO, R. **Zoneamento Geotécnico, por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico - aplicação em expansão urbana**. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

VEDOVELLO, R. **Zoneamentos Geotécnicos Aplicados à Gestão Ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação - UBCs**. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

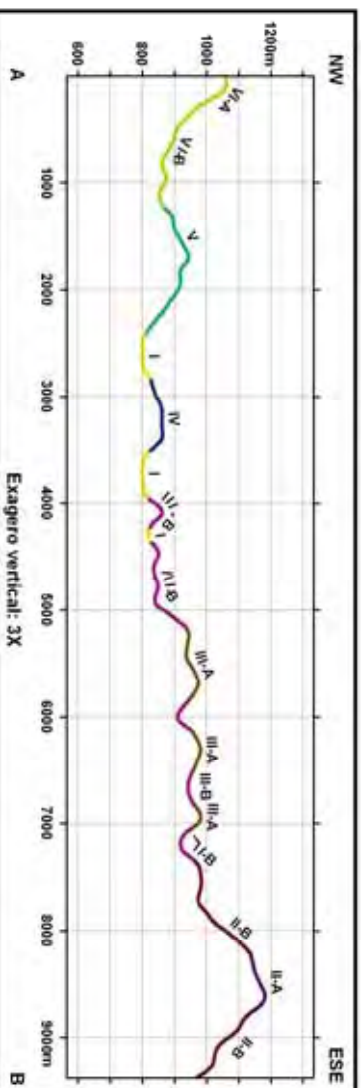
WERNICK, E.; OLIVEIRA, M.A.F. de; KAWASHITA, K.; CORDANI, U.G.; DELHAL, J. **Estudo Geocronológico pelo método Rb/Sr em rochas do Bloco Jundiaí e regiões adjacentes**. *Revista Brasileira de Geociências*. São Paulo, 1976, v. 6 (2): 125-136.

WERNICK, E. 1978. **Contribuição à geologia do maciço de Guaxupé, SP e MG**. *Anais da Academia Brasileira de Geociências*. Rio de Janeiro, v. 50: 338-352.

ZUQUETTE, L.V. & NAKAZAWA, V.A. **Cartas de Geologia de Engenharia**. In: Oliveira, A.M.S. & Brito, S.N.A. (coords). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, p.283-300, Cap. 17, 1998. 587p.

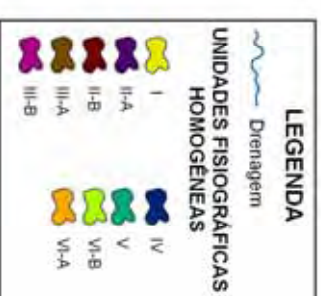
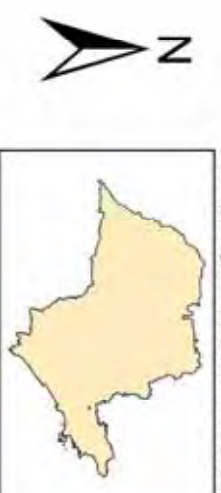


PERFIL REPRESENTATIVO DAS UNIDADES



UNIDADE		DECLIVIDADE	FORMA DE ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	EXTENSÃO DOS TOPOS	DENSIDADE DRENAGEM	FORMA DOS VALES	SOLOS	ROCHA	PROCESSOS EROSIVOS
I - BARRIAS E PICO DE PAULISTA	I-B	10-15%	COCHINHA	GRANDEZAS	EXTENSAS	ALTA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
	I-A	20-30%	CONVERTE	AVOLUTOSAS	MEIOVALE	BAIXA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
II - DRENAGEM DAS BARRIAS	II-B	30-40%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
	II-A	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	BAIXA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
III - DRENAGEM DAS BARRIAS	III-B	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
	III-A	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
IV - DRENAGEM DAS BARRIAS	IV-B	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
	IV-A	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
V - DRENAGEM DAS BARRIAS	V-B	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
	V-A	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
VI - DRENAGEM DAS BARRIAS	VI-B	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS
	VI-A	40-50%	CONVERTE	AMENÇADAS	EXTENSAS	MEIOVA	MEIOVALE	ARGILOSO, SUBSOLADO	ARENOSA	ACUMULADOS EROSIVOS

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA NO ESTADO

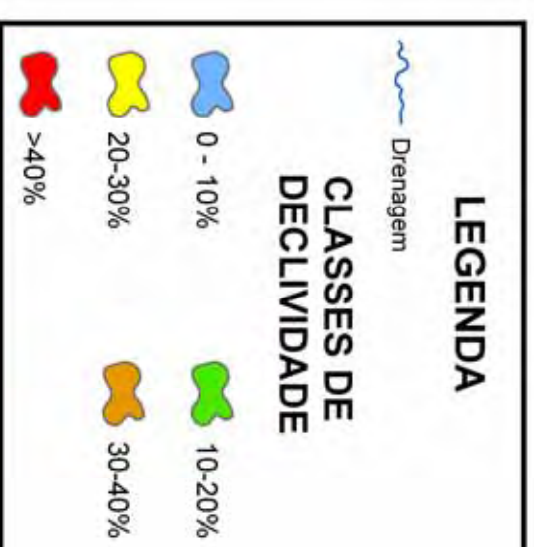
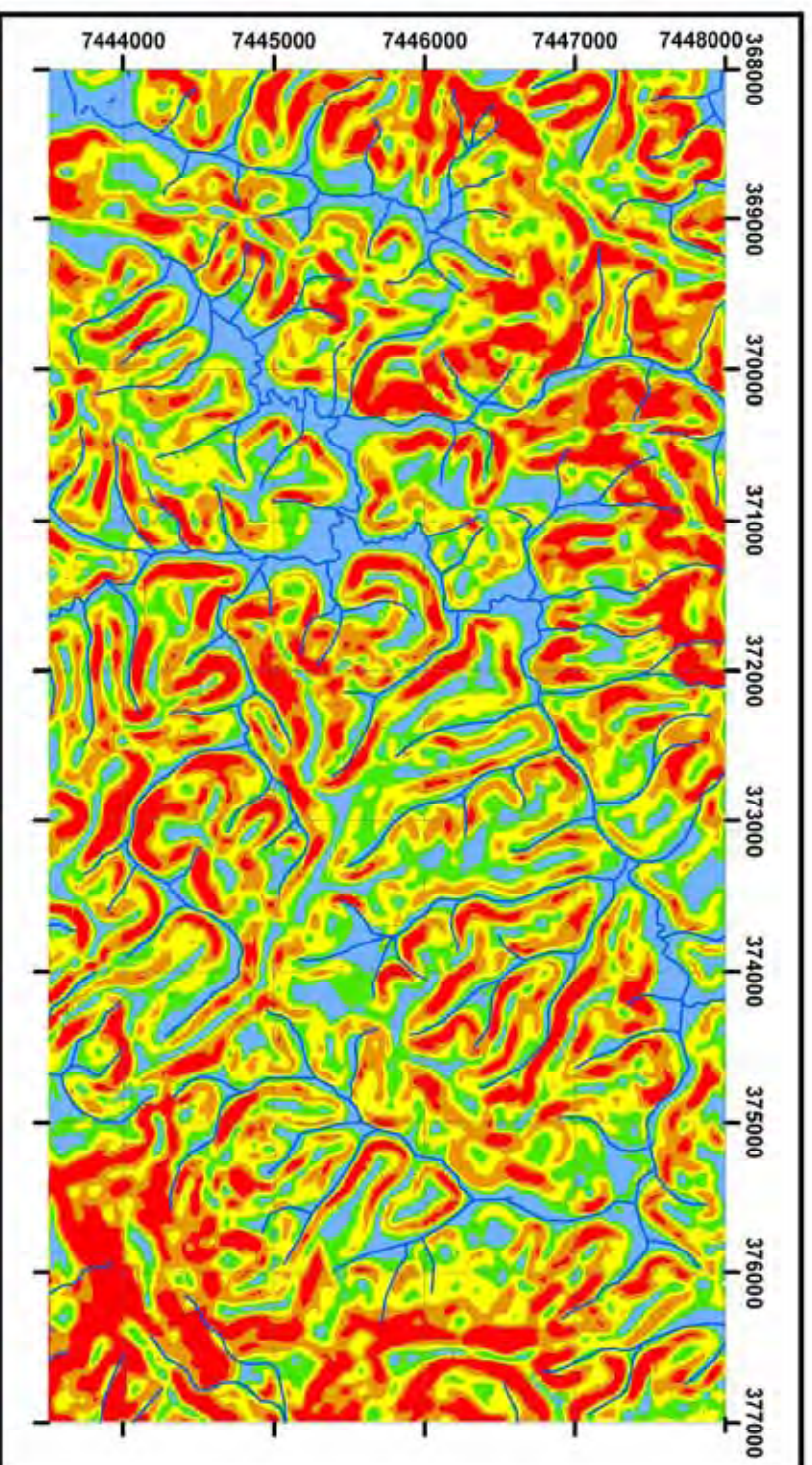


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

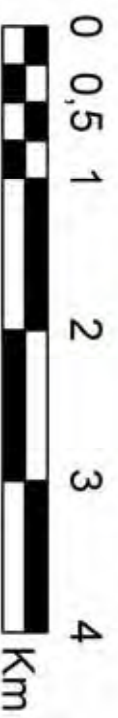
APÊNDICE 1 - MAPA DE UNIDADES FISIOMORFICAS HOMOGÊNEAS

AUTOR: JOSÉ GUILHERME X. PEREIRA VALLE

RIO CLARO - 2009



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA NO ESTADO

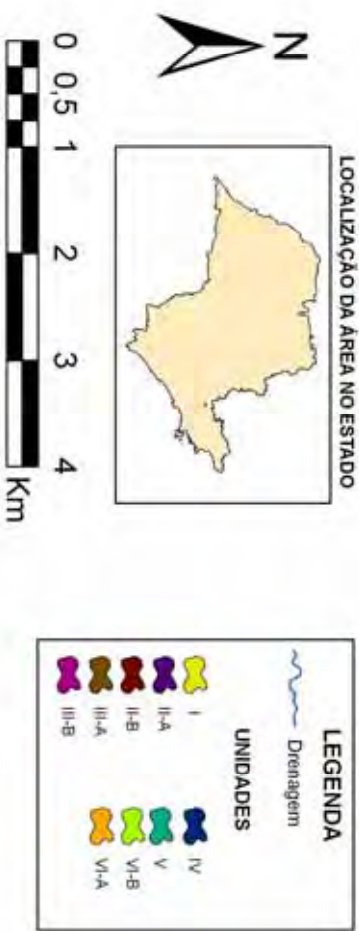
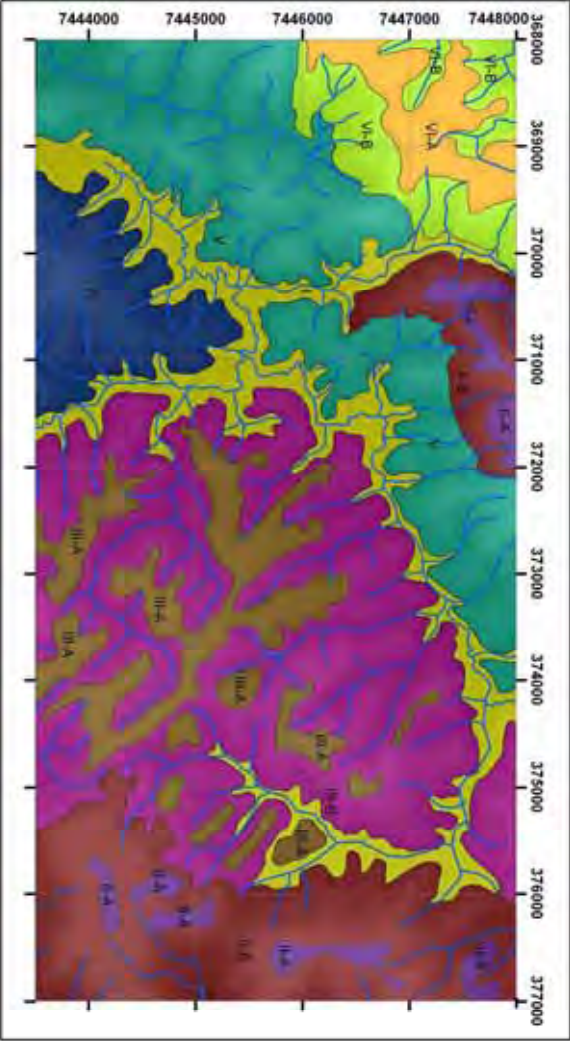


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

APÊNDICE 2 - MAPA DE DECLIVIDADE

AUTOR: JOSÉ GUILHERME X. PEREIRA VALLE

RIO CLARO - 2009



Unidade	PROCESSOS DA DINÂMICA	GRAU DE SUSCETIBILIDADE
I - VÁRZEAS E FUNDOS DE VALE	SUPERFICIAL	MÉDIA
	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
	SOLAPAMENTO	MUITO ALTA
	ENCHENTE	MUITO ALTA
	ASSOREAMENTO	MUITO ALTA
II - DOMÍNIO DOS GRANITOS	SULCO/RAVINA	ALTA
	ESCORREGAMENTO	ALTA
	QUEDA	ALTA
	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
III - DOMÍNIO DOS XISTOS	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
	QUEDA	MUITO ALTA
	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
IV - DOMÍNIO DOS XISTOS MIGMATIZADOS	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
	BOÇOROCA	ALTA
	RASTEIO	MÉDIA
	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
V - DOMÍNIO DOS FILITOS	SULCO/RAVINA	MUITO ALTA
	ESCORREGAMENTO	MUITO ALTA
	BOÇOROCA	MUITO ALTA
	RASTEIO	MÉDIA
	SULCO/RAVINA	ALTA
VI - DOMÍNIO DOS GNAISSES	SULCO/RAVINA	ALTA
	ESCORREGAMENTO	ALTA
	QUEDA	MÉDIA
	RASTEIO	MUITO ALTA
	SULCO/RAVINA	ALTA

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

APÊNDICE 3 - MAPA DE SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL

AUTOR: JOSÉ GUILHERME X. PEREIRA VALLE

RIO CLARO - 2009