

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA REGIÃO COMPREENDIDA PELAS
FOLHAS TOPOGRÁFICAS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS E JACAREÍ- SP

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Rio Claro - SP

2013

624.151 Corrêa, Claudia Vanessa dos Santos
C824z Zoneamento geoambiental da região compreendida pelas
folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí– SP/
Claudia Vanessa dos Santos Corrêa. - Rio
Claro, 2013
171 f. : il., figs., tabs., quadros, fots., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

1. Geologia de engenharia. 2. Planejamento territorial. 3.
Sensoriamento remoto. 4. Geoprocessamento. 5.
Compartimentação fisiográfica. I. Título.

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA REGIÃO COMPREENDIDA PELAS
FOLHAS TOPOGRÁFICAS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS E JACAREÍ- SP

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Prof. Dr. Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto

Prof. Dr. Gerson Araújo de Medeiros

RESULTADO: APROVADA

Rio Claro, SP, 02 de dezembro de 2013.

*À José Feliciano [em memória], José Lourival [em memória] e Dona Antônia [em memória],
que mostraram a sua família que a felicidade está em qualquer lugar, basta ter simplicidade.*

AGRADECIMENTOS

É impossível viver sozinho, tampouco realizar qualquer trabalho dessa magnitude sem o apoio da família, dos amigos e das pessoas que nos cercam. Assim, gostaria de deixar registrado em algumas linhas o meu grande voto de agradecimento a todos que colaboraram para a realização dessa dissertação, direta ou indiretamente.

Primeiramente agradeço ao apoio financeiro da Capes, sem o qual seria impossível a realização deste trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente pela oportunidade concedida. Às secretárias da seção técnica da pós, aos professores e principalmente à querida Rosângela, que sempre com muita paciência tirou todas as minhas dúvidas e me deu apoio.

Agradeço a minha família por acreditar em mim e me apoiar em meus sonhos. A minha mãe, pessoa a qual admiro muito, por compreender o caminho pelo qual quero seguir. Ao meu pai, com sua simplicidade admirável, por todo o amor e carinho. A minha irmã Carine por sempre comemorar comigo todas as minhas realizações. Ao meu padrasto, meus outros irmãos, meus tios, primos e avó, muito obrigada.

Aos meus queridos amigos da pós-graduação: Vanessa, pela amizade, risadas e companhia; Fabiana, pela doçura e alegria; Sofia, pela compreensão, apoio e amor; Tatiana, pela pureza, sinceridade e amizade; Ana Maria Amaral, pelos sorrisos, confidências e geoprocessamentos; Camila Jardimetti, pela risada contagiante e apoio; Juliano Coelho, pelas risadas e aprendizados; Camila Destro pela parceria e amizade; Cris, pelas risadas e paciência; Hélio, pelos docinhos e pela alegria contagiante; Rodrigo Pisani, por toda a ajuda e paciência; Matheus, pelo auxílio nas dúvidas; Thaís Tinós, pelos sorrisos e apoio; Cristiane Moura, pela companhia e apoio; Flávio, pela simplicidade e apoio, e ainda Elisandra, Bruna Soldero, Ana Carolina Luchetti, Patrick, Syngra, Mari, Meyre, Fabiano Pupim, Juliana Galhardi, Fanny e Fer, pelos sorrisos, disciplinas e apoio.

Deixo também registrada a minha eterna admiração e gratidão ao Prof. Dr. Juércio Tavares de Mattos. Obrigada pela compreensão, paciência e por todo o apoio.

Agradeço especialmente aos professores José Eduardo Zaine, Paulina Setti Riedel, José Ricardo Sturaro, Antônio Roberto Saad, Maria Rita Chang e José Alexandre Perinotto pelo apoio nas disciplinas cursadas.

À Prof. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha, por me ajudar a seguir meu rumo, bem como a todo pessoal do LAGEO: Adriano, Letícia, Tissiana, Ana Cecília, Dani, Camila e os demais.

Agradeço especialmente:

À Prefeitura Municipal de São José dos Campos – Secretaria de Planejamento Urbano por todo o apoio oferecido e material disponibilizado (principalmente ao funcionário Hélio Lemes por toda cordialidade, atenção e disponibilidade);

Leonardo Prates, por toda a dedicação em me auxiliar;

Vanessa Bastos, pelo mapa geomorfológico;

Bernadete Borges, pela amizade e apoio;

Poliana Arantes, pelo ombro amigo e alegria;

Giovana Athayde, pela eterna amizade;

Érica de Almeida, pela preocupação e carinho;

Ticiane Bonin, pela pureza e presença constante;

Ana Maria Barbanti, por me recepcionar com um grande carinho;

Prof. Dr. Dimas Dias Brito, pelo apoio e pelos valiosos conselhos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fábio Reis, por todo o apoio, paciência e auxílio. Agradeço imensamente por toda a disponibilidade em conversar, tirar dúvidas, pela presença constante e compreensão. Admiro muito a sua dedicação!

Por fim, deixo registrada a minha eterna gratidão ao querido Hermes Dias Brito. Obrigada pelas conversas, apoio, auxílio nos mapas, pela paciência, pela compreensão, pelo carinho, amizade e amor. A pós-graduação o trouxe para minha vida e sou muito feliz por isso.

A todos de que alguma forma me auxiliaram, meu muito obrigado!

RESUMO

O Zoneamento Geoambiental é parte do processo de planejamento de uso da terra, com a definição de áreas territoriais homogêneas, segundo suas características naturais e avaliadas em função de suas potencialidades e limitações, com o propósito de determinar suas necessidades de manejo ou conservação e a sua tolerância às intervenções do homem. Assim, o objetivo desse trabalho é o de delimitar zonas geoambientais na escala 1:100.000 na região compreendida pelas folhas São José dos Campos e Jacareí (SP) a partir da compartimentação fisiográfica (pelo método integrado) e do uso e cobertura da terra, utilizando o método de sobreposição de cartas e da análise multicriterial. A escolha da região como área de estudo decorreu pelas suas peculiaridades geológicas e geomorfológicas, além de se configurar como um local que foi palco de grandes intervenções antrópicas, devido ao seu elevado crescimento econômico. Os procedimentos metodológicos foram a realização da Compartimentação Fisiográfica a partir de técnicas de fotointerpretação em imagens de sensoriamento remoto e o mapeamento de Uso e Cobertura da terra com técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento. Foram encontradas no total 19 unidades fisiográficas, distribuídas ao longo da Bacia Sedimentar de Taubaté e no Embasamento Cristalino. O principal tipo de uso ocorrente é a pastagem, que domina cerca de 59,70% da área. O mapa de Zoneamento Geoambiental foi obtido através do método de sobreposição ponderada (análise multi-critério) a partir dos resultados produzidos pela Compartimentação Fisiográfica e Uso e Cobertura da terra, onde foram definidas sete zonas homogêneas segundo as potencialidades e suscetibilidades aos processos do meio físico e à ocupação antrópica, visando auxiliar no planejamento territorial e nas decisões de cunho ambiental.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Zoneamento Geoambiental, Compartimentação Fisiográfica, Planejamento Territorial.

ABSTRACT

The Zoning Geoenvironmental is part of the process of planning land use, with the definition of homogeneous territorial areas, according to its natural characteristics and evaluated in terms of their potential and limitations, in order to determine their needs for management or conservation and its tolerance to human interence. The objective of this research is to delineate geoenvironmental areas in scale 1:100.000 of the region comprised by São José dos Campos and Jacarei (SP) from the physiographic subdivision (by integrated method) and land use and cover mapping using the method of overlapping maps and multicriteria analysis. The choice of the region as an area of study period is due for its geological and geomorphological peculiarities, besides being set up as a place which was the scene of major human interventions, due to its high economic growth. The methodological procedures were the realization of Physiographic Subdivision from photointerpretation techniques in remote sensing imagery and mapping of land use and cover with remote sensing and geoprocessing. 19 physiographic units distributed along the Sedimentary Basin of Taubaté and Basement Complex were found in total. The main type of use is occurring grassland that dominates approximately 59.70 % of the area. Geoenvironmental Zoning was obtained by the method of weighted overlap (multi - criteria analysis) from the results produced by Physiographic Subdivision and land use and cover , where seven homogenous zones were defined according to the potential and susceptibilities to the processes of the physical environment and human occupation, aiming to assist in territorial planning and decisions of an environmental nature .

Keywords: Geoprocessing, Remote Sensing, Geoenvironmental Zoning, Physiographic Subdivision, Territorial Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Geossistemas	25
Figura 2 –Representação simplificada das fases para elaboração do Zoneamento Ambiental	28
Figura 3 - Fluxograma com as etapas da pesquisa	40
Figura 4 - Etapas da realização da compartimentação fisiográfica	54
Figura 5 - Localização da área de estudo	58
Figura 6 - Média mensal das temperaturas na região de São José dos Campos (SP)	60
Figura 7 - Média mensal dos índices pluviométricos da região de São José dos Campos (SP)	61
Figura 8 - Formas de relevo da área de estudo segundo Florenzano e Csordas (1993)	70
Figura 9 - Unidades de conservação presentes na área de estudo.....	73
Figura 10 – Zoneamento Ambiental para a mineração de areia	75
Figura 11 - Banda 3 do Landsat-TM 5 (21/04/2011)	77
Figura 12 – Banda 4 do Landsat-TM 5 (21/04/2011)	78
Figura 13 - Banda 5 do Landsat-TM 5 (21/04/2011)	78
Figura 14 - Banda 4 do Landsat-TM 5 (09/08/1987)	79
Figura 15 - Banda 8 do Landsat- ETM+7 (03/09/1999)	79
Figura 16 - Banda 8 do Landsat- ETM+7 (03/09/1999) com filtro de realce linear TM	80
Figura 17 - Banda 4 do Landsat – TM 5(09/08/1987) com filtro de realce linear TM	80
Figura 18 - Composição colorida 3B4G5R do Landsat – TM 5 (21/04/2011) após aplicação de contraste linear	81
Figura 19 - Segmentação da composição colorida 3B4G5R do Landsat – TM 5 (21/04/2011)	82

Figura 20 – Distribuição das classes de uso da terra.....	84
Figura 21 - Mapa de declividade das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)	87
Figura 22 - Mapa hipsométrico das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)	89
Figura 23 – Mapa da hidrografia das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)	90
Figura 24 - Mapa geológico das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)	91
Figura 25 - Caracterização da Unidade fisiográfica 1	95
Figura 26 - Caracterização da Unidade fisiográfica 2	97
Figura 27 - Caracterização da Unidade fisiográfica 3	99
Figura 28 – Caracterização da Unidade fisiográfica 4	101
Figura 29 - Caracterização da Unidade fisiográfica 5	103
Figura 30 - Caracterização da Unidade fisiográfica 6	105
Figura 31 - Caracterização da Unidade fisiográfica 7	107
Figura 32 - Caracterização da Unidade fisiográfica 8	109
Figura 33 - Caracterização da Unidade fisiográfica 9	111
Figura 34 - Caracterização da Unidade fisiográfica 10	113
Figura 35 - Caracterização da Unidade fisiográfica 11	115
Figura 36 - Caracterização da Unidade fisiográfica 12	117
Figura 37 - Caracterização da Unidade fisiográfica 13	120
Figura 38 - Caracterização da Unidade fisiográfica 14	122
Figura 39 - Caracterização da Unidade fisiográfica 15	124

Figura 40 - Caracterização da Unidade fisiográfica 16	126
Figura 41 - Caracterização da Unidade fisiográfica 17	128
Figura 42 - Caracterização da Unidade fisiográfica 18	130
Figura 43 - Caracterização da Unidade fisiográfica 19	132

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Mapa de uso e cobertura da terra das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)	165
Apêndice 2 - Mapa de compartimentação fisiográfica das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)	166
Apêndice 3 - Mapa de zonas geoambientais das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)	167
Apêndice 4 - Pontos de campo com os usos da terra e os principais processos geológicos	168

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis taxonômicos da compartimentação fisiográfica	33
Quadro 2 - Características das propriedades texturais de imagens	35
Quadro 3 - Características das imagens de sensoriamento remoto orbital Landsat 5 e 7 utilizadas na pesquisa	44
Quadro 4 – Quadro de análise e interpretação de dados geológicos por sensoriamento remoto	52
Quadro 5 – Unidades Morfoestruturais, Morfoesculturais e formas de relevo da região de São José dos Campos (SP)	67
Quadro 6 – Classificação geomorfológica de Florenzano e Csordas (1993)	68
Quadro 7 - Classes de declividade de acordo com os intervalos estabelecidos	86
Quadro 8 - Pesos das unidades fisiográficas para a elaboração do mapa de zonas geoambientais	134
Quadro 9 - Pesos das classes de uso e ocupação da terra para a elaboração do mapa de susceptibilidade aos processos do meio físico.....	135

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental

DATUM – dado (latim)

ERTS – *Earth Resources Technology Satellite*

ETM+ - *Enhanced Thematic Mapper Plus*

GPS – *Global Positioning System*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

LANDSAT –*Land Remote Sensing Satellite*

MDE – Modelo Digital de Elevação

MSS – *Multispectral Scanner*

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*

OLI – *Operational Land Imager*

PDI – Processamento Digital de Imagens

PIB – Produto Interno Bruto

PIXEL –*Picture and element*

RBV – *Return Beam Vidicon*

SAD69 –*South American Datum 1969*

SAR - *Synthetic Aperture Radar*

SEMA – Secretaria Especial de Meio Ambiente

SIR- *Shuttle Imaging Radar*

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SP – Estado de São Paulo

SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*

TIN – *Triangular Irregular Network*

TIRS - *Thermal Infrared Sensor*

TM – *Thematic Mapper*

UC'S – Unidades de Conservação

ZA – Zoneamento Ambiental

ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico

ZH – Zonas Homólogas

UGA – Unidades Geoambientais

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

UTM – Universal Transversa de Mercator

WGS - *World Geodetic System*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	0
2. OBJETIVOS	23
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
3.1. Teoria dos Sistemas	24
3.2. Princípios do Zoneamento Ambiental	26
3.3. Zoneamento Geoambiental.....	29
3.3.1. Compartimentação Fisiográfica.....	32
3.3.2. O Sensoriamento Remoto na compartimentação fisiográfica	34
3.3.3. A Importância do Geoprocessamento no Zoneamento Geoambiental	36
4. MÉTODOS E ETAPAS DA PESQUISA	38
4.1.1. Etapa 1.0 - Definição da Pesquisa e Seleção da Área de Estudo.....	41
4.1.2. Etapas 2.0 e 3.0 - Caracterização da Área de Estudo e Revisão Bibliográfica	42
4.1.3. Etapa 4.0 - Levantamento e Aquisição dos Materiais Cartográficos e de Sensoriamento Remoto	43
4.1.4. Etapa 5.0 - Preparação e Edição no Banco de Dados Georreferenciados	45
4.1.5. Etapa 6.0 - Processamento Digital das Imagens de Sensoriamento Remoto (PDI)	46
4.1.6. Etapa 7.0 - Elaboração do Mapa de Uso e Ocupação da Terra	46
4.1.7. Etapa 8.0 - Geração de Produtos Auxiliares para a Compartimentação Fisiográfica e Zoneamento Geombiental	48
4.1.8. Etapa 9.0 - Elaboração do Mapa de Compartimentação Fisiográfica	50
4.1.8.1. Etapa 9.1 - Compartimentação fisiográfica	50
4.1.8.2. Etapa 9.2 - Caracterização Geológica-Geotécnica	54

4.1.9. Etapas 10.0 e 11.0 - Trabalho de Campo e Correção dos Dados de Sensoriamento Remoto e Mapeamentos Realizados.....	54
4.1.10. Etapa 12.0 e 13.0 - Mapa de Zonas Geoambientais e avaliação	55
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	57
5.1. Localização.....	57
5.2. Clima	59
5.3. Geologia Regional	61
5.3.1. Embasamento Cristalino.....	62
5.3.1.1. Unidade Rio Guaripu.....	62
5.3.1.2. Unidade Rio Paraitinga.....	62
5.3.2. Rochas Granitóides.....	63
5.3.3. Bacia Sedimentar de Taubaté	63
5.3.4. Condições Estruturais	65
5.4. Geomorfologia Regional	66
5.5. Recursos Hídricos.....	71
5.6. Uso e Cobertura da Terra.....	71
5.7. Recursos minerais.....	74
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
6.1. Processamento Digital das Imagens de Sensoriamento Remoto (PDI).....	77
6.3. Elaboração do Mapa de Uso e Ocupação da Terra.....	81
6.4. Geração de Produtos Auxiliares para a Compartimentação Fisiográfica e Zoneamento Geoambiental.....	85
6.4. Compartimentação Fisiográfica e geológica-geotécnica.....	92

6.4.1. Unidade Fisiográfica 1 – Micaxistos, quartzo micaxistos, quartzitos e quartzo xistos em relevo de morro.....	93
6.4.2. Unidade Fisiográfica 2 – Migmatitos em relevo de morros	96
6.4.3. Unidade Fisiográfica 3 – Migmatitos em relevo serrano	98
6.4.4. Unidade Fisiográfica 4 – Migmatitos em relevo de colinas	100
6.4.5. Unidade Fisiográfica 5 – Migmatititos em morrotes.....	102
6.4.6. Unidade Fisiográfica 6 – Rochas cataclásticas em morros	104
6.4.7. Unidade Fisiográfica 7 – Rochas cataclásticas em morrotes.....	106
6.4.8. Unidade Fisiográfica 8 – Rochas granitoides em morros.....	108
6.4.9. Unidade Fisiográfica 9 – Rochas granitoides em morrotes.....	110
6.4.10. Unidade Fisiográfica 10 – Sedimentos quaternários em relevo de morros	112
6.4.11. Unidade Fisiográfica 11 – Sedimentos quaternários em relevo serrano	114
6.4.12. Unidade Fisiográfica 12 – Sedimentos quaternários em relevo de colinas	116
6.4.13. Unidade Fisiográfica 13 – Sedimentos quaternários em planícies aluviais	118
6.4.14. Unidade Fisiográfica 14 – Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté em relevo de colinas	121
6.4.15. Unidade Fisiográfica 15 - Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté em relevo de morros	123
6.4.16. Unidade Fisiográfica 16 - Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté em relevo de morrotes	125
6.4.17. Unidade Fisiográfica 17 - Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos em terraços baixos	127
6.4.18. Unidade Fisiográfica 18 - Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos em planícies aluviais	129
6.4.19. Unidade Fisiográfica 19 - Granulitos e charnockitos em relevo de morros	131

6.5. Mapa de Zonas Geoambientais.....	133
6.5.1. Zona Geoambiental A.....	135
6.5.1.1. Subzona Geoambiental A1	135
6.5.1.2. Subzona Geoambiental A2	136
6.5.2. Zona Geoambiental B.....	136
6.6.3. Zona Geoambiental C.....	137
6.6.4. Zona Geoambiental D.....	138
6.6.5. Zona Geoambiental E.....	138
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	140
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142
APÊNDICES	164

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O aumento demográfico e a crescente demanda por recursos naturais vem causando a apropriação intensa de elementos do sistema ambiental, muitas vezes desprovida de planejamento adequado. Entretanto, como cada espaço geográfico possui peculiaridades, diferentes tomadas de decisão devem ser tomadas de acordo com o contexto local, conforme os apontamentos de Ross (2006):

“A fragilidade dos ambientes naturais diante das intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas, [...] por serem regidos por uma complexidade de mecanismos naturais, que definem espaços territoriais próprios”. (ROSS, 2006).

Todavia, as mudanças ambientais pelas atividades humanas sempre ocorreram, mas atualmente as taxas dessas mudanças são cada vez maiores e a capacidade dos humanos em modificar as paisagens também tem aumentado bastante (GUERRA & MARÇAL, 2006).

Segundo Casseti (1994), o homem, de acordo com suas necessidades, modifica o ambiente ao seu redor, gerando alterações principalmente nos elementos que se encontram em contato direto com suas atividades, como a cobertura vegetal, a rede hidrográfica e as formas de relevo.

Caetano (2006) ressalta que a intervenção em sistemas ambientais requer uma série de estudos multidisciplinares, onde devem ser abordados aspectos do meio físico, biológico e socioeconômico, de modo a minimizar os impactos e otimizar os resultados, do ponto de vista técnico, econômico e social.

Estudos desse escopo subsidiam o Planejamento Ambiental e a Gestão do Território, os quais permitem a articulação do Planejamento Econômico e Sociocultural, vinculando as atividades humanas ao espaço geográfico. Dentre as ramificações do Planejamento Ambiental e da Gestão Territorial destaca-se o Planejamento do Meio Físico, composto pelo estudo e organização dos elementos do meio físico que são indiretamente e diretamente afetados pelas atividades antrópicas. Assim, o planejamento ambiental deve ser a projeção no espaço das políticas social, cultural, ambiental e econômica de uma sociedade, vinculando as atividades humanas ao território (MAURO, 1997).

Também denominados de aspectos geoambientais, os elementos do meio físico são sintetizados pelo clima, solo, relevo, formações rochosas, recursos hídricos e outros atributos físicos do terreno. Vedovello e Mattos (1993) salientam que

“Independente de serem naturais ou induzidos, os problemas da interação entre a ação antrópica e o meio físico são causados principalmente pela não consideração da limitação e aptidão desse meio” (VEDOVELLO & MATTOS, 1993).

Os mesmos autores denominam tais problemas como fenômenos geodinâmicos, que por sua vez são listados por escorregamentos, colapso de terrenos, tremores e enchentes. Fornasari Filho et. al. (1990) complementam, caracterizando os processos do meio físico como

“ [...] série de fenômenos sucessivos com relação de causa-efeito, que resulta da interação entre componentes materiais e tipo de energia, sendo deflagrada ou catalisada por agentes físicos, químicos, biológicos o humanos, em um determinado ambiente [...] “(FORNASARI FILHO et al.,1990).

Assim, para estes autores, o resultado dessa relação pode ocasionar erosão pluvial, fluvial e eólica, além de escorregamento, rastejo, alteração na drenagem superficial e sub-superficial, mudança das interações físico-química no material de cobertura e na água, emissão de partículas e gases, deposição de sedimentos, inundação, alteração na pedogênese, subsidência, queda de blocos, indução de sismos e alteração na umidade do ar (FORNASARI FILHO et al.,1990).

Nesse sentido, o Zoneamento Geoambiental, que identifica as unidades ambientais ou de paisagens, auxilia no ordenamento territorial e na gestão ambiental, pois, segundo Ross (2006), “aponta as potencialidades dos recursos naturais e as potencialidades dos grupos sociais que habitam esses espaços”. Desta forma, este tipo de análise harmoniza o uso da terra frente às vulnerabilidades e aptidões do meio físico, norteando as políticas públicas em função dos diferentes agentes ambientais e antrópicos.

De modo a subsidiar estudos relacionados a essa temática, Bell (1993) sugere o uso de produtos de sensoriamento remoto, tais como fotos aéreas ou imagens de satélite. Estes, devido às suas características de periodicidade de imageamento, visão sinóptica e informações multiespectrais e multiespaciais, são ferramentas úteis na observação do alvo e avaliação

integrada do ambiente, pois minimizam custos e facilitam o monitoramento da dinâmica e transformação da paisagem.

Portanto, as técnicas de Sensoriamento Remoto, aliado às ferramentas de geoprocessamento, fornecem subsídios para o levantamento atualizado de recursos ambientais (relevo, solos, minérios e água) nas intervenções no meio físico, onde é vital que as tomadas de decisões garantam a sua viabilidade e a melhor relação entre funcionalidade e custo/benefício. Deste levantamento resultam mapas temáticos básicos (uso e cobertura do solo, geomorfologia e declividade e outros) contendo as informações mais relevantes ao problema, de modo que este pode ser diagnosticado e modelado, orientando a integração dos dados em mapas-síntese, cartogramas, tabelas e quadros, que subsidiam o processo de planejamento e os prognósticos que norteiam a tomada de decisões (PENIDO et al., 1998).

Considerando essas premissas iniciais, a área de estudo do presente trabalho se localiza no médio Vale do Paraíba, na porção leste do estado de São Paulo, constituída pelas folhas topográficas São José dos Campos (SF-23-Y-D-II-1) e Jacareí (SF-23-Y-D-II-3). A região concentra um dos maiores valores de PIB do país e se configura como um importante meio de fluxo econômico entre duas megalópoles brasileiras, São Paulo e Rio de Janeiro.

Seade (2010) ressalta a importância estratégica dessa região, na qual indústrias de alta intensidade tecnológica estão concentradas, especialmente na cidade de São José dos Campos, sede do maior complexo aeroespacial da América Latina. Por conta do elevado grau de industrialização e urbanização da região, a pressão sobre os recursos naturais é intensa, exigindo políticas públicas que possam promover um modelo de desenvolvimento preocupado com as questões ambientais (ITANI et al., 2011). Acompanhando esse cenário desenvolvimentista, o local apresenta outras atividades antrópicas que exercem forte influência sobre o meio físico, tais como a extração de areia, turfa e argila ao longo da planície aluvial do Rio Paraíba do Sul e a alta demanda por novos loteamentos (RUZISKA & SUGUIO, 2008).

Ademais, a região é expressiva no que tange aos aspectos geológicos e geomorfológicos. Localizada no segmento central do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil – RCSB (RICCOMINI et al. 2004), as cartas topográficas São José dos Campos e Jacareí abrangem parte do Embasamento Cristalino formado pelas Serra da Mantiqueira e Serra do Mar, além de parte de rochas sedimentares da Bacia Sedimentar de Taubaté. Somado a essas particularidades, o relevo do local compreende a Serras, Morros e Morrotes nas regiões do Embasamento Cristalino, somados a Colinas, Planícies e Terraços Baixos na Bacia Sedimentar de Taubaté.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho consistiu em identificar e caracterizar zonas geoambientais na área abrangida pelas cartas topográficas São José dos Campos (SF-23-Y-D-II-1) e Jacareí (SF-23-Y-D-II-3) (SP), na escala 1:100.000, com base nos aspectos fisiográficos, por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

A partir do objetivo principal foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Obter o mapa de uso e cobertura da terra do local;
- Realizar a compartimentação fisiográfica a partir de técnicas de fotointerpretação;
- Elaborar o Zoneamento Geoambiental com a análise multicritério;
- Avaliar a adequabilidade dos usos da terra frente às unidades geoambientais definidas no estudo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo é dividido em 6 partes: Teoria dos Sistemas, Princípios do Zoneamento Ambiental, Zoneamento Geoambiental, Compartimentação Fisiográfica, o Sensoriamento Remoto na compartimentação fisiográfica e a importância do Geoprocessamento no Zoneamento Geoambiental.

3.1. Teoria dos Sistemas

Há tempos diversos cientistas vêm utilizando-se de uma forma mais ou menos empírica das noções sistêmica em suas pesquisas, incluindo o ramo das geociências. Foi somente no final da década de 30, com a criação da teoria geral dos sistemas por Ludwig von Bertalanffy, que os pesquisadores passaram a adotar a abordagem sistêmica em seus estudos, de forma mais organizada (GUERRA, 1978).

O preceito elementar do estudo de sistemas é o da conectividade. Para Maciel (1974), sistema é

“um conjunto de elementos quaisquer ligados entre si por cadeias de relações de modo a constituir um todo organizado. Distinguem-se, nessa primeira definição os seguintes conceitos fundamentais: conjunto, elemento, relação, todo e organização” (MACIEL, 1974, p.13).

Christofolletti (1979) se aprofunda mais no termo, e define o sistema como sendo:

“um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra ‘conjunto’ implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlada, [...], condicionada ou dependente do estado das outras unidades. Desta maneira, o conjunto encontrasse organizado em virtude das inter-relações as unidades, e o seu grau de organização permite que assuma a função de um todo que é maior que a soma das suas partes” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p.1).

Na concepção de Santos (1982),

“pode-se compreender sistema como o conjunto de elementos com ligações entre si e o ambiente, cada sistema se compõe de subsistemas e todos são parte do sistema

maior, cada um deles é autônomo e simultaneamente aberto e integrado ao meio, existe inter-relação direta com o meio” (SANTOS, 1982, p. 21).

Em todas as definições apresentadas observa-se a unanimidade em relação à conectividade entre os elementos/unidades de um sistema e a importância da particularidade dos mesmos, que pode ser definido como a identidade de cada um. Assim, a soma e a organização de cada um dos itens componentes de um sistema definem o escopo e o resultado final de toda uma cadeia sistêmica.

O geossistema, termo aplicado para os sistemas que envolvem os elementos do meio físico, facilitou e integrou os estudos integrados das paisagens. Assim, pode-se afirmar que o método geossistêmico calhou de maneira relevante às análises em Geociências, pois possibilita um prático estudo do espaço e da paisagem com a incorporação social na interação natural com o potencial ecológico e a exploração biológica (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2005/2005) (Figura 1).

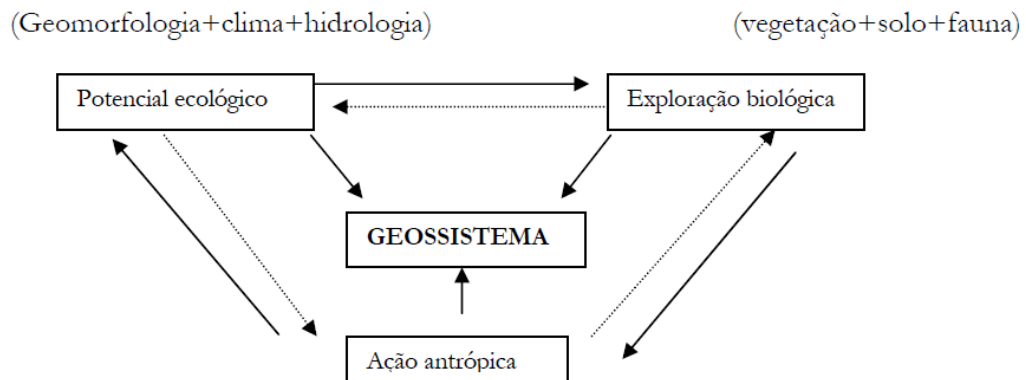


Figura 1 – Geossistemas (BERTRAND, 1968)

Segundo Andreozzi (2005), os sistemas são compostos basicamente por matéria e energia, sendo o caráter dinâmico dos sistemas determinado pelos fluxos de massa e energia. A estrutura de um sistema é constituída pelos elementos deste sistema e suas relações, o tamanho, a correlação entre as variáveis e a causalidade são suas principais características.

Na classificação de Forster, Rapoport e Trucco, citado por Christofolletti (1999, p. 5), os sistemas podem ser: *isolados*, que são aqueles que não sofrem perda nem recebem energia e os *sistemas não isolados*, nos quais ocorrem relações com os demais sistemas do universo

em que funcionam, podem ser subdivididos em sistemas abertos (onde ocorrem entrada e saída constante de energia e matéria) e os sistemas fechados (quando há troca de energia, mas não de matéria).

Para Odum (1983) os sistemas podem ser abertos ou fechados. No sistema aberto existem uma ou mais entradas e saídas, como exemplo, podemos citar a bacia hidrográfica, que pode ser considerada um sistema aberto, recebendo energia solar e água das chuvas e perdendo água e sedimentos através do escoamento, já o sistema fechado é concebido como um sistema em completa isolamento, com nenhum fluxo de entrada ou de saída. Sistemas fechados na natureza, em completo isolamento são raros e temporários.

Os Sistemas Ambientais, pela variedade de elementos e fluxos que apresentam, constituem-se como complexos sistemas espaciais, estando presentes nos estudos ambientais várias características da Teoria Geral dos Sistemas, como a sintonização holística, a interação entre os elementos e o meio, os fluxos de energia e a variedade de elementos em sua estruturação (ANDREOZZI, 2005).

A interferência das sociedades pode desencadear a aceleração, o retardamento e a extinção de alguns processos naturais (SIMON, 2007). O conjunto de técnicas desenvolvidas pelo homem sobre os sistemas físico-ambientais comanda os fluxos de matéria e energia, a fim de manter as atividades urbano-industriais e agropastoris que são sustentadas pela exploração dos recursos naturais (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.37).

Nesse contexto, Ruhe (1975) afirma que em manejo ambiental, uma abordagem sistêmica auxilia na compreensão das características do terreno e materiais componentes do presente e passado, ajudando a estimar mudanças futuras. Assim, quanto maior for o conhecimento dos sistemas naturais, mais facilitado será o seu manejo e, conseqüentemente, suas previsões (GUERRA, 1978).

3.2. Princípios do Zoneamento Ambiental

O marco inicial da conscientização planetária em relação ao uso indiscriminado e indevido dos recursos ambientais se deu na Conferência Mundial das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, ocorrida em Estocolmo, em 1972.

As constatações acerca da problemática ambiental, apresentadas naquela data, provocaram pressões generalizadas para que os países se reestruturassem, de forma a

redefinirem suas políticas ambientais nacionais no controle e na exploração dos seus recursos naturais.

Seguindo esses preceitos, o zoneamento surgiu nos Estados Unidos com o intuito de promover a saúde, segurança, moral e bem-estar da comunidade (CLARK, 1985). No Brasil, com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6.938 de 31/08/81), alguns instrumentos de ação vieram à tona, de modo a nortear as políticas públicas em relação à temática ambiental, tal como avaliação de impactos ambientais, o licenciamento e revisão de atividades poluidoras, o sistema nacional de informações do meio ambiente e o zoneamento ambiental (PILACHEVSKY, 2013). Entretanto, a regulamentação da respectiva norma em 2002, através do decreto nº 4.297, passou a denominar o Zoneamento Ambiental como Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), sendo um instrumento de gestão e planejamento do meio físico.

De acordo com o disposto nesse decreto no artigo 2º, o zoneamento pode ser caracterizado como um instrumento de organização territorial que deve ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos e obras públicas ou privadas estabelecendo “[...] medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população”. De maneira geral, conforme o artigo 3º, seu objetivo é, “[...] organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas” (BRASIL, 2002).

Além dessa definição instituída por lei, diversos autores contribuíram na conceituação e no estabelecimento de diretrizes para o zoneamento ambiental.

Para Vedovello (2000),

“o zoneamento é um instrumento técnico-político de planejamento ambiental, aplicado para disciplinar o uso do solo e dos recursos naturais de forma racional e sustentável. As informações ambientais são integradas e registradas em base geográfica, o que favorece a análise global do território e a eficácia das decisões políticas e o desenvolvimento sustentável da área onde é realizado”.

Batistela (2007) corrobora essa afirmação, definindo o zoneamento ambiental como a harmonização dos modos de apropriação do espaço e a capacidade estrutural dos geossistemas

de suportar e absorver os efeitos dos diferentes usos para que não resultem em instabilidade do ambiente, em formas de degradação, poluição ou mesmo em escassez de recursos naturais, que provocam sérias consequências adversas aos ecossistemas, reduzindo a sua resiliência.

Para ambos os autores, por meio da identificação das suscetibilidades (vocações) e restrições ambientais, o ZA pressupõe o conhecimento dos atributos naturais no sentido de caracterizá-los e diagnosticá-los, permitindo a planificação dos espaços e seus respectivos usos e ocupação. Em geral, as formas de uso e ocupação são identificadas, espacializadas, caracterizadas e quantificadas. Nesse sentido, Cabral (2005) sugere uma representação simplificada das fases de elaboração do Zoneamento Ambiental, conforme demonstrado na figura 2.

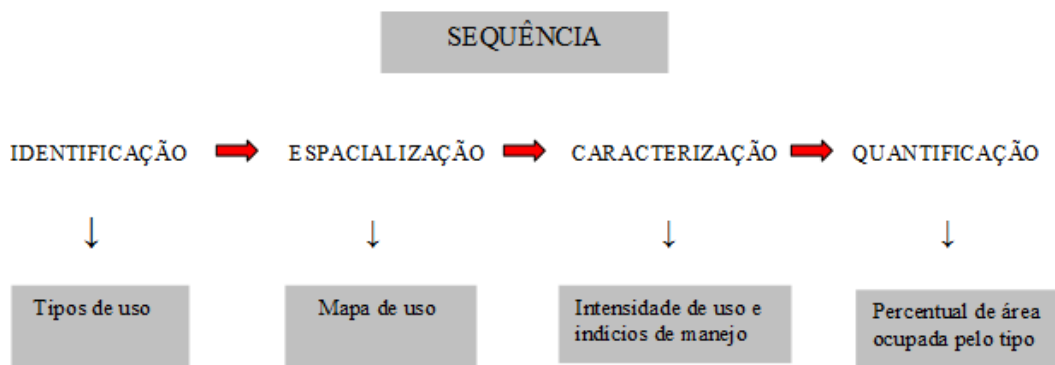


Figura 2 - Representação simplificada das fases para elaboração do Zoneamento Ambiental (modificado de Cabral, 2005).

Assim como o zoneamento ambiental é resultante da análise integrada dos parâmetros ambientais, o método de zoneamento geoambiental também possui uma abordagem sistêmica, uma vez que considera a paisagem como resultante da interação dinâmica de elementos físicos com fatores ecológicos e antrópicos (SHIMBO, 2006). Sobre essa consideração, é importante destacar que o conceito de zoneamento geoambiental adotado nesse trabalho considera tanto a teoria dos sistemas quanto o conceito de unidades da paisagem, visto que eles se complementam.

3.3. Zoneamento Geoambiental

Segundo Jiménez et al. (1995), o zoneamento geoambiental consiste no exame sistemático de uma região com a finalidade de obter informação sobre as variáveis litológicas, morfoestruturais, microclimáticas, fisiográficas e coberturas/unidades de alteração intempérica, definindo com isto as zonas geoambientais, que apresentam as potencialidades de suporte do meio físico de acordo com os condicionadores naturais, em função dos modificadores socioeconômicos. Estas informações permitem a adequação das necessidades socioeconômicas às possibilidades físicas e ecológicas da região, resultando na ocupação ordenada e sustentável do território. Moraes (2007) enfatiza que em cada zona geoambiental é possível discriminar o potencial e as limitações de uso dos recursos naturais através das condições ecogeodinâmicas da paisagem, sendo possível propor o uso compatível da terra visando sua sustentabilidade. Por condições ecogeodinâmicas entende-se o conjunto de fatores físicos, químicos e biológicos atuando e interagindo ao longo do tempo, com ciclos e dinâmicas particulares resultantes destas interações que ocorrem em um dado espaço, conceito adaptado a partir dos trabalhos de Tricart (1977) (MORAES, 2007).

Moraes (op.cit.) complementa a afirmação de Jiménez et al. (1995), salientando que o Zoneamento Geoambiental é um instrumento técnico cujo objetivo é orientar o uso da terra em função das características intrínsecas dos elementos da paisagem.

No campo das conceituações de Zoneamento Geoambiental, Ohara (1995) define o termo como

“parte do processo de planejamento de uso da terra, com a definição de áreas territoriais homogêneas, segundo suas características naturais e avaliadas em função de suas potencialidades e limitações, com o propósito de determinar suas necessidades de manejo ou conservação e a sua tolerância às intervenções do homem.”

Para o autor, o Zoneamento Geoambiental deve ter como meta, o fornecimento de subsídios técnicos para orientar e elucidar a tomada de decisões na implementação de alternativas de desenvolvimentos regionais, compatíveis com a sustentabilidade e vulnerabilidade dos sistemas ambientais.

Ainda para Zacharias (2006), o Zoneamento Ambiental define espaços segundo critérios de agrupamentos pré-estabelecidos, os quais costumam expressar as potencialidades, vocações, restrições, fragilidades, suscetibilidades, acertos e conflitos de um território. Ele

pode ser entendido como uma proposta metodológica de uso do território segundo suas potencialidades e vocações sócio-naturais (ZACHARIAS, 2006).

Shimbo (2006) traça um paralelo entre o zoneamento ambiental e o zoneamento geoambiental, salientando que como o zoneamento ambiental é resultante da análise integrada dos parâmetros ambientais, o método de zoneamento geoambiental também possui uma abordagem sistêmica, uma vez que considera a paisagem como resultante da interação dinâmica de elementos físicos com fatores ecológicos e antrópicos (SHIMBO, 2006).

Nos estudos de elaboração de Zoneamento Geoambiental Jiménez et al. (1995) associam métodos e técnicas da análise fisiográfica e da análise morfoestrutural dentro da visão ecodinâmica proposta por Goosen (1968) e Tricart (1977). Na visão ecodinâmica a paisagem é resultante da interação dinâmica de elementos físicos com fatores ecológicos e antrópicos, cujo método de análise e interpretação deve ser sistêmico.

O Zoneamento Geoambiental na literatura de zoneamento das paisagens é a proposta de como usar o território, segundo Mateo Rodriguez (1994), o zoneamento pode ser dividido em três níveis: a) usos funcionais b) intensidade de uso – consideram a capacidade de suporte dos sistemas; e c) quais as medidas, as providências que devem ser tomadas para colocar em prática o modelo ambiental (ou de uso da paisagem).

Vedovello e Mattos (1998) e Silva et al. (2010) listam que os procedimentos utilizados para a obtenção do zoneamento geoambiental envolvem três etapas: a) compartimentação do terreno (delimitação de zonas com características fisiográficas semelhantes); b) caracterização das unidades (em termos geotécnicos, geográficos e geológicos); e c) avaliação e classificação das unidades (em termos de fragilidades e potencialidades relativas aos objetivos do zoneamento) para cartografia temática final ou de síntese.

Pilachevsky (2013) concluiu que ainda não há um consenso na bibliografia acerca de como estabelecer os limites das zonas geoambientais. Alguns autores, como Fontes e Pejón (2002) propõe a utilização das unidades da paisagem, outros como Rivas et al. (1994) sugerem o uso das unidades geológicas como os limites das zonas geoambientais. Ohara (1995), assim como Rivas et al. (1994), considera que a unidade geoambiental é delimitada por rupturas de declividade, geralmente associadas ao limite litológico ou geológico, e com menor frequência ao limite erosivo e de descontinuidade estrutural (PILACHEVSKY, 2013). Nesse contexto, Vedovello e Mattos (1998) salientam que as metodologias que utilizam técnicas de compartimentação de terrenos permitem o aumento da precisão cartográfica e a minimização da questão dos limites, pois refletem os diversos elementos que constituem o meio físico.

A questão da homogeneidade nas zonas geoambientais é unanimidade entre diversos autores. Ohara (1995) afirma que a condição desejável é a delimitação de unidades de zoneamento, as quais sejam totalmente homogêneas em todos os seus fatores ambientais de relevância para o planejamento de seu uso. Trabalhos como os de Fontes e Pejón (2008), Vedovello (2000), Vedovello e Mattos (1993, 1998), Moraes (2007), Della Justina (2009), Oliveira (2004) e Oliveira et al. (2007) utilizaram-se deste conceito na delimitação de suas zonas geoambientais.

Segundo Ross (1995), o procedimento metodológico para a espacialização de informações geoambientais pode ser por meio da abordagem integrada (*Land System*) ou da abordagem multi-temática. Mitchell (1973) identifica essas abordagens como fisiográfica ou de paisagens (*Physiographic or Landscape Approach*) e paramétrica (*Parametric Approach*), que equivalem aos conceitos da abordagem integrada e multi-temática de Ross (1995), respectivamente (VEDOVELLO, 2000).

Na abordagem integrada, utiliza-se como referencial as unidades da paisagem, ou seja, os padrões de fisionomias do terreno, a partir dos quais são gerados produtos temáticos de análise integrada e informações sintetizadas. Nessa abordagem não há a necessidade de verticalização setorial dos temas disciplinares. Já na abordagem multi-temática, gera-se uma multiplicidade de produtos cartográficos de diferentes temas que, posteriormente, são cruzados diretamente ou em associações específicas até se chegar a um mapa final de síntese (ROSS, 1995). Segundo o mesmo autor, em função de suas características cartográficas, a abordagem integrada (ou fisiográfica) é de natureza analítico-sintética, enquanto a multi-temática (ou paramétrica) caracteriza-se por ser analítica inicialmente e de síntese em uma etapa posterior.

Conforme essa definição, entre as duas abordagens, a análise integrada (fisiográfica) aponta vantagens sobre a multi-temática (paramétrica) no sentido de que ela permite a elaboração de um produto cartográfico único onde os elementos ambientais são analisados de forma integrada, facilitando o entendimento dos resultados pelos planejadores e gestores ambientais e diminuindo os custos em termos de gasto e tempo, já que não envolve um grande volume de mapas setoriais (ROSS, 1995; VEDOVELLO & MATTOS, 1998; VEDOVELLO, 2000).

3.3.1. Compartimentação Fisiográfica

Para Oliveira (2004), a compartimentação fisiográfica é o método utilizado para agrupar os elementos constituintes do meio físico de acordo com suas semelhanças e diferenças. Para que se possa agrupar ou não um elemento deve-se, primeiro, constatar se este elemento apresenta características comuns às daquelas do universo analisado. Assim, o processo de compartimentação deve ser precedido por um processo classificatório, onde os elementos que apresentam características iguais ou mais próximas entre si são agrupados (OLIVEIRA, 2004).

Segundo Vedovello (2000), a compartimentação fisiográfica consiste em dividir uma determinada região em áreas que apresentem, internamente, características fisiográficas homogêneas e distintas das áreas adjacentes. Tal compartimentação pode ser efetuada em diferentes escalas, sendo comum a denominação de “classes” de unidades fisiográficas que englobam outras (em escalas maiores) ou por outras são englobadas (escalas menores).

Em relação às escalas de análise citadas por Vedovello (2000) e Vedovello e Mattos (1993) destacam que a compartimentação pode ser realizada através de divisões fisiográficas em diferentes níveis hierárquicos, que por sua vez são relacionados às condições morfoambientais e genéticas da região.

A hierarquização por nível taxonômico é composta por Província, Zona, Subzona e Unidade (VEDOVELLO & MATTOS, 1993, 1998; CARDOSO, et al., 2009; OLIVEIRA, 2004; OLIVEIRA et al., 2007). A relação entre esses níveis taxonômicos e as características fisiográficas das unidades apresentam-se listadas no quadro 1.

Quadro 1 - Níveis taxonômicos da compartimentação fisiográfica

Níveis taxonômicos	Aspectos texturais de discriminação fisiográfica	Áreas compartimentadas
Província	Assimetria das formas de drenagem	Correspondem a compartimentos tectônicos atuais que englobam regiões com diversidade genética agora nas mesmas condições climáticas
Zona	Assimetria e tropia das formas de drenagem e relevo	Correspondem as áreas com grupos de rochas que apresentam diferenças genéticas e de evolução tectônica, apresentando resistências diversas à modelagem tectono-climática
Subzona	Grau e ordem de estruturação associadas às formas dos elementos texturais de drenagem e relevo	Correspondem às áreas definidas com base no tipo litológico, morfológico, de relevo e do tipo de sedimento, os quais apresentam composição físico-química específica que condiciona a modelagem das formas da paisagem.
Unidade (UBCs)	Propriedades das formas dos elementos texturais de drenagem e relevo (tipo, arranjo, densidade, grau e ordem de estruturação)	Correspondem as unidades básicas do terreno associadas às geoformas (áreas onde há associação específica das formas de ocorrência de vários elementos fisiográficos da paisagem).

Fonte: modificado de Vedovello e Mattos (1993)

A compartimentação é efetuada pela análise dos elementos componentes do meio físico, que podem ser de natureza geológica ou geomorfológica, e da identificação de aspectos locais desses elementos, ou seja, das suas formas de ocorrência (VEDOVELLO & MATTOS, 1993, 1998). Zaine (2011), Silva et al. (2010) e Cardoso et al. (2009) corroboram tal afirmação, salientando que para a compartimentação ser realizada deve ter como referência, principalmente, as propriedades texturais (relevo, forma e estrutura de drenagem) do meio analisado.

Segundo Pilachevsky (2013), alguns procedimentos de individualização das unidades do meio físico facilitam a interpretação das propriedades texturais, dentre eles, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

3.3.2. O Sensoriamento Remoto na compartimentação fisiográfica

Segundo Soares et al. (1982), as estruturas geológicas podem ser refletidas em superfície e esse reflexo é passível de identificação através de produtos de sensores remotos, por meios específicos de técnicas de análise e interpretação. Vedovello (2008) complementa, salientando que as imagens são capazes de demonstrar a organização espacial do meio físico, sobre os quais é possível traçar limites (VEDOVELLO, 2008).

Nesse contexto, Veneziani e Anjos (1982) sistematizaram um método lógico baseado na análise dos elementos de relevo e da rede de drenagem, das formas resultantes e de suas propriedades, subsidiado por estudos preliminares de Soares e Fiori (1976), Guy (1966) e Rivereau (1969). Soares et al. (1978) adaptaram essas metodologias para análise em imagens de sensoriamento remoto orbital, seguindo os mesmos preceitos.

Nesse método, o processo de fotointerpretação envolve inicialmente a identificação dos elementos da imagem com os objetos e a análise das relações entre as imagens e, finalmente, a descoberta ou avaliação do significado e função dos objetos e suas relações. Assim, nesse método três etapas são fundamentais, a saber:

- Fotoleitura - reconhecimento e identificação dos elementos das imagens com os objetos correspondentes e sua repartição;
- Fotoanálise - reconhecimento das leis e da complexidade de organização dos elementos de textura para a caracterização das formas de interesse;
- Fotointerpretação - estabelecimento de uma correlação entre a imagem produzida pelo sensor e o modelo do fenômeno no terreno (VENEZIANI & ANJOS, 1982; SOARES & FIORI, 1976; SOARES et al., 1978).

A fotoleitura exige o conhecimento das técnicas e processos de obtenção da fotografia ou imagem de sensoriamento remoto orbital, tais como a câmara ou o sensor, a geometria da imagem, as propriedades da visão estereoscópica, as emulsões de impressão e as formas de energia captáveis. Constitui um requisito para o bom desempenho na análise e interpretação das imagens (VENEZIANI & ANJOS, 1982; SOARES & FIORI, 1976; SOARES et al., 1978).

Na fotoanálise os interesses são fundamentalmente os elementos naturais da paisagem. O relevo e a drenagem constituem os objetos principais da avaliação da imagem para a obtenção de informações geológicas. Estão envolvidas nessa etapa a análise de elemento de

textura, a densidade de textura, a estrutura, forma e as zonas de repartição e limites (VENEZIANI & ANJOS, 1982; SOARES & FIORI, 1976; SOARES et al., 1978). O quadro 2 sumariza as características de cada uma das propriedades texturais de imagens.

Quadro 2 - Características das propriedades texturais de imagens

PROPRIEDADE TEXTURAL	CARACTERÍSTICA
Elemento de textura	Menor superfície contínua e homogênea distinguível na imagem e passível de repetição
Densidade de textura	Quantidade de elementos texturais por unidade de área da imagem
Estrutura	Padrão de organização no espaço dos elementos texturais
Forma	Conjunto de elementos texturais estruturados por um padrão. É caracterizada pela propriedade dos elementos texturais (de relevo e drenagem), densidade de textura, estrutura, grau de estruturação e ordem de estruturação
Zonas de repartição e limites	Zonas de repartição dos elementos texturais onde se repetem e possuem a mesma estrutura. Limites separam as zonas homólogas com propriedades texturais e/ou estruturais diferentes

Fonte: adaptado de Mattos (2011)

No quadro 2 nota-se o destaque para os aspectos texturais. Isso ocorre, pois as variações na textura do relevo e da drenagem constituem a propriedade fundamental na análise da imagem, visto que permitem separar feições com significados diferentes ou associar feições com os mesmos significados (SOARES & FIORI, 1976).

Na fotointerpretação são estabelecidas correlações entre a textura na imagem e as características e propriedades geotécnicas dos materiais que são imageados, ou seja, é realizada uma relação entre os níveis de cinza da imagem e a superfície do terreno. Esta relação deriva dos fatores que controlam as propriedades da imagem, os quais são relacionados com as formas de relevo e a drenagem. Um dos fatores é o morfogenético, responsável pela modelagem das formas de relevo e da drenagem. Deve-se considerar os fatores clima, tectônica, nível base, descarga de água e sedimento. Além destes, outro fator

deve ser considerado: o tempo, que representa a perspectiva histórica da evolução do sistema (VENEZIANI & ANJOS, 1982; SOARES & FIORI, 1976; SOARES et al., 1978).

3.3.3. A Importância do Geoprocessamento no Zoneamento Geoambiental

As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados georreferenciados. Burrough (1986) os definiu como um “conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real”.

Os primeiros SIGs foram desenvolvidos na década de 60 por agências governamentais, como resultado da necessidade eminente de lidar com questões ambientais complexas. Um dos pioneiros foi o Sistema de Informação Geográfica do Canadá (CGIS), idealizado para processar a imensa quantidade de dados criados pelo inventário de terras daquele país. Atualmente, os SIGs são o resultado de mais de três décadas de evolução e inúmeras inovações tecnológicas têm favorecido sua popularização, incluindo a facilidade de automatizar tarefas que tradicionalmente eram feitas manualmente (BURROUGH, 1986; CALIJURI, 1995; ENGESPAÇO, 1990; FELGUEIRAS & CÂMARA, 1993).

Os SIGs tratam de dados espaciais, ou seja, dados que descrevem fenômenos aos quais está associada alguma dimensão no espaço. Este utiliza uma classe particular de dados espaciais: os dados georreferenciados ou geográficos, que descrevem fatos, objetos e fenômenos do globo terrestre, associados a sua localização sobre a superfície terrestre, num certo instante ou período de tempo. Portanto, podem ser utilizados para adicionar valor aos dados espaciais, permitindo que os mesmos possam ser organizados e visualizados eficientemente, transformando-os em informação disponível. Propicia também a integração de diversos tipos de dados, em diferentes escalas, criando novas informações e auxiliando na tomada de decisões, através da construção de mapas temáticos e suas interações (BURROUGH, 1986).

Diversos autores têm desenvolvido trabalhos dessa temática utilizando diferentes Sistemas de Informação Geográfica. Zaine (2011), Moraes (2007), Ohara et.al. (2003), Pilachevsky (2013), Della Justina (2009), Torres (2011), Tinós (2011), Shimbo (2006), Morelli (2002) e Rodrigues (2000) utilizam o SIG como base de dados em seus trabalhos voltados à temática ambiental.

Nesse contexto, Júnior e Mattos (2003) afirmaram que o Sensoriamento Remoto representa a principal fonte de informação atualmente para um SIG. Além disso, a união da tecnologia e dos conceitos e teorias de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento possibilitam a criação de sistemas de informação mais ricos e sofisticados, resultando em bancos de dados geocodificados mais precisos e integrados.

4. MÉTODOS E ETAPAS DA PESQUISA

A orientação metodológica da presente pesquisa vincula-se à Teoria Geral dos Sistemas, onde a interferência do sistema socioeconômico sobre o sistema ambiental gera alterações, que condicionam situações de descontrole e desequilíbrio ambiental (CORRÊA et al., 2009, 2012).

Os sistemas ambientais, devido a sua natureza e peculiaridade, diferem-se dos sistemas socioeconômicos, de caráter essencialmente não natural. Os sistemas ambientais são abertos, ou seja, são permeáveis, o que permite a entrada e saída de matéria e energia. Por outro lado, devido a essa particularidade, são extremamente sujeitos ao desequilíbrio, ocasionado, na maioria das vezes, pelo excesso de *inputs* impostos pela ação antrópica.

De acordo com Tricart (1977, p.19),

“O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação - e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, dinâmico, e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação – o que não é o caso de um inventário, por natureza estática”.

O mesmo autor ressalta que sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, que originam relações de dependência mútua entre si (TRICART, op.cit.). Assim, o sistema irá apresentar propriedades que lhe são inerentes e que diferem da soma das propriedades de seus componentes. Ainda neste cenário, Haigh (1985) complementa, afirmando que

“um sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas interrelações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas” (HAIGH, 1985, tradução nossa).

Seguindo as proposições de Christofolletti (1999) e Chorley e Kennedy (1971), a área objeto desta pesquisa foi analisada sob o enfoque dos sistemas não-isolados e abertos, pois, mantém relações com os demais sistemas do universo no qual funcionam e permitem a ocorrência constante de trocas de energia e matéria, na forma de *inputs* e *outputs*.

Assim, a adoção desta metodologia permite analisar os resultados de forma sistêmica e integrada, levando em consideração as atuais problemáticas da área de estudo, somadas ao seu histórico de degradação ambiental. A maneira dinâmica de abarcar os problemas permite, por conseguinte, introduzir critérios de ordenação e gestão do território (TRICART, 1977).

Com base na Teoria Geral dos Sistemas, a presente pesquisa seguiu as seguintes etapas e procedimentos, conforme sintetiza a figura 3.

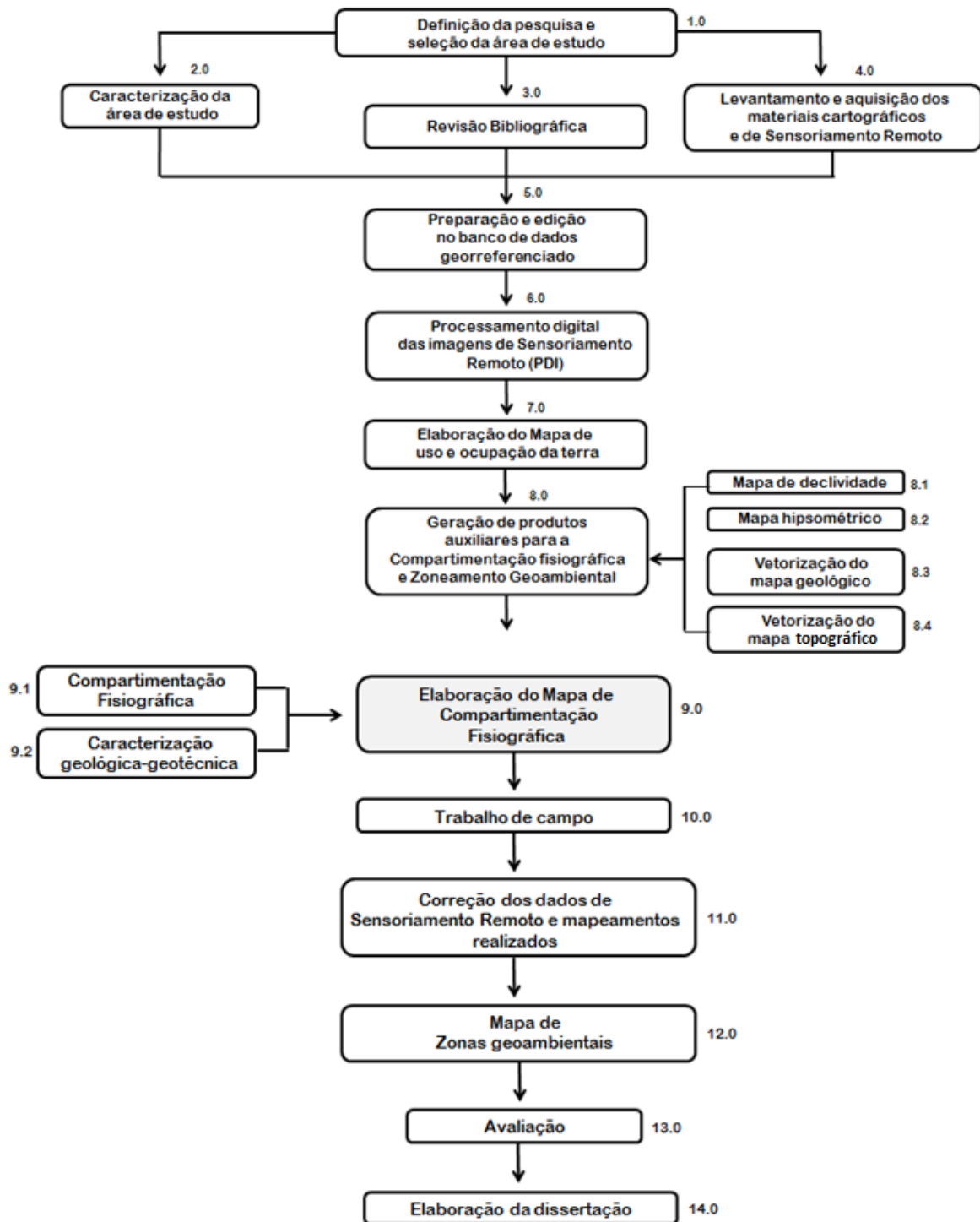


Figura 3 – Fluxograma das etapas da pesquisa

4.1.1. Etapa 1.0 - Definição da Pesquisa e Seleção da Área de Estudo

O presente trabalho atende às características da pesquisa qualitativa através da apresentação de um estudo de caso.

Assim, na pesquisa qualitativa, segundo apontamentos de Silva e Menezes (2001, p. 20):

“[...] há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem”.

Seguindo esta abordagem, em conformidade com a Teoria Geral dos Sistemas, a área de pesquisa selecionada para o objeto de estudo foi a região de São José dos Campos, abrangendo as cartas topográficas de São José dos Campos e Jacareí, cujas particularidades geomorfológicas e geológicas permitiram a adoção da metodologia de Zoneamento Geoambiental, aliada às técnicas de fotointerpretação e compartimentação fisiográfica.

Ademais, seus arredores correspondem a uma parcela importante do PIB nacional e estadual, através da presença de importantes pólos industriais e aeronáuticos, além de interligar duas importantes megalópoles do contexto nacional.

Para Kurkdjian et al. (2000),

“In the decades 70/80 and 80/90 São José dos Campos region presented average annual geometric population growth rates respectively of 6,84% and 3,99%. Such growth rates were due mainly to positive migratory fluxes. Since 1980, over 95% of its' population lives in town, which consequently has been submitted to an accelerated process of expansion.

As in most brazilian cities, this accelerated urban growth was chaotic, causing strong negative environmental impacts, together with the loss of life quality, particularly in those residential areas where the segment of population from the poorest social classes live”.

Desta forma, a seleção da respectiva área de estudo visa não somente a aplicação de uma metodologia, mas de nortear as políticas públicas no que tange o ordenamento territorial e a gestão dos recursos naturais.

As cartas topográficas se configuram como documentos cartográficos oficiais válidos para todo o território nacional, sendo que qualquer pesquisa no âmbito cartográfico e ambiental as utiliza como ponto de partida para a realização de estudos relativos ao meio físico, biótico e socioeconômico. Assim, optou-se pela seleção dos limites das cartas topográficas e não os limites administrativos dos respectivos municípios, fato também verificado em estudos de Martorano (1998), Lollo (1995) e Fagundes et al. (2010). Conseqüentemente, caso estudos posteriores sejam realizados a partir do presente trabalho, os limites estarão bem definidos.

4.1.2. Etapas 2.0 e 3.0 - Caracterização da Área de Estudo e Revisão Bibliográfica

Esta etapa consistiu no levantamento das principais referências bibliográficas acerca da temática do zoneamento geoambiental, compartimentação fisiográfica, fotointerpretação e suas particularidades. Essa etapa focou na busca sistemática e integrada de artigos de periódicos na base de dados do Portal da Capes, na busca de teses e dissertações, especialmente, nas bibliotecas virtuais da UNESP, USP e UNICAMP, e na busca de obras de referência.

Os principais autores analisados foram: Vedovello e Mattos (1993, 1998); Vedovello (2000); Veneziani e Anjos (1982); Ricci e Petri (1965); Zaine (2011); Jiménez et al. (1989); Soares e Fiori (1976); Ohara (1995); Ohara et al. (2003); Zuquette (1987); Zuquette e Nakazawa (1998); Zuquette e Gandolfi (2004); Riverau (1969,1972); Lollo (1995); Guy (1966); Soares et al. (1978, 1982); Mattos (1986, 2011); Crisóstemo Neto (2003); Della Justina (2009).

As principais palavras-chave (*key-words*) utilizadas no levantamento bibliográfico foram compartimentação fisiográfica (*physiografic subdivision*); zoneamento geoambiental (*geo-environmental zoning*); mapeamento geotécnico (*geotechnical mapping*) e fotointerpretação (*photointerpretation*).

Quanto à caracterização da área de estudo, o primeiro procedimento dispensado foi o levantamento de todo o material bibliográfico acerca do local, metodologia similar ao item 3.0. Entretanto, as palavras-chave os principais autores foram distintos, conforme seguem, respectivamente: Bacia Sedimentar de Taubaté (*Sedimentary Basin Taubaté*), Vale do Paraíba (*Paraíba Valley*) e Rio Paraíba do Sul (*Paraíba do Sul River*). Quanto aos autores: Riccomini

(1989); Riccomini et al. (2004); Almeida (1976); Saad (1990); Chiodi Filho et al., (1983); Fernandes (1991); Fernandes (1993); Fernandes e Chang (2001, 2003); Hasui e Ponçano (1978); Mancini (1995); Marques (1990); Mezzalira (1989); Morelli (2002); Ruziska e Suguio (2008); e Suguio (1969).

4.1.3. Etapa 4.0 - Levantamento e Aquisição dos Materiais Cartográficos e de Sensoriamento Remoto

Para compor a base cartográfica da área em questão foram selecionadas folhas topográficas em escala 1:50.000 do catálogo virtual do IBGE, alocadas no endereço ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento_sistemico/topograficos/escala_50mil/pdf/. As cartas topográficas escolhidas correspondem às folhas Jacareí (SF-23-Y-D-II-3) e São José dos Campos (SF-23-Y-D-II-1), ambas em *Datum* Horizontal Córrego Alegre (MG) e datadas de 1974 e 1973, respectivamente.

Os mapeamentos geológicos e geomorfológicos também foram utilizados como auxiliares na realização da compartimentação fisiográfica. Os materiais utilizados foram:

- Mapa geológico em escala 1:100.000 da quadrícula de São José dos Campos, em Projeção UTM (IPT, 1978);

- Mapa geomorfológico em escala 1:250.000 do Vale do Paraíba, em Projeção UTM (FLORENZANO & CSORDAS, 1993).

Ademais, dados originados de Sensoriamento Remoto também foram utilizados para a realização da presente pesquisa. Para tal, foram realizadas buscas em bases de dados gratuitos, conforme a seguir:

- Imagens de Radar SRTM, originadas da base de dados do Sistema TOPODATA, alocadas no endereço <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. A imagem adquirida pertence à cena 23S465 e possui 30m de resolução espacial, sendo seu Sistema de Coordenadas Geográficas o *Datum* WGS84.

- Imagens do satélite *Landsat 5* e *7* (sensor TM e ETM+, respectivamente), disponibilizadas pelo acervo de imagens do Inpe, alocadas no endereço <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Optou-se pelas imagens que apresentavam 0% de cobertura de nuvens em seus quadrantes. As principais características das imagens utilizadas encontram-se listadas no quadro a seguir.

Quadro 3 - Características das imagens de sensoriamento remoto orbital *Landsat 5* e *7* utilizadas na pesquisa

Satélite/ Sensor	Órbita	Ponto	Formato	Bandas	Data	Ângulo de inclinação solar
<i>Landsat</i> 5/TM	219	76	Digital	3, 4 e 5	21/04/2011	47°4'7''
<i>Landsat</i> 5/TM	219	76	Digital	4	09/08/1987	55°24'1''
<i>Landsat</i> 7/ETM+	219	76	Digital	8	03/09/1999	43°43'52''

Estas, por sua vez, possuem resolução espacial de 30m, com exceção da banda pancromática do sensor ETM+, do satélite *Landsat 7*, que possui 15 metros de resolução. Todas as imagens possuíam originalmente o sistema de projeção UTM WGS84 zona 23S.

Ressalta-se que a escolha da banda 4 do *Landsat 5* não foi realizada por critérios aleatórios. Por possuir sensibilidade à morfologia do terreno, permite a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia, admitindo a análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais (ROCHA, 2000). Nesse sentido, trabalhos de Florenzano (1998) e Veneziani et al. (1998) optaram pela utilização da respectiva banda para estudos de cunho geomorfológico e geológico, cujos resultados apresentaram-se favoráveis para o tema em questão.

Em relação à data da imagem supracitada, foi realizada uma busca dos dados mais antigos no catálogo do INPE, pois como se trata de uma área muito urbanizada, as formas de relevo estão atualmente mascaradas e alteradas pela ação antrópica.

A seleção da banda 8 (pancromática) do *Landsat 7* não seguiu critérios específicos em relação a datas. A escolha se deu apenas pelo fato de possuir uma resolução espacial maior que as demais, auxiliando no processo de fointerpretação.

Para o uso e ocupação da terra a preferência por datas recentes é relevante, pois trata-se de uma atividade altamente dinâmica e atemporal, não obedecendo a critérios específicos.

Imagens da base de dados do sistema *Landcover* (<http://gloisf.umd.edu/>), da Universidade de Maryland, também foram necessárias, uma vez que seu acervo possui dados de sensoriamento remoto orbital já georreferenciados. Para tal, foi selecionada a banda 4 do sensor ETM+, do sistema *Landsat 7*, que subsidiou o registro das imagens anteriores. Esta, por sua vez, possuía como sistema de projeção UTM o *Datum* WGS84 zona 23S.

4.1.4. Etapa 5.0 - Preparação e Edição no Banco de Dados Georreferenciados

Primeiramente, as folhas topográficas foram georreferenciadas no software *ArcGis 10.1*[®], sendo necessários 5 pontos de controle para cada carta, todos apresentando erros menores que 2 metros. Em seguida, o banco de dados foi projetado segundo o seu sistema de projeção original, que neste caso era o UTM, com o *Datum* horizontal Córrego Alegre (MG). A priori, o sistema de projeção UTM estabelecido para a realização trabalho foi o *South American Datum* de 1969 (SAD69), pois a maioria dos dados cartográficos brasileiros o adota como referência espacial (ISHIKAWA, 2001).

Desta forma, a utilização de transformações geodésicas foi necessária para a validação do trabalho, uma vez que a não adoção deste processo pode gerar erros e distorções nos produtos finais. Assim, optou-se pela transformação da fórmula de *Molodensky*, pois, transforma diretamente coordenadas geodésicas, dadas em latitude, longitude e altura elipsoidal, por meio do aumento da componente horizontal e vertical, sem necessidade de uma conversão intermediária das coordenadas geodésicas para o sistema geodésico cartesiano (FRAU et.al., 2012).

Posteriormente, o polígono da área de estudo, que corresponde à delimitação das folhas topográficas Jacareí e São José dos Campos, foi elaborado, sendo necessária a criação de um arquivo tipo *shape* de polígono, em ambiente *ArcGis*,

As imagens *Landsat 5* e *7* foram registradas com o auxílio dos dados de sensoriamento remoto orbital do Sistema *Landcover*, pois, o uso das cartas topográficas não seria suficiente, uma vez que suas extensões espaciais são distintas. Assim, todas as bandas supracitadas foram georreferenciadas pela coleta de 9 pontos de controle, todos apresentando erros menores que 5 metros. Seguindo os mesmos procedimentos da transformação geodésica, foi adotado para as imagens o sistema de projeção UTM SAD69.

Para os dados de radar SRTM e TOPODATA procedimentos específicos foram seguidos para o seu registro, sumarizados em seu endereço de origem. Entretanto, os procedimentos de transformação geodésica também foram adotados, seguindo passos anteriores já realizados.

Por fim, os dados auxiliares de geologia e geomorfologia foram georreferenciados e transformados para o sistema de projeção do ambiente do trabalho. Em seguida, as

informações contidas em cada mapa foram vetorizadas e armazenadas no banco de dados criado para a elaboração da pesquisa, em ambiente *ArcGis*.

4.1.5. Etapa 6.0 - Processamento Digital das Imagens de Sensoriamento Remoto (PDI)

O Processamento Digital das Imagens de Sensoriamento Remoto compreendeu aos procedimentos que foram utilizados para realce, contraste, filtragem e classificação, através da manipulação do histograma dos *pixels* contidos nas imagens. Essas técnicas foram fundamentais para a visualização de feições que até então estavam mascaradas pela distribuição concentrada ou espaçada dos pixels no histograma da imagem.

Assim, optou-se nesse trabalho em realizar estes procedimentos no software *SPRING 5.1.8* devido à facilidade de manipulação de processamentos digitais no referido programa. Primeiramente foi criado o banco de dados de acordo com a sistemática do ambiente, que em seguida recebeu o projeto integrado com os dados a serem trabalhados.

O primeiro processamento digital realizado foi o aumento do contraste linear, aplicado em todas as bandas das imagens *Landsat*, que possibilitou um maior espalhamento dos pixels contidos em cada uma das imagens orbitais.

Além dessa técnica de realce, o presente trabalho também optou pelo processamento de Filtragem Linear de Realce de Imagem TM (Laplaciano), realizado apenas na banda 4 do *Landsat 5* (de 9/08/1987) e na banda 8 da *Landsat 7* (datada de 03/09/1999). Este tipo de filtro passa-alta é utilizado para realçar os componentes de alta frequência, favorecendo as diferenciações e os aspectos texturais da imagem. Segundo Florenzano (2008), com este processo as estradas, as drenagens, as falhas, as juntas e outras feições lineares da imagem são destacadas.

4.1.6. Etapa 7.0 - Elaboração do Mapa de Uso e Ocupação da Terra

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra foram dispensados procedimentos adicionais aos anteriores, representados pela segmentação e a classificação supervisionada. Para tal, foram selecionadas as imagens com datas mais atuais, que no caso desta pesquisa, correspondem às bandas 3, 4 e 5 do sistema *Landsat 5*, de 2011. No processo de segmentação, segundo Novo (2008), “ocorre a divisão da imagem, gerando regiões

homogêneas, [...] com o agrupamento de *pixels* contíguos”. Nesse sentido, as imagens desejadas na submissão desse processo devem passar pelo realce de composição colorida, também conhecida como falsa-cor, onde a combinação das cores primárias (R – *red*, G – *green*, B – *blue*) se associam às diferentes bandas, gerando cores de acordo com a satisfação visual do intérprete (CRÓSTA, 1992).

Neste caso, a melhor composição colorida correspondeu a 3B4G5R, que posteriormente foi sujeita ao processo de segmentação, onde a operação selecionada foi a de crescimento de regiões. Os valores selecionados para a similaridade e área (pixel) foram 40 e 50, respectivamente, pois trabalhos de Barbosa et al. (2004) e de Hess et al. (2003) apontam que a melhor combinação desses limiares é definida empiricamente, sendo necessários testes com diferentes valores para um dado conjunto de dados.

Posteriormente, os dados resultantes da segmentação foram submetidos ao processo de classificação supervisionada. A classificação supervisionada foi escolhida, pois existia um conhecimento prévio da pesquisadora acerca do local, e, principalmente, das classes analisadas (CRÓSTA, 1992; NOVO, 2008; FLORENZANO, 2008). A escolha das classes seguiu as orientações do IBGE (2006), aliados ao conhecimento das classes existentes no local. Assim, após a realização de inúmeros testes empíricos, o classificador que apresentou melhores resultados foi o *Bhattacharya*, cujo limiar de aceitação foi de 99%.

Para quantificar a exatidão do levantamento do uso e ocupação da terra optou-se pela utilização do índice Kappa, que se configura como um dos parâmetros mais utilizados e eficientes para este tipo de análise (COHEN, 1960). O índice é obtido através da adoção de uma referência para comparação dos mapeamentos produzidos, também denominado de “verdade de campo” ou “referência terrestre” (LOBÃO et al., 2005). Assim, é realizada uma tabulação cruzada indicando a proporção de casos presentes e/ou ausentes no mapa, cujos resultados são resumidos na forma de uma matriz de significância, na qual os elementos da diagonal principal indicam a significância da classificação (COHEN, 1960; RUDORFF et al., 2007).

Os dados vetoriais produzidos pela classificação foram exportados para ambiente *ArcGis*, onde as classes de uso foram minuciosamente analisadas e corrigidas. Como ferramenta auxiliar, os dados da plataforma *Google Earth* e dos mapas do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (INSTITUTO FLORESTAL, 2010) foram utilizados para tal verificação, além de dados de sensoriamento remoto das imagens originais. Nesse sentido, parâmetros de diferenciação como textura, cor, contraste, tonalidade, padrão, forma e

tamanho foram empregados nesta etapa de validação dos dados, seguindo os preceitos de Ceron & Diniz (1966), Loch (1984) e Marchetti & Garcia (1986).

4.1.7. Etapa 8.0 - Geração de Produtos Auxiliares para a Compartimentação Fisiográfica e Zoneamento Geombiental

De modo a subsidiar a Compartimentação Fisiográfica, bem como o próprio Zoneamento Geoambiental, foram gerados os mapas de declividade e de hipsometria da área de estudo. A hipsometria é uma técnica de representação da elevação do terreno através de cores, e seu estudo possibilita conhecer o relevo de uma região de forma mais aprofundada, além de auxiliar no entendimento dos fenômenos que se processam em sua superfície.

A declividade, por sua vez, é uma variável básica para a segmentação de áreas em praticamente todos os procedimentos de planejamento territorial devido a sua estreita associação com processos de transporte gravitacional (escoamento, erosão, deslizamento) (VALERIANO, 2008). Além dessas aplicações, também figura entre as variáveis de evidente aplicação na interpretação geomorfológica.

Para esta etapa, selecionou-se como dados de entrada a imagem de radar do sistema SRTM, que foi submetida aos procedimentos de *Raster to TIN*, para a construção do mapa hipsométrico, e ao *Slope*, para a declividade, ambos pela ferramenta *3D Analyst*, na plataforma *ArcGis*.

As classes hipsométricas foram divididas em intervalos de 100 metros, de modo que a primeira cota selecionada foi a de 500 metros e a última de 1.100 metros, uma vez que a menor amplitude encontrada em toda a área de estudo é de 530 metros, e a maior, 1.100 metros, respectivamente. A escolha do intervalo hipsométrico supracitado entra em consonância com o quadro de análises e interpretação dos dados geológicos em imagens de sensoriamento remoto proposto por Zaine (2011), uma vez que para o quesito “amplitude local” os diagnósticos são quantificados em centenas.

A definição das classes de declividade seguiu as orientações metodológicas de Lepsch (1983, 2002), Ross (1995), Ponçano et al. (1981) e De Biasi (1970, 1992). Desta forma, foram definidas as seguintes classes:

- 0 a 5%: representam áreas com declives suaves e escoamento superficial lento a médio (LEPSH, et al., 1983). Este intervalo se refere às áreas propícias para a ocupação,

desde que não estejam sujeitas aos processos de inundação e enchente, considerando que o processo de inundação ocorre principalmente em solos com baixa permeabilidade. De Biasi (1970) destaca ainda a ausência de problemas de erosão linear e laminar, e afirma que o limite máximo de inclinação do terreno para a implantação de indústrias é de 5%.

- 5 a 12%: são áreas propícias para o cultivo agrícola mecanizado com ocorrência incipiente de processos erosivos. Lepsh (1983, 2002) considera que essas áreas possuem superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, apresentando escoamento superficial médio a rápido. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas, podendo ser controlada com técnicas simples. Para práticas de cultivo intenso, estas áreas requerem complexas técnicas de conservação dos solos (LEPSH, 1983). De acordo com De Biasi (1970), este intervalo se configura como o limite para o emprego da mecanização na agricultura e construção civil sem necessidade de cortes ou aterros.
- 12 a 30%: segundo De Biasi (1970) se refere às áreas de grande inclinação no relevo, ou seja, áreas em que os cultivos agrícolas são dificultados, sendo possível somente a prática de culturas permanentes. Além disso, o parcelamento do solo é permitido somente em áreas com declividade de até 30%, conforme estabelece a Lei Federal 6.766/79 alterada pela Lei nº 9.785/99.
- 30 a 45%: são as porções do terreno cujas encostas são o limite para o corte raso da vegetação (DE BIASI, 1970). Ross (1995) considera que a partir de 30% de declividade o terreno apresenta fragilidade muito alta. Além disso, a Lei do Parcelamento do Solo Urbano (Lei Federal 6.766/79) define que não é permitido construções urbanas “em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes” (BRASIL, 1979, artigo 3).
- 45 a 100%: se refere às áreas íngremes. O Código Florestal (Lei Federal 12651/2012) recomenda o limite de 45% para separar cultivos ou pastagens de cobertura florestal e institui que áreas com declives entre 45% e 100% podem ser usadas somente para exploração florestal seletiva, sendo consideradas áreas de preservação permanente.

Os mapas hidrográfico e geológico também foram auxiliares para o processo de compartimentação fisiográfica. Nesse sentido, o mapa geológico, em escala 1: 100.000 do IPT

(1978) foi vetorizado em ambiente *ArcGis* e foram feitas as transformações necessárias em relação ao sistema de projeção do mapa original. Não obstante, o mapa hidrográfico foi gerado através das informações das cartas topográficas 1: 50.000 das folhas Jacareí (SF-23-Y-D-II-3) e São José dos Campos (SF-23-Y-D-II-1), cuja fonte de dados é o IBGE.

4.1.8. Etapa 9.0 - Elaboração do Mapa de Compartimentação Fisiográfica

A abordagem adotada para a compartimentação fisiográfica deste trabalho é a análise integrada (ROSS, 1995), também denominada de fisiográfica (MITCHELL, 1973). Segundo Vedovello (2000), Ross (1995) e Zaine (2011) este tipo de análise inclui uma abordagem de natureza analítico-sintética, derivada dos *land systems*, tendo como referenciais padrões de fisionomia do terreno ou padrões de paisagem, individualizados e cartografados.

O produto cartográfico gerado é único, porém, seccionado em várias unidades de terreno, que incluem características referentes ao relevo, solo, geologia, uso da terra, vegetação e socioeconômica, cujas informações são sintetizadas e apresentadas mediante a análise integrada (ZAINÉ, 2011). Vedovello (2000) e Tinós (2011) ressaltam que a prática deste procedimento é positiva em relação ao tempo de execução e de aplicabilidade, facilitando ações de planejamento territorial.

4.1.8.1. Etapa 9.1 - Compartimentação fisiográfica

A compartimentação fisiográfica seguiu as recomendações da interpretação pelo método lógico (GUY, 1966; SOARES & FIORI, 1976), que segundo Vedovello (2000) é passível de repetição por outros intérpretes ou aplicação em outras áreas de maneira similar.






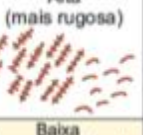
Neste método os estudos de textura, forma e estrutura das feições seguem as etapas de fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação. Segundo Soares e Fiori (1976), a etapa de fotoleitura compreende o reconhecimento dos elementos de textura de interesse na imagem; a fotoanálise, por sua vez, faz a associação e ordenação das partes da imagem analisada e a fotointerpretação trata da análise da imagem visando à descoberta e avaliação, por métodos indutivos, dedutivos e comparativos do significado, função e relação dos objetos correspondentes às imagens (SOARES & FIORI, 1976). No caso do presente trabalho foram utilizadas imagens de sensoriamento orbitais, portanto as colocações de Veneziani e Anjos (1982) e Soares et al. (1978) foram necessárias.

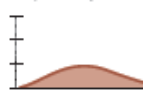
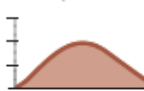
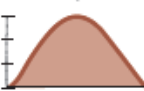
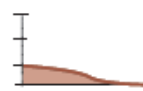

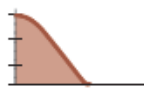








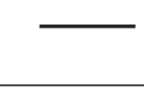



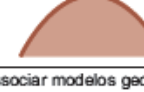

A etapa de fotoleitura se baseou na identificação das técnicas e processos de obtenção da imagem orbital de sensoriamento remoto, como a resolução espacial, resolução espectral e outras características pertinentes nessa fase. Mattos (2011) sugere que se realize um reconhecimento geral da imagem nesta etapa, bem como o arranjo espacial das feições.

Para a fotoanálise as análises da forma, textura, estrutura dos elementos do relevo e da drenagem foram considerados referenciais para a delimitação dos diferentes compartimentos. Assim, esta etapa seguiu as proposições do quadro de análise fotogeológica, elaborado por Zaine (2011), conforma pode ser observado no Quadro 4.

A fotointerpretação, por sua vez, se baseou na assimilação dos resultados obtidos pela fotoanálise, identificando o significado das formas e características das unidades delimitadas no contexto de sua função para o ambiente.

Quadro 4 – Quadro de análise e interpretação de dados geológicos por sensoriamento remoto

1. Análise da densidade textural		CLASSES		
Elementos de análise	Elementos de drenagem e relevo			
Critérios de análise	Densidade dos elementos de drenagem	Baixa (0 a 5/10 km ²) 	Média (5 a 30/10 km ²) 	Alta (> 30/ km ²) 
	Densidade dos elementos do relevo (dissecação e rugosidade do terreno)	Baixa (mais lisa) 	Média 	Alta (mais rugosa) 
Propriedade a ser interpretada	PERMEABILIDADE (intergranular)	Alta (Permeável)	Média	Baixa (Pouco permeável a impermeável)
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Relação escoamento superficial/infiltração	Baixa	Média	Alta
	Espessura e características do manto de alteração	Grande (Espesso; > 5m)	Média	Pequena (Raso/rocha aflorante)

2. Análise das formas e características do relevo		CLASSES		
Elementos de análise	Declives, vertentes, topos, vales, rupturas de declive (quebras de relevo), cristas e escarpas			
Critérios de análise	a) Amplitude local (variações de cotas na unidade)	Pequena (0 a 100 m) 	Média (100 a 300 m) 	Grande (> 300 m) 
	b) Declividade	Baixa (0 - 15%) 	Média (15 - 30%) 	Alta (> 30%) 
	c) Forma de encosta / vertente (* representação em planta)	Convexa  	Côncava  	Retilínea  
	d) Forma do vale (* representação em planta)	Aberto  		Fechado  
	e) Forma do topo	Aplainados 	Arredondados 	Angulosos 
	f) Feições particulares de relevo	Identificar e descrever. Associar modelos geológicos já conhecidos <small>*Consultar quadros Howard (1967); Soares e Fioi (1976); Nunes et. al. (1995)</small>		
Propriedades a serem interpretadas	Solubilidade	Não solúvel	Média	Solúvel
	Resistência à erosão natural (dureza)	Baixa (Pouco resistente)	(Resistência média)	Alta (Muito resistente)
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise Registros de processos geológicos	Profundidade do topo rochoso	Profundo	Intermediário	Raso a sub aflorante
	Espessura de materiais inconsolidados	Espesso	Intermediário	Delgado a inexistente
	Grau de escavabilidade	Pouco resistente	Resistência média	Muito resistente
	Potencial a erosão linear (induzida)	Médio a alto	Médio a alto	Médio a baixo
	Potencial a movimentos gravitacionais de massa	Baixo	Médio a Alto	Alto

Fonte: Zaine (2011)

Continuação Quadro 4 - Quadro de análise e interpretação de dados geológicos por sensoriamento remoto

3. Análise das estruturas geológicas		CLASSES			
Elementos de análise	Linhas de rupturas de declive (positivas = proeminentes; negativas = reentrâncias) Lineações e alinhamentos de relevo (traços de foliação e camadas), drenagem e traços de fratura				
Critérios de análise	a) Tropa				
	b) Assimetria de relevo e drenagem (geometria das camadas)				
	c) Regra dos Vs				
	d) Sinuosidade* (drenagem)				
	e) Padrões reconhecidos e anomalias	Identificar e descrever. Associar à modelos geológicos já conhecidos. <small>*Consultar quadros Howard (1967); Soares e Flori (1976); Nunes et. al., (1995)</small>			
Propriedades a serem interpretadas	Planos de estratificação e foliação metamórfica	Ausentes a pouco marcantes	Espaciaados	Adensados	
	Composição e estrutura	Homogênea	Mista	Heterogênea	
	Plasticidade/ruptibilidade (foliação x fraturas)	-	Rúptil	Dúctil	
	Grau de faturamento	Baixo	Médio	Alto	
	Permeabilidade Fissural	Baixa	Média	Alta	
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Partição em blocos: possibilidade de queda de blocos	Baixa	Média	Alta	

4. Análise complementar		CLASSES		
Elementos de análise	Tons de cinza ou coloração; vegetação e uso do solo; feições de processos geológicos			
Critérios de análise	Tons de cinza *	branco a cinza claro	cinza médio	cinza escuro a preto
	Coloração*	Claros, amarelados, róseos		Verdes escuros a pretos
Propriedades a serem interpretadas	Solos derivados de rochas básicas/ácidas ou arenosas/argilosas	Solos ácidos/arenosos	Solos básicos/argilosos	
	Presença de água/umidade no solo	Solos secos	Solos úmidos	Corpos d'água**
	Cobertura vegetal	Sem vegetação a pastagem	Rasteiras e arbustivas	Arbóreas (florestas e reflorestamento)
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Solo exposto	Presente		Ausente
	Afloramentos e blocos rochosos	Presente		Ausente
	Presença de N.A. raso/aflorante	Profundo (> 5m)	Variável	Raso (aflorante < 2m)

* A análise deve considerar os diferentes tipos de uso do solo.

** Corpos d'água podem apresentar tons claros quando ocorre a reflexão da luz.

Fonte: Zaine (2011)

A figura 4 lista resumidamente as etapas da realização da compartimentação fisiográfica.

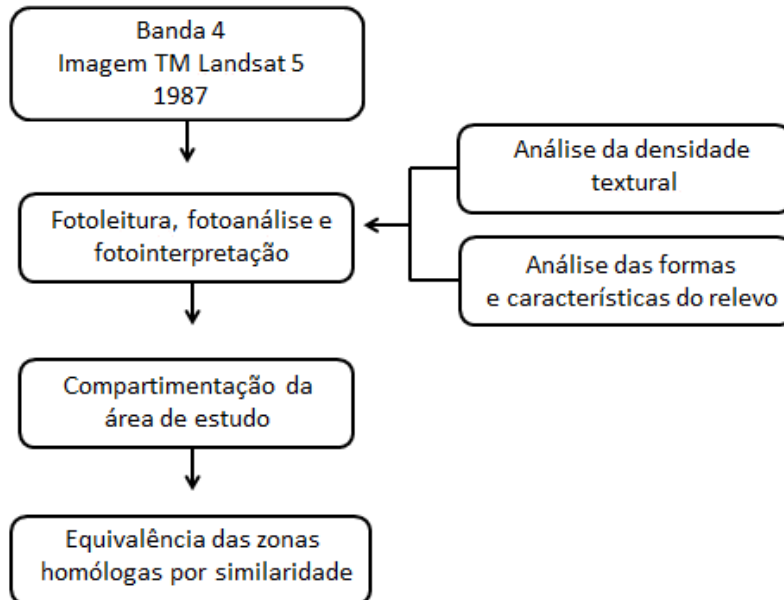


Figura 4 - Etapas da realização da compartimentação fisiográfica (adaptado de Pilachevsky, 2013)

4.1.8.2. Etapa 9.2 - Caracterização Geológica-Geotécnica

A caracterização geológico-geotécnica foi baseada nos resultados da interpretação das imagens pelas etapas anteriores e pelo trabalho de campo. As análises realizadas nessa fase seguiram as orientações do item “Aplicações” da “Análise de densidade textural”, “Análise das formas e características do relevo” e “Análise das estruturas geológicas” do item 1 do quadro 5, apresentado anteriormente, conforme proposto por Zaine (2011). Assim, estudos mais detalhados a respeito dessa temática são necessários, uma vez que esta foi obtida como um subproduto das análises fisiográficas.

4.1.9. Etapas 10.0 e 11.0 - Trabalho de Campo e Correção dos Dados de Sensoriamento Remoto e Mapeamentos Realizados

O trabalho de campo visou observar e validar cartograficamente as feições de relevo (aspectos fisiográficos) para a verificação da homogeneidade das unidades de compartimentação e seus limites, as características geológico-geotécnicas, o uso da terra e as

ocorrência de processos do meio físico. Nesta etapa buscou-se percorrer todas as zonas homólogas ao longo da área de estudo, coletando pontos de localização com o GPS *Garmin Etrex* e com fotografias panorâmicas do relevo. Os resultados dos trabalhos de campo possibilitaram a reinterpretação da compartimentação fisiográfica e do mapeamento de uso e ocupação da terra.

4.1.10. Etapa 12.0 e 13.0 - Mapa de Zonas Geoambientais e avaliação

Com a reinterpretação da compartimentação fisiográfica e as correções de dados após o trabalho de campo, as informações produzidos foram avaliadas e sintetizadas como cartografia final ou de síntese (VEDOVELLO, 2000), onde as zonas homólogas definidas anteriormente foram classificadas em termos de fragilidades e potencialidades do terreno.

A metodologia utilizada para a elaboração do Zoneamento Geoambiental da região de São José dos Campos foi baseada, principalmente, nos trabalhos de Zaine (2011), Vedovello e Mattos (1993, 1998), Vedovello (2000), Mattos (2011), Soares e Fiori (1976), Soares et.al. (1978), Veneziani e Anjos (1982), Riverau (1972) e Pilachevsky (2013).

Acordando com as proposições dos respectivos autores, o mapa de zonas geoambientais foi elaborado em escala 1:100.000, partindo-se principalmente da associação de métodos e técnicas da análise fisiográfica.

Conforme as recomendações de Pilachevsky (2013), a carta de zoneamento geoambiental foi elaborada segundo o conceito ecodinâmico de Tricart (1977), tendo como objetivo avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, de modo a compatibilizar suas características naturais com suas restrições (KAWUABUKO et al., 2005). Neste caso, as suscetibilidades dos ambientes estão em função de suas características genéticas, ou seja, deve-se conhecer o ambiente integralmente, em termos de características geológicas e geomorfológicas para a realização do zoneamento geoambiental (ROSS, 1995, 2006).

Seguindo esses preceitos, para a geração do mapa de zonas geoambientais os dados resultantes da compartimentação fisiográfica e do mapeamento do uso da terra foram integrados através da abordagem multi-temática em ambiente *ArcGis 10.1* com a ferramenta *Raster calculator* (ROSS, 1995, BENNET; DOYLE, 1997), por meio do método de sobreposição ponderada, também conhecido como análise multicriterial. Este tipo de análise, segundo Lucena (1999), permite avaliar de maneira igualitária aspectos ambientais e

econômicos num único produto, auxiliando nas tomadas de decisões. Malczewski (1999) complementa, afirmando que

“a avaliação multicriterial é considerada um processo que combina e transforma dados espaciais (planos de informação de entrada) em mapas finais para a tomada de decisão, ressaltando-se que as regras de decisão definem as relações entre os dados de entrada e os mapas finais”.

O método de sobreposição de cartas consiste na sobreposição de informações (mapas e cartas) que representam os atributos do meio físico de modo a estabelecer novas unidades. O resultado são cartas de zoneamento em que as unidades são redefinidas a partir da fusão e interpretação de todas as informações existentes para a área de análise (PEJÓN; ZUQUETE, 1995).

A etapa de avaliação foi baseada na sugestão de recomendações acerca de medidas de proteção ambiental para a área de estudo destinadas a assegurar a qualidade ambiental na área de estudo, seguindo os preceitos da Gestão Ambiental e Planejamento Territorial, seguindo as proposições de Pilachevsky (2013), Vedovello e Mattos (1993, 1998), Vedovello (2000), Lepsch (1983, 2002), Lisboa e Ferreira (2011), Rodrigues (2000), Martins (2011) e Della Justina (2009).

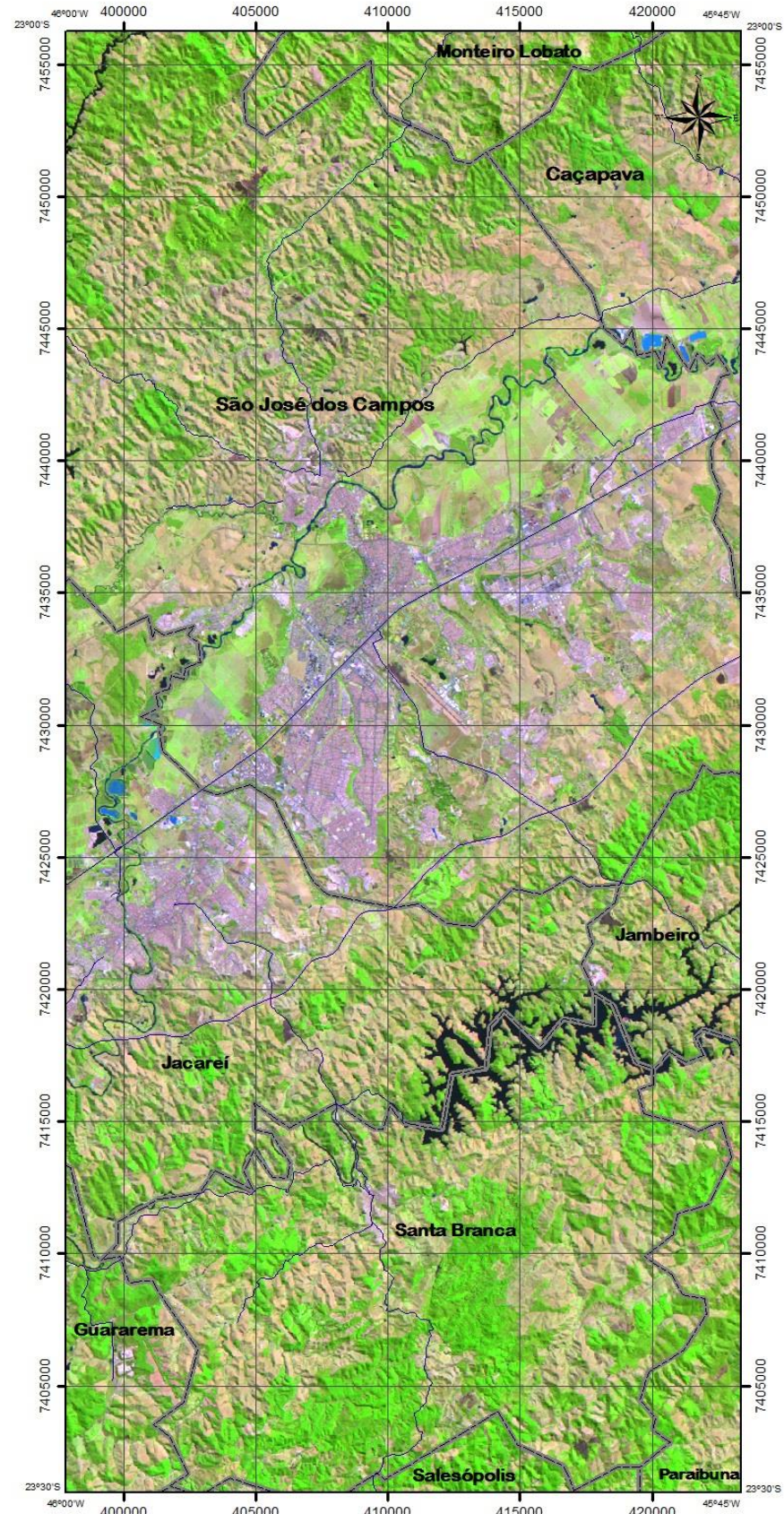
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1. Localização

A área de estudo localiza-se no cone leste paulista, denominada de Médio Vale do Rio Paraíba (Figura 5). Compreende as folhas topográficas 1:50.000 de São José dos Campos (SF-23-Y-D-II-1) e Jacareí (SF-23-Y-D-II-3), delimitada pelos paralelos 23⁰⁰' a 23³⁰' e meridianos 46⁰⁰' a 45⁴⁵'.

É assim denominada por situar-se nos arredores do Rio Paraíba do Sul, o qual foi um importante fator do desenvolvimento econômico na região. Os principais acessos rodoviários podem ser feitos, segundo o DER (2013), pelas seguintes vias:

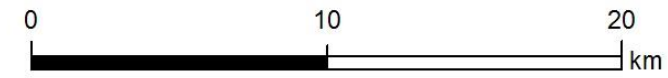
- Rodovia Presidente Dutra (BR-116): interliga as capitais São Paulo e Rio de Janeiro;
- Rodovia Carvalho Pinto (SP-070): conexão entre Guararema e Taubaté;
- Rodovia dos Tamoios (SP-099): malha viária que possibilita ao acesso ao Litoral Norte do estado de São Paulo;
- Rodovia Monteiro Lobato (SP-050): ligação entre o município de São José dos Campos e o sul do estado de Minas Gerais;
- Rodovia Nilo Máximo (SP-077): via de acesso de Jacareí para Santa Branca e Salesópolis.






BASE CARTOGRÁFICA: Folhas Topográficas 1:50.000 do IBGE (São José dos Campos e Jacareí).

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM: SAD69/Zona 23S

Imagens de Sensoriamento Remoto do Landsat 5
 Composição: 5R 4G 3B
 Data: 24/08/2010
 Órbita 219; Ponto 76



 Figura 5 - Localização da área de estudo	
Zoneamento Geoambiental da região de São José dos Campos (SP) Claudia Vanessa dos Santos Corrêa Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes V. Reis	
Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Instituto de Geociências e Ciências Exatas Unesp/ Rio Claro	
Dezembro/ 2013	
	Apoio: 

A região foi selecionada como objeto de estudo devido a sua importância no cenário econômico brasileiro, além da diversidade de morfologias originada pelas suas características geológicas peculiares. Becker e Egler (1989) a denominam como “corredor metropolitano”, devido à circulação terrestre entre os centros vitais do país, São Paulo e Rio de Janeiro, bem como suas principais ligações com Belo Horizonte (BECKER & EGLER, 1989). Os mesmos autores ainda apontam o surgimento de paisagens tecnógenas no local nas últimas décadas, e as dividiram em setores regionais.

Nesse sentido, Oliveira et al. (2008) complementam, afirmando que o Vale do Paraíba representa uma parcela importante do PIB nacional, pois nele estão instaladas indústrias dos setores do grupo I, como indústria aeronáutica, do grupo II, como indústrias automobilísticas e indústrias do setor III, como as de materiais eletrônicos e de comunicações, elementos químicos; resfriamento e preparação de leite e laticínios; refino de petróleo e indústria petroquímica; produtos farmacêuticos e de perfumaria, além de químicos diversos.

Assim, com a instalação desses empreendimentos, impulsionados na década de 1950 com a implementação da Rodovia Presidente Dutra (BR-116), houve um significativo aumento da densidade populacional na região, conforme dados do Seade (2010). Portanto, aglomerados urbanos com elevadas densidades populacionais e atividades socioeconômicas intensas, tais como o Vale do Paraíba, necessitam de complexas e densas malhas rodoviárias, de modo a atender e subsidiar a demanda por serviços e mobilidade de seus agentes.

5.2. Clima

A região Sudeste apresenta grandes diversidades climáticas, devido a sua localização na zona tropical. Assim, está sujeita a grandes incidências de raios solares, o que favorece o processo de evapotranspiração de grandes massas líquidas do meio biótico e abiótico (MORELLI, 2002).

Durante a maior parte do ano há o predomínio das massas de ar Tropical Atlântica (Ta), Tropical Continental (Tc), Polar Atlântica (Pa) e Equatorial Continental (Ec), devido à barreira topográfica oferecida pela Serra da Mantiqueira no Vale do Paraíba (CRISÓSTEMO NETO, 2003). Segundo Setzer (1966), em função da grande diferença de altitudes verificada na área de estudo, os tipos climáticos predominantes pela classificação de Köppen são:

- Cwa – clima de inverno seco e verão chuvoso, cuja temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa os 22°C. O índice pluviométrico varia entre 1.100 mm e 1.700 mm anuais, decrescendo a precipitação no sentido para oeste. A estação seca transcorre entre os meses de abril até setembro. Este tipo climático predomina na região do vale do rio Paraíba do Sul;
- Cwb – clima mesotérmico de inverno seco e verão ameno, onde a temperatura média varia entre 10°C e 22°C e os totais pluviométricos anuais variam entre 1.300 mm e 1.700 mm. A área de atuação desse tipo climático ocorre nas regiões mais elevadas no vale do rio Paraíba do Sul;
- Cfb – clima subtropical de altitude, úmido e sem estiagem, onde a temperatura do mês mais quente não atinge os 22°C e o índice pluviométrico varia entre 1.100 mm e 1.200 mm anuais. A área de ocorrência desse tipo climático é verificada nos pontos mais elevados das serras da Mantiqueira e do Mar (SETZER, 1966).

As figuras 6 e 7 representam as médias compiladas das temperaturas e chuvas mensais da região de São José dos Campos (SP).

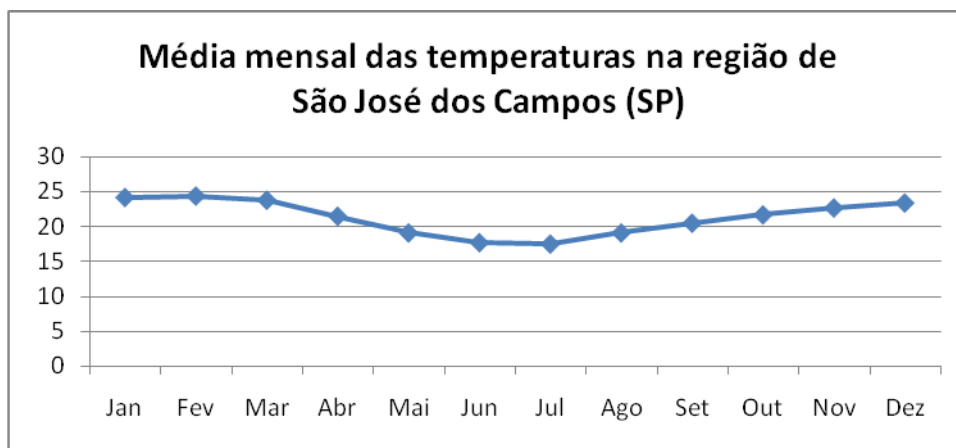


Figura 6 – Média mensal das temperaturas na região de São José dos Campos (SP)

Fonte: CEPAGRI, 2012.

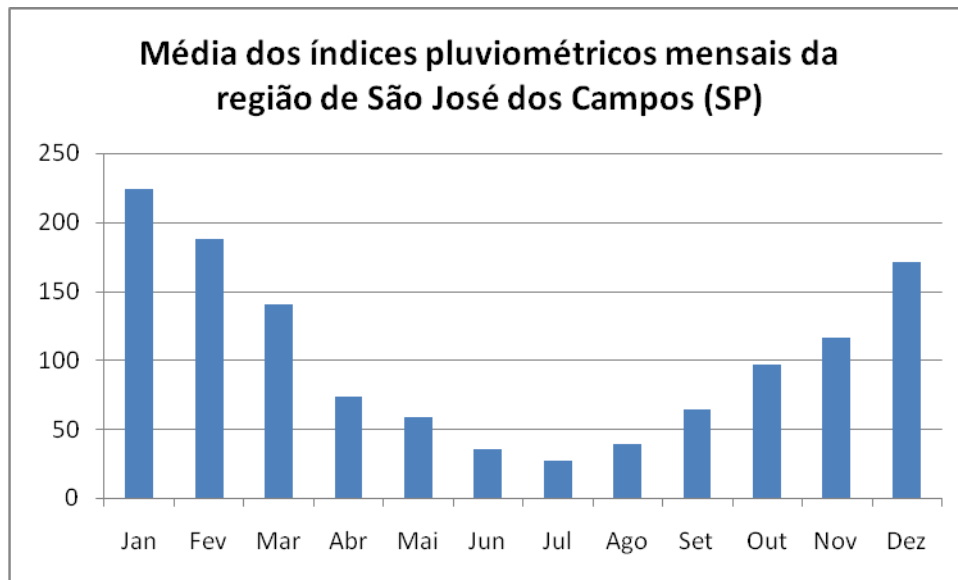


Figura 7 – Média mensal dos índices pluviométricos da região de São José dos Campos (SP)

Fonte: CEPAGRI, 2012.

5.3. Geologia Regional

A região do alto-médio Paraíba do Sul está inserida na região de Dobramentos Sudeste (SCHOBENHAUS et. al., 1984), a qual foi afetada pela mobilização tectônica brasileira. As unidades litoestruturais existentes, provavelmente foram acumuladas durante o Proterozóico Superior e posteriormente afetadas pelo Ciclo Brasileiro, e os complexos litoestruturais foram consolidados no Arqueano e Proterozóico Inferior e retrabalhados em ciclos termotectônicos pré e sinbrasilianos (RICCOMINI et. al., 2004). Hasui et. al. (1984) consideraram para essa região de dobramentos Sudeste uma evolução policíclica e polimetamórfica, evidenciada pelas transformações geodinâmicas e geoquímicas ocorridas.

Segundo Riccomini et. al. (2004), a área em questão encontra-se inserida na porção central da Província da Mantiqueira, conhecida como Cinturão Ribeira, e possui as seguintes unidades geológicas: o embasamento cristalino, com diversos tipos litológicos do Pré-Cambriano, rochas granitóides e rochas sedimentares da Bacia de Taubaté.

5.3.1. Embasamento Cristalino

As rochas do embasamento cristalino atribuem-se ao Grupo Açungui, composto por sequências gnáissico-migmatíticas designadas de Complexo Embú, limitadas por empurrões ou zonas de cisalhamento dúcteis oblíquas de alto ângulo (EIRADO et al., 2006; RICCOMINI et al., 2004). Segundo esses mesmos autores, as associações litológicas do Complexo Embú foram agrupadas em duas unidades estratigráficas: Unidade Rio Guaripu e Unidade Rio Paraitinga.

5.3.1.1. Unidade Rio Guaripu

É constituída de sillimanita-muscovita-biotita gnaisse/xisto, ora com granada e/ou turmalina, muscovita-biotita gnaisse fino, com diversas intercalações delentes de rochas calcissilicáticas, quartzitos micáceos, e, raramente, mármore e anfibolito. Os gnaisses xistosos possuem composição semi-pelítica a pelítica e, normalmente, apresentam leucossomas anatéticos. Esta unidade é truncada a nordeste pelo granito Campo Alegre (EIRADO et al., 2006). A Unidade Rio Guaripu parece corresponder, em parte, às unidades Rio Paraibuna e Redenção da Serra, definidas por Fernandes e Figueiredo (1990).

5.3.1.2. Unidade Rio Paraitinga

Esta unidade aflora a norte do Granito Campo Alegre e apresenta uma constituição litológica semelhante à unidade basal anterior, predominando um (turmalina)-(granada)-sillimanita-muscovita-biotita gnaisse/xisto e (turmalina)-muscovita-biotita gnaisse fino. Porém, além das frequentes intercalações de rochas calcissilicáticas e quartzitos impuros, agora mais espessos, ocorrem ainda nessa unidade, camadas de estaurolitamuscovita-biotita xisto, granada-hornblenda-biotita gnaisse fino e raras lentes de tremolita xisto. Ocorrem ainda intercalados nos gnaisses xistosos desta unidade, níveis concordantes e centimétricos de turmalinitos, que podem sugerir uma natureza vulcano-sedimentar (PEREIRA, 2001). A Unidade Rio Paraitinga pode ser correlacionada, parcialmente, às unidades Rio Una e Redenção da Serra definidas por Fernandes e Figueiredo (1990).

5.3.2. Rochas Granitóides

As rochas granitóides encontradas na área relacionam-se ao magmatismo neoproterozóico, marcado pela ausência de granitos metaluminosos. Estas rochas constituem corpos batolíticos, e são representadas pelos maciços Quebra Cangalha, Lagoinha e Natividade da Serra. Segundo Janasi et. al. (2003), o batólito Quebra Cangalha é composto por biotita granitos porfiríticos e muscovita-biotita granitos equigranulares mais diferenciados, em parte com granada. O maciço Natividade da Serra possui uma área exposta superior a 800 km², constituindo-se em uma das mais expressivas ocorrências graníticas do leste paulista. É alongado na direção ENE, com uma unidade de borda em que predominam biotita granitos porfiríticos e um núcleo mais diferenciado, de (turmalina)-muscovita-biotita granito equigranular branco; corpos de granada-turmalina aplito e pegmatito são comuns, especialmente no núcleo do batólito (CHIODI FILHO et. al., 1983, FERNANDES, 1991). O Maciço Lagoinha apresenta os seguintes litotipos: biotita granito porfirítico, inequigranular, raramente com granadas; biotita granito fino a médio, equigranular e muscovita-biotita granito com granada.

5.3.3. Bacia Sedimentar de Taubaté

A Bacia Sedimentar de Taubaté é uma unidade geotectônica limitada ao norte pela falha de Buquira e ao sul pela falha do Alto da Fatura, distinguindo-a do embasamento cristalino (HASUI & PONÇANO, 1978). Juntamente com as bacias de São Paulo, Resende e Volta Redonda, a bacia de Taubaté constitui uma bacia tafrogênica continental tipo *rift*, pertencente ao segmento central do “Sistema de *Rifts* da Serra do Mar” (ALMEIDA, 1976) e mais recentemente “*Rift* Continental do Sudeste do Brasil” – RCSB (RICCOMINI et. al. 2004).

Estes processos tectônicos ocorreram durante a abertura do Atlântico Sul, formando grábens assimétricos, com basculamento ora para SE, ora para NW, preenchidos por sedimentos a partir do Terciário. Possui formato alongado com 170 km de comprimento e de 10 a 20 km de largura e compreende as Formações Resende, Formação Tremembé, Formação São Paulo, Formação Pindamonhangaba e sedimentos quaternários. Entretanto, verifica-se a ocorrência na área de estudo as seguintes unidades:

- Formação Resende: composta por uma sequência de unidades tabulares predominantemente arenosas, de coloração entre o branco e o cinza, e secundariamente síltico-argilosas de coloração verde oliva, relacionados a um sistema fluvial entrelaçado, e outra porção oriunda de leques aluviais (AMADOR, 1975);

- Formação Tremembé: compreende a argilitos verdes maciços, ritmitos de folhelhos e margas, e arenitos, relacionados a ambiente lacustre. Os argilitos verdes maciços constituem pacotes com espessura métrica, frequentementeossilíferos e às vezes exibindo gretas de contração e concreções calcíferas de dimensões até decimétricas. Os ritmitos são formados pela alternância de lâminas ou camadas centimétricas de folhelhos e margas. Os folhelhos são de cor castanha a cinza escuro, localmente papiráceos eossilíferos e às vezes pirobetuminosos (SUGUIO, 1969). As margas são ricas em ostracodes e podem gradar para calcários. Os dolomitos possuem textura microesparítica e coloração verde-acinzentada a branca, constituindo camadas tabulares e contínuas, de espessura decimétrica, intercaladas nos argilitos verdes maciços. Os arenitos apresentam-se de duas maneiras. Na primeira, como arenitos finos a médios com estratificações cruzadas de grande porte, com direção de transporte para o centro da bacia. Na segunda, como camadas tabulares de grande persistência lateral, com espessuras decimétrica à métrica e base erosiva. Na base das camadas são grossos, arcoseanos e conglomeráticos, com seixos de argila, por vezes chegando a constituir conglomerados polimíticos. Exibem gradação normal para arenitos quartzosos finos, com laminações cavalgantes (*climbingripples*), ocorrendo, no topo, siltitos bioturbados e siltitos e argilitos com gretas de contração. Inúmeros trabalhos de cunho paleontológico já foram realizados acerca do rico conteúdoossilífero da Formação Tremembé, tendo sido descritos, até o momento, restos de folhas e troncos de angiospermas, espículas de esponjas, tubos de vermes, gastrópodes, ostracodes, crustáceos, insetos (lepidóptera), peixes, aves, répteis (crocodilianos e quelônios) e mamíferos (quirópteros, taxodontídeos, roedores) (MEZZALIRA, 1989).

- Formação Pindamonhangaba: corresponde a um sistema fluvial meandrante desenvolvido nas porções central e sudoeste da Bacia de Taubaté, recobrendo discordantemente os depósitos das formações Tremembé, Resende e São Paulo. Mancini (1995) subdividiu a unidade em dois membros interdigitados, designados de Rio Pararangaba e Presidente Dutra. O Membro Rio Pararangaba é constituído de conglomerados com

granodecrescência ascendente para arenitos grossos a médios com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas, representativos das fácies de canal de sistema fluvial meandrante de granulação grossa, registrando-se localmente pacotes decimétricos de argilas cinza-escuro, ricas em matéria orgânica, originadas do abandono e preenchimento de canais por decantação (*oxbowlakes*). O Membro Presidente Dutra é constituído por argilitos maciços a laminados, rítmicos, de grande persistência lateral, com intercalações de siltitos e arenitos finos, relacionados à deposição em planície de inundação de sistema fluvial meandrante de granulação fina. Dados de paleocorrentes indicam direção geral de transporte para NE (MANCINI, 1995);

- Sedimentos quaternários: sedimentos coluviais, aluviais e flúvio-lacustres, com fases de pedogênese. Estão situados ao longo das drenagens principais da região (MANCINI, 1995).

5.3.4. Condições Estruturais

Sondagens (HASUI & PONÇANO, 1978), mapas de distribuição das litofácies (RICCOMINI, 1989), linhas sísmicas (MARQUES, 1990) e dados gravimétricos (FERNANDES, 1993; FERNANDES & CHANG, 2001) indicam que a bacia possui altos internos que delimitam segmentos com alternância de depocentros ao longo do seu eixo. Os altos estruturais de Caçapava, onde encontram-se exposições de rochas do embasamento (HASUI & PONÇANO, 1978; RICCOMINI, 1989), e de Pindamonhangaba, recoberto por sedimentos (FERNANDES, 1993), são considerados zonas de transferência que subdividem a bacia em três compartimentos alongados segundo a direção NE, denominados, de sudoeste para nordeste, de São José dos Campos, Taubaté e Aparecida (FERNANDES & CHANG, 2001, 2003).

O Compartimento São José dos Campos é um hemigráben com assoalho inclinado para NW (MARQUES, 1990), contra a falha mestra de São José, atingindo espessura máxima de 300 m de sedimentos (FERNANDES & CHANG, 2003). O Compartimento Taubaté, também um hemigráben, apresenta basculamento para SE controlado pela Falha de Quiririm, com cerca de 600 m de espessura máxima de sedimentos (FERNANDES & CHANG, 2003). O Compartimento Aparecida é um gráben, assimétrico na sua porção sudoeste, onde o embasamento mergulha para NW controlado pela Falha do Ribeirão da Serra, e com

tendência a simétrico para nordeste, onde é delimitado pelas falhas de Piedade e do Ronco ao longo da borda noroeste, e de Aparecida na borda sul. Nas proximidades da Falha de Piedade, na porção central deste compartimento, a espessura do preenchimento sedimentar atinge 800 m (RICCOMINI, 1989; FERNANDES & CHANG, 2003).

5.4. Geomorfologia Regional

Neste trabalho adotou-se a divisão geomorfológica proposta por Ross e Moroz (1997) e o mapeamento em escala 1:250.000 elaborado por Florenzano e Csordas (1993).

Na proposta de Ross e Moroz (1997), a região de estudo insere-se nas Unidades Morfoestruturais Cinturão Orogênico do Atlântico e Bacia Sedimentar Cenozóica. O Cinturão Orogênico do Atlântico apresenta como Unidade Morfoescultural o Planalto Atlântico, que na área em questão compreende ao Planalto e Serra da Mantiqueira, Planalto de Paraitinga/Paraibuna e Planalto do Médio Vale do Paraíba. A Bacia Sedimentar Cenozóica, por sua vez, possui como Unidade Morfoescultural a Depressão do Médio Paraíba. O quadro 5 lista as principais formas de relevo atreladas às respectivas Unidades Morfoestruturais e Morfoesculturais da área de estudo.

A classificação de Florenzano e Csordas (1993) baseou-se formação do relevo a partir da acumulação, da origem denudacional e estrutural do relevo, baseando-se nos preceitos adotados por IPT (1981). Assim, os autores classificaram as feições segundo a sua forma de origem, que pode ser por acumulação, denudacional e estrutural. O quadro 6 sintetiza a proposta de classificação geomorfológica de Florenzano e Csordas (1993) e a figura 8 espacializa as formas de relevo encontradas na área de estudo.

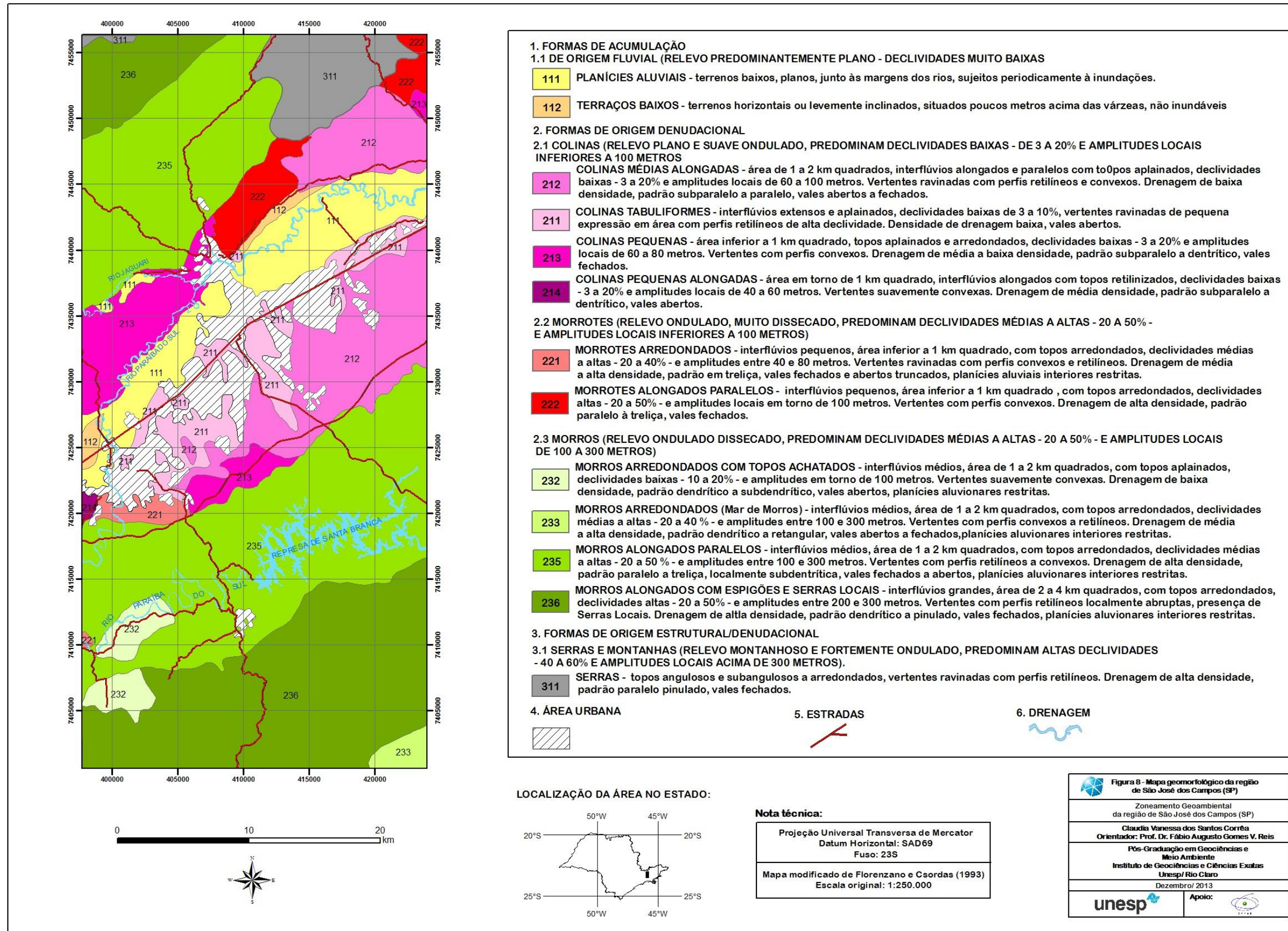
Quadro 5 – Unidades Morfoestruturais, Morfoesculturais e formas de relevo da região de São José dos Campos (SP) segundo a proposta de Ross e Moroz

Unidades Morfoestruturais	Unidades Morfoesculturais		Formas de relevo		
			Modelados	Altimetria	Declividade
Cinturão Orogênico do Atlântico	Planalto Atlântico				
	altitude predominante acima de 900m	Planalto e Serra da Mantiqueira	escarpas e morros altos	700 a 1000m	> 30%
		Planalto de Paraitinga/Paraibuna	morros altos e alongados	800 a 900m	20 a 30%
	altitude predominante de 700 a 900m	Planalto do Médio Vale do Paraíba	morros baixos	600 a 800m	20 a 30%
Bacia Sedimentar Cenozóica	Depressão do Médio Paraíba		colinas de topos convexos	600 a 700m	10 a 20%

Quadro 6 – Classificação geomorfológica de Florenzano e Csordas (1993)

Classificação geomorfológica segundo Florenzano e Csordas (1993)	
1. Formas de acumulação	
1.1. de origem fluvial	
1.1.1. Planícies aluviais	- Terrenos baixos, planos, junto às margens dos rios, sujeito periodicamente a inundações.
1.1.2. Terraços baixos	- Terrenos horizontais ou levemente inclinados, situados poucos metros acima das várzeas não inundáveis.
1.2. de origem marinha	
1.2.1. Planícies costeiras	- Terrenos baixos, planos, próximos ao nível do mar, com baixa densidade de drenagem, padrão meandrante, localmente anastomosado.
2. Formas de origem denudacional	
2.1. Colinas	
- Relevo plano, suave ondulado, predominam declividades baixas - de 3 a 20% - e amplitudes locais inferiores a 100 metros.	
2.1.1. Colinas tabuliformes	- Interflúvios extensos e aplainados, declividades baixas de 3 a 10%, vertentes ravinadas de pequena expressão em área com perfis retilíneos de alta declividade.
2.1.2. Colinas médias alongadas	- Área de 1 a 2 km ² , interflúvios alongados e paralelos com topos aplainados, declividades baixas - 3 a 20% , e amplitudes locais de 60 a 100 metros. Vertentes ravinadas com perfis retilíneos e convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subparalelo a paralelo, vales abertos a fechados.
2.1.3. Colinas pequenas	- área inferior a 1 km ² , topos aplainados e arredondados, declividades baixas - 3 a 20% e amplitudes locais de 60 a 80 metros. Vertentes com perfis convexos. Drenagem de média a baixa densidade, padrão subparalelo a dendrítico, vales fechados.
2.1.4. Colinas pequenas alongadas	- Área em torno de 1 km ² , interflúvios alongados com topos retilinizados, declividades baixas - 3 a 20% e amplitudes locais de 40 a 60 metros. Vertentes suavemente convexas. Drenagem de média densidade, padrão subparalelo a dendrítico, vales abertos.
2.2. Morrotes	
- Relevo ondulado, muito dissecado, predominam declividades médias a altas - 20 a 50% - e amplitudes locais inferiores a 100 metros	
2.2.1. Morrotes arredondados	- Interflúvios pequenos, área inferior a 1 km ² , com topos arredondados, declividades médias a altas - 20 a 40% - e amplitudes entre 40 e 80 metros. Vertentes ravinadas com perfis convexos e retilíneos. Drenagem de média a alta densidade, padrão em treliça, vales fechados, e abertos truncados, planícies aluviais interiores restritas.
2.2.2. Morrotes alongados paralelos	- Interflúvios pequenos, área inferior a 1 km ² , com topos arredondados, declividades altas - 20 a 50% - e amplitudes locais em torno de 100 metros. Vertentes com perfis convexos. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo à treliça, vales fechados.
2.2.3. Morrotes alongados	- Interflúvios pequenos, área inferior a 1km ² , topos arredondados a achatados, declividades baixas - 10 a 20%, e amplitudes entre 40 e 80 metros. Vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de média a alta densidade padrão dendrítico, vales fechados.
2.3. Morros	
- Relevo ondulado dissecado, predominam declividades médias a altas - 20 a 50% - e amplitudes locais de 100 a 300 metros	
2.3.1. Morros isolados	- Interflúvios médios, área de 1 a 2km ² , topos arredondados, declividades altas - 20 a 50% - amplitudes em torno de 100 metros. Vertentes ravinadas de perfis convexos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados. Ocorrem isolados nas planícies costeiras.
2.3.2. Morros arredondados com topos achatados	- Interflúvios médios, área de 1 a 2km ² , com topos aplainados, declividades baixas - 10 a 20% - e amplitudes em torno de 100 metros. Vertentes

suavemente convexas. Drenagem de baixa densidade, padrão dendrítico a subdendrítico, vales abertos, planícies aluvionares restritas.
2.3.3. Morros arredondados (Mar de morros) - Interflúvios médios, área de 1 a 2km ² , com topos arredondados, declividades médias a altas - 20 a 40% - e amplitudes entre 100 e 300 metros. Vertentes com perfis convexas a retilíneos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores restritas.
2.3.4. Morros alongados - Interflúvios pequenos a médios, área inferior a 2km ² , topos arredondados, declividades altas - 20 a 40% - e amplitudes entre 100 e 300 metros. Vertentes com perfis retilíneos a convexas. Drenagem de alta densidade, padrão subparalelo a dendrítico, vales fechados.
2.3.5. Morros alongados paralelos - Interflúvios médios, área de 1 a 2km ² , com topos arredondados, declividades médias a altas - 20 a 50 % - e amplitudes entre 100 e 300 metros. Vertentes com perfis retilíneos a convexas. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo a treliça, localmente subdentrítica, vales fechados a abertos, planícies aluvionares interiores restritas.
2.3.6. Morros alongados com espigões e serras locais - Interflúvios grandes, área de 2 a 4 km quadrados, com topos arredondados, declividades altas - 20 a 50% - e amplitudes entre 200 e 300 metros. Vertentes com perfis retilíneos localmente abruptas, presença de Serras Locais. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas.
2.3.7. Morros arredondados limitados por Serras - Interflúvios médios, área de 1 a 2km ² , topos arredondados, ligeiramente achatados, declividades médias e altas – 20 a 50%, amplitudes entre 200 e 300 metros. Vertentes com perfis convexas e retilíneos, abruptas nas serras que limitam a unidade. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales abertos e fechados, planícies aluvionares interiores restritas.
3. Formas de origem estrutural/denudacional
3.1. Serras e montanhas - Relevo montanhoso e fortemente ondulado, predominam altas declividades - 40 a 60%, amplitudes locais acima de 300 metros.
3.1.1. Serras - Topos angulosos e subangulosos a arredondados, vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado, vales fechados.
3.1.2. Serras com escarpas locais - Topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, localmente abruptas. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado, vales fechados.
3.1.3. Serras com vales profundos - Topos angulosos e arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexas. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados.
3.1.4. Montanhas costeiras - Topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis côncavo-convexas. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados.
3.2. Escarpas - Relevo escarpado, predominam declividades muito altas - acima de 50% - amplitudes locais acima de 400 metros.
3.2.1. Escarpas em anfiteatros - Presença de anfiteatros separados por espigões de caimento abrupto, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão subparalelo a dendrítico, vales fechados.
3.2.2. Escarpas em espigões - Grandes espigões lineares paralelos, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo-pinulado, vales fechados.



5.5. Recursos Hídricos

O Vale do Paraíba recebe esta denominação devido ao rio principal que passa ao longo da Bacia Sedimentar de Taubaté, o Rio Paraíba do Sul. Esta importante bacia hidrográfica surge a partir da confluência dos rios Paraíba e Paraitinga, onde posteriormente perfaz um percurso de 1.137 km até encontrar sua foz no Oceano Atlântico em Atafona (São João da Barra/Estado do Rio de Janeiro). Durante quase todo o percurso seu comportamento é meandrante, e na região sudeste a bacia hidrográfica possui área de drenagem de 55.500km². Seus principais afluentes são os Rios Jaguari, Una, Buquira, Embaú, Piquete, Bocaína e Pitangueiras/ Itagaçaba.

Além das drenagens superficiais, devido a suas características geológicas, a região apresenta grande potencial para o armazenamento de água subterrânea. O Aquífero Taubaté, formado pela permeabilidade das rochas sedimentares do Grupo Taubaté, ocupa uma área de 2340 km² no estado de São Paulo, possui formato alongado e seu eixo estende-se na direção nordeste-sudoeste, ao longo do Vale Paraíba do Sul (RUZISKA & SUGUIO, 2008).

5.6. Uso e Cobertura da Terra

Segundo dados do Sinbiota Fapesp (2013), a vegetação original da região era composta por Floresta Ombrófila Densa na região do Embasamento Cristalino (Serra do Mar e Serra da Mantiqueira) e de Floresta Estacional Semidecidual e fragmentos de cerrado no Vale do Paraíba. Entretanto, Morelli (2002) ressalta que ao longo dos últimos anos a paisagem foi remodelada visando atender as necessidades do homem, que substituiu a vegetação original por pastagens, indústrias, agricultura e urbanização. Assim, apenas algumas áreas mantêm sua vegetação original, representadas principalmente por aquelas que oferecem obstáculos naturais frente à ocupação humana.

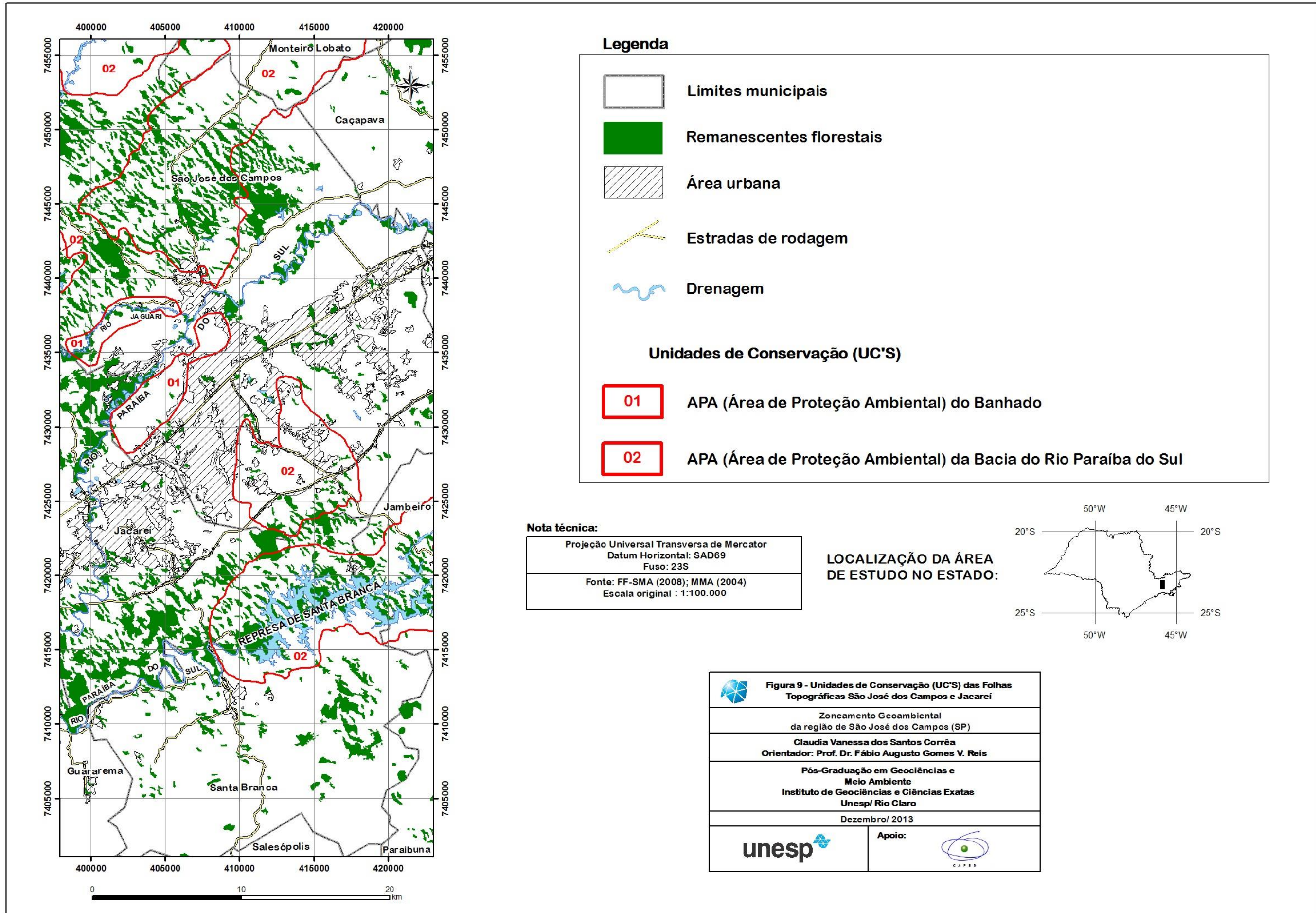
As áreas que ainda possuem vegetação original são protegidas legalmente através de Unidades de Conservação. Entretanto, para a região da área de estudo, apenas 2 locais se encontram resguardados sob a esfera legal: A APA (Área de Proteção Ambiental) do Banhado, localizada na área urbana de São José dos Campos (SP), e a APA da Bacia do Rio Paraíba do Sul, que se distribui nos municípios de Jambeiro, Santa Branca e São José dos Campos (SP). Segundo Rodrigues (2003) citado por Fantim et al. (2007), as Áreas de Proteção Ambiental (APA's) são definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de

Conservação como unidade de uso sustentável e destinadas a compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável, que implica na exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável.

Nesse sentido, a APA do Banhado foi instituída sob a Lei Estadual n.11.262, de 08 de novembro de 2002, possuindo uma área total de 9,10 ha (CETESB, 2002). Seu principal objetivo é de proteger a planície de inundação do Rio Paraíba do Sul e são vedadas as atividades de parcelamento do solo para fins urbanos, instalação de indústria poluente, ampliação de áreas industriais existentes, uso de técnicas de manejo do solo capazes de provocar a erosão das terras ou o assoreamento dos cursos d'água, remoção da cobertura vegetal existente, exploração mineral e utilização da área para chácaras de recreio (CETESB, 2002). Entretanto, dados de Fantim et al. (2007) revelaram que cerca de 10% da área possui em seu interior atividades conflitantes com o objetivo da respectiva unidade de conservação, dentre elas o extrativismo, uso urbano, solo exposto, pastagem e agricultura, que somadas entre si, correspondem a 10% da APA (FANTIM et al., 2007).

Em relação à APA da Bacia do Rio Paraíba do Sul, instituída legalmente sob o decreto n. 87.561 de 13 de setembro de 1982, seu principal objetivo é de proteger a Bacia do Rio Paraíba do Sul e de propor medidas para sua recuperação. Possui a área total de 336.416 ha e nela são vedadas as atividades de instalação ou ampliação de: indústrias produtoras de cloro-soda com célula de mercúrio; indústrias de defensivos agrícolas organo-clorados, excetuados aqueles especificados pela Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, do Ministério do Interior; indústrias cujos efluentes finais contenham substâncias não degradáveis de alto grau de toxicidade, de acordo com os critérios estabelecidos pela Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, do Ministério do Interior e indústrias que lancem substâncias cancerígenas em seus efluentes finais (BRASIL, 1982). Vale ressaltar que na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, a autorização para pesquisa e a concessão de lavra dependerão da apresentação de estudo de avaliação do impacto ambiental e da manifestação favorável da SEMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente).

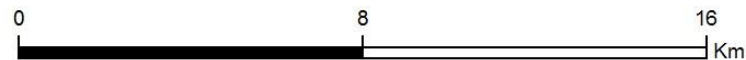
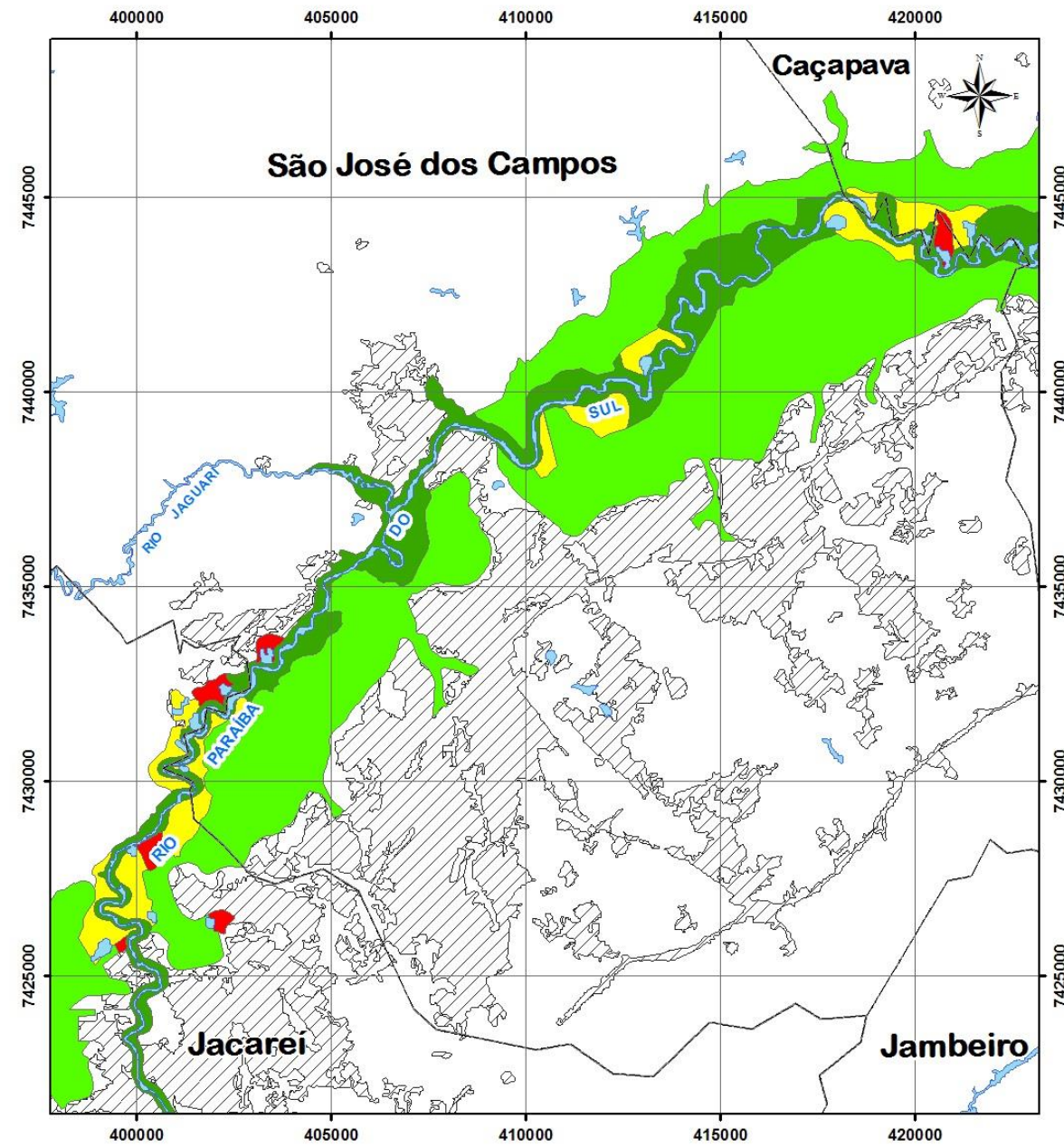
A figura 9 exhibe a espacialização das respectivas Unidades de Conservação no contexto da área de estudo.



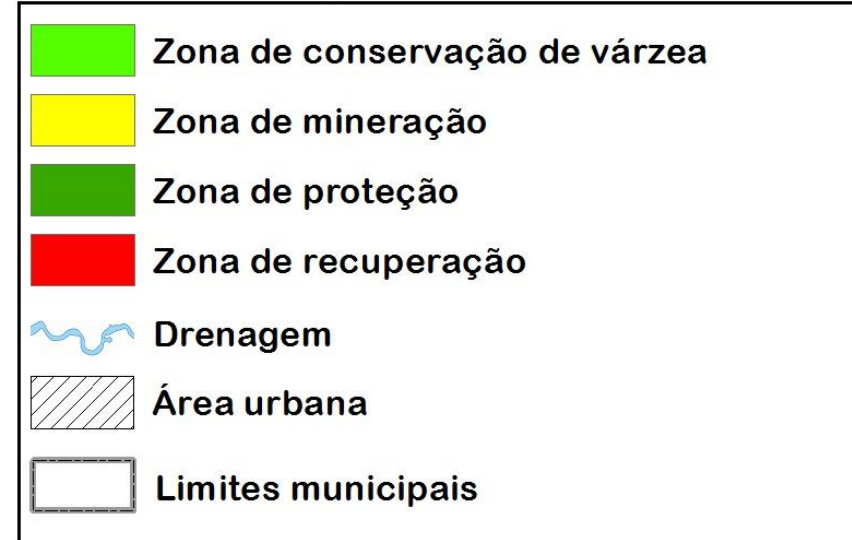
5.7. Recursos minerais

Devido à grande geodiversidade existente na Bacia Sedimentar de Taubaté e na região do Embasamento Cristalino, a área de estudo concentra diferentes atividades extrativistas, dentre as quais se destaca a extração de areia. A extração de areia na várzea do rio Paraíba do Sul, para uso na construção civil, corresponde a 10% da produção nacional (VALVERDE, 2001) e equivale a 1.023.836 m³ mensais (DNPM, 2005), respondendo por cerca de 25% da produção areeira do Estado de São Paulo.

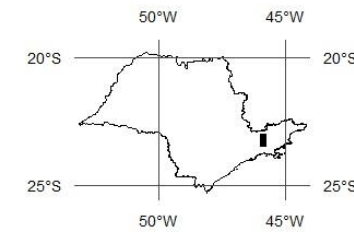
Como forma de mitigar os problemas causados pela respectiva atividade minerária, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo instituiu através da resolução n. 28 de 22 de setembro de 1999, o Zoneamento Ambiental para a mineração de areia no subtrecho da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul inserido nos municípios de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba. Segundo esta proposta, a planície aluvionar do Rio Paraíba do Sul foi subdividida em 4 zonas, a saber: Zona de proteção (ZP), Zona de mineração de areia (ZM), Zona de recuperação (ZR) e Zona de conservação da várzea (ZCV) (SMA, 1999). Segundo o mesmo autor, a Zona de proteção tem por objetivo resguardar o ecossistema formado pelo Rio Paraíba do Sul, a vegetação remanescente preservada e especialmente as associadas aos meandros abandonados. A Zona de mineração de areia é a área onde comprovadamente a atividade minerária pode se desenvolver com aproveitamento econômico, desde que não haja vegetação significativa, áreas cultivadas e proximidade com o sistema viário (SMA, op.cit.). A Zona de recuperação compreende as áreas definidas como prioritárias à recuperação ambiental, objetivando compatibilizá-las com os usos urbanos, agropecuário ou de preservação, segundo sua localização específica. Sua área apresenta empreendimentos em processo avançado de esgotamento das reservas de areia, com grande número de cavas que inviabilizem a sua ampliação, empreendimentos desativados, empreendimentos limdeiros à Zona de proteção (ZP) e proximidade de áreas urbanizadas (SMA, 1999). Por fim, a Zona de conservação de várzea (ZCV) visa proteger e conservar a planície aluvionar, garantindo a permeabilidade dos solos e a não contaminação das águas, mediante usos compatíveis com sua função ecológica (SMA, op.cit.). De modo a especializar as proposições supracitadas, a figura 10 exhibe o mapa de Zoneamento Ambiental para a mineração de areia no subtrecho da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, organizado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (1999).



Legenda



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA NO ESTADO:



Nota técnica:

Projeção Universal Transversa de Mercator Datum Horizontal: SAD69 Fuso: 23S
Mapa modificado de SMA (1999) Escala original: 1:70.000

Figura 10 - Zoneamento ambiental para atividade de extração de areia na várzea do Rio Paraíba do Sul
Zoneamento Geoambiental da região de São José dos Campos (SP)
Claudia Vanessa dos Santos Corrêa Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes V. Reis
Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Instituto de Geociências e Ciências Exatas Unesp/Rio Claro
Dezembro/2013
unesp Apoio:

Ademais, o local apresenta outros tipos de atividades extrativistas, tais como diferentes tipos de argila, bauxita, caulim, gnaisse, granito, linhito, migmatito, minério de ouro, rocha betuminosa, saibro, turfa e água mineral. Nos limites da Bacia Sedimentar de Taubaté, segundo dados de Cabral Júnior et al. (2008) e Saad et al. (1996) , são exploradas as argilas, o caulim, a rocha betuminosa, o saibro, a turfa e a água mineral, enquanto que na região do Embasamento Cristalino são extraídos a bauxita, gnaisse, granito, linhito, migmatito, minério de ouro e a água mineral.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Processamento Digital das Imagens de Sensoriamento Remoto (PDI)

O processamento digital das imagens de sensoriamento remoto compreendeu a utilização de técnicas de realce, contraste, filtragem e classificação, através da manipulação dos pixels contidos nas imagens.

O primeiro tipo de realce aplicado nas imagens foi o contraste linear, que permite um melhor espalhamento dos níveis de cinza, auxiliando na interpretação das feições contidas nos dados de sensoriamento remoto. As figuras 11 a 13 apresentam os resultados obtidos com a utilização do contraste supracitado nas bandas 3, 4 e 5 do *Landsat-TM 5*, datadas de 21/04/2011. Destaca-se que as bandas supracitadas correspondem à base de dados da elaboração do mapa de uso e ocupação da terra, portanto a busca no acervo de imagens do INPE foi direcionada a imagens mais atuais. Como o uso da terra é dinâmico, não possuindo critérios rígidos para sua espacialização, o respectivo mapa deve relacionar-se o mais próximo possível da realidade.

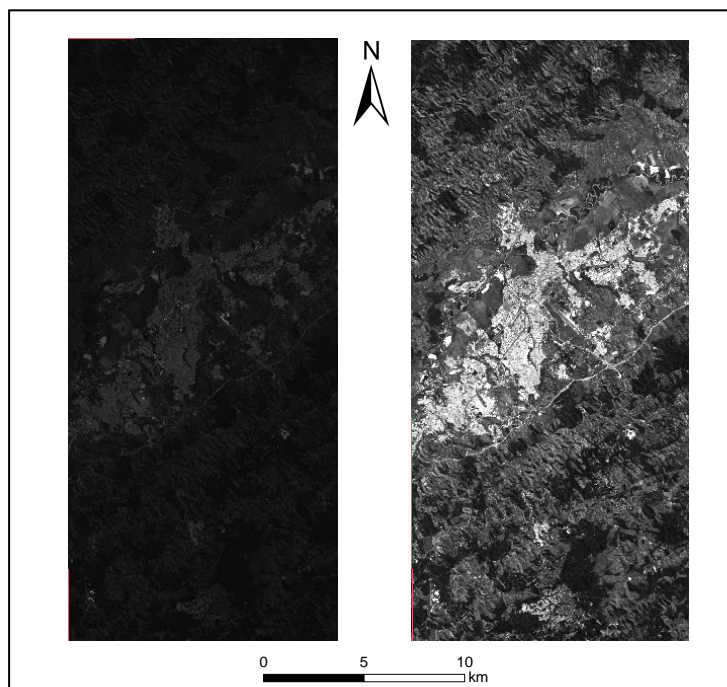


Figura 11 - Banda 3 do *Landsat-TM 5* (21/04/2011) não contrastada e contrastada

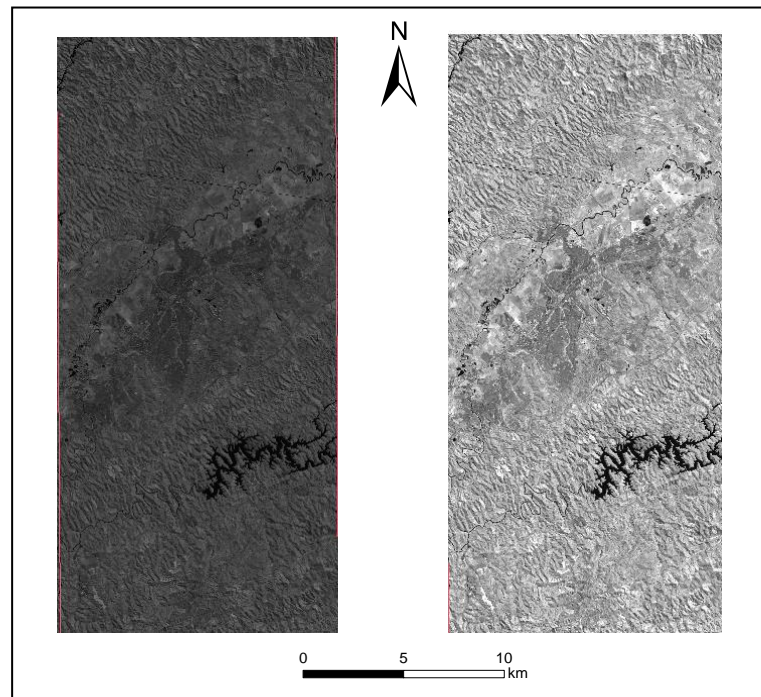


Figura 12 - Banda 4 do *Landsat-TM 5* (21/04/2011) não contrastada e contrastada

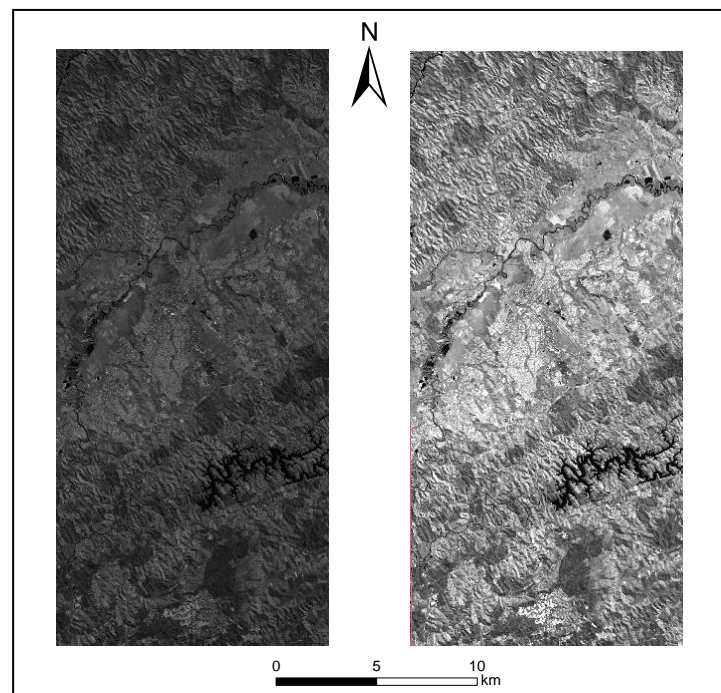


Figura 13 - Banda 5 do *Landsat-TM 5* (21/04/2011) não contrastada e contrastada

Os resultados obtidos com o processamento digital das imagens foram favoráveis, uma vez que as imagens mostradas acima foram utilizadas para a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra da área de estudo. Como o método utilizado foi a classificação supervisionada, uma das premissas exigidas é que o usuário aponte áreas de treinamento para

o classificador. Portanto, quanto mais claro e legível for o alvo, melhores resultados com a classificação serão alcançados.

O aumento linear de contraste também foi aplicado nas bandas 4 (*Landsat – TM 5*, datadas de 09/08/1987) e 8 (*Landsat – ETM+ 7*, de 03/09/1999). As figuras 14 e 15 se referem aos resultados obtidos com esse tipo de realce.

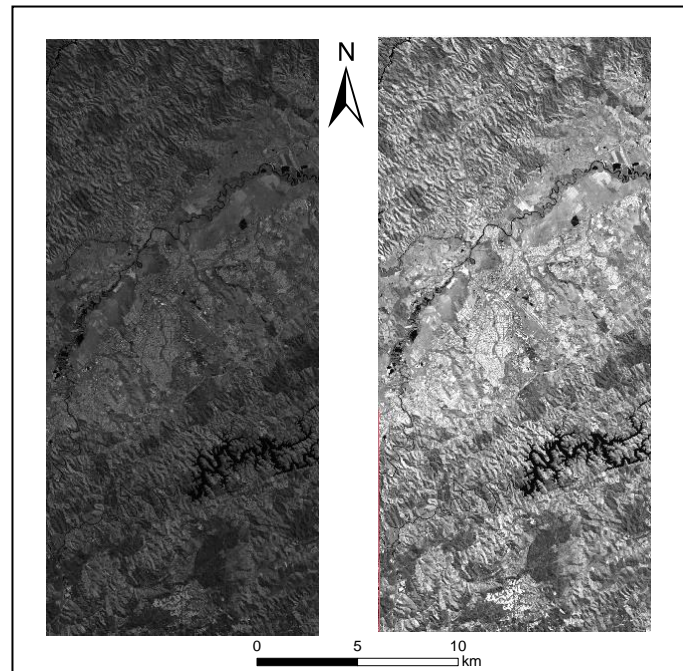


Figura 14 - Banda 4 do *Landsat-TM 5* (09/08/1987) não contrastada e contrastada

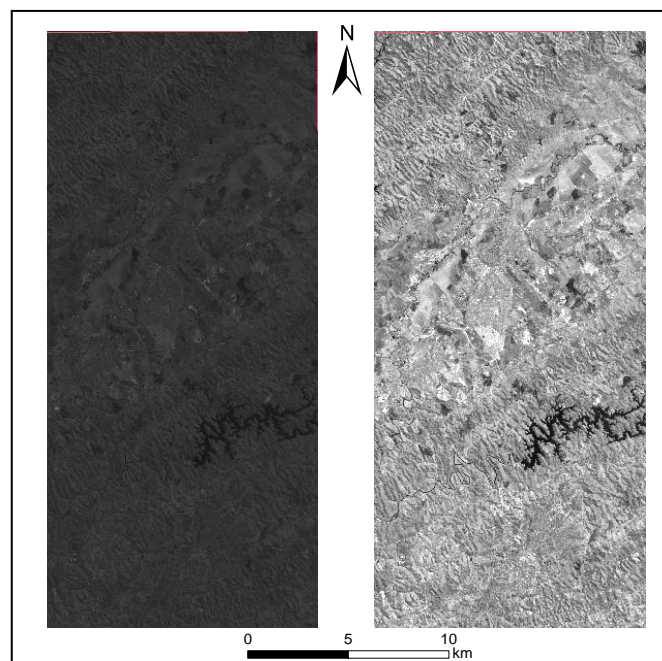


Figura 15 - Banda 8 do *Landsat-ETM+ 7* (03/09/1999) não contrastada e contrastada

Como as últimas bandas foram utilizadas no processo de compartimentação fisiográfica, foi também aplicada a Filtragem Linear de Realce de Imagem TM (Laplaciano), para ambas as imagens (figuras 16 e 17). Como esse tipo de filtro passa-alta realça os componentes de alta frequência, as propriedades texturais das respectivas bandas ficam mais evidenciadas, facilitando o processo de fotoanálise e fointerpretação.

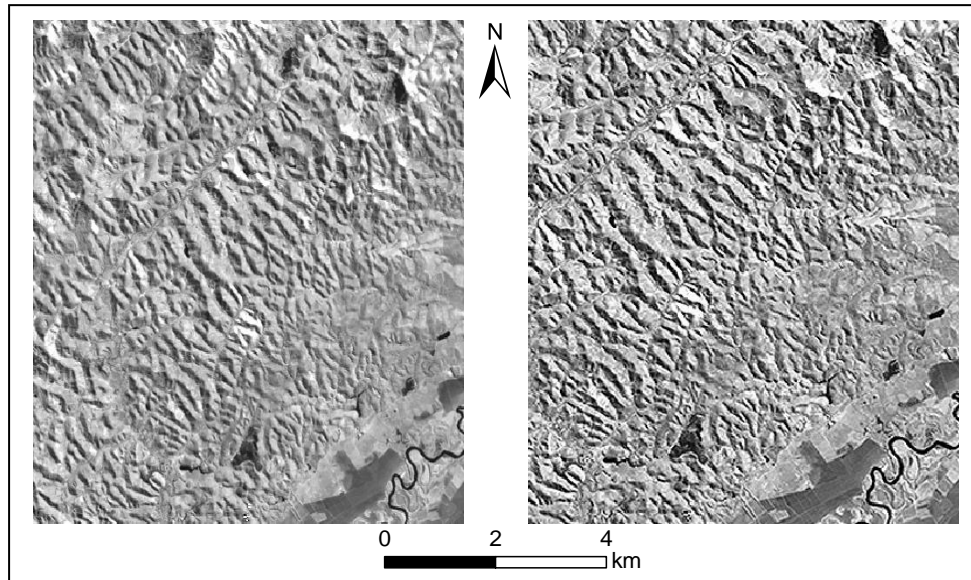


Figura 16 - Banda 8 do Landsat-ETM+7 (03/09/1999) com filtro de realce linear TM e sem filtro de realce linear TM

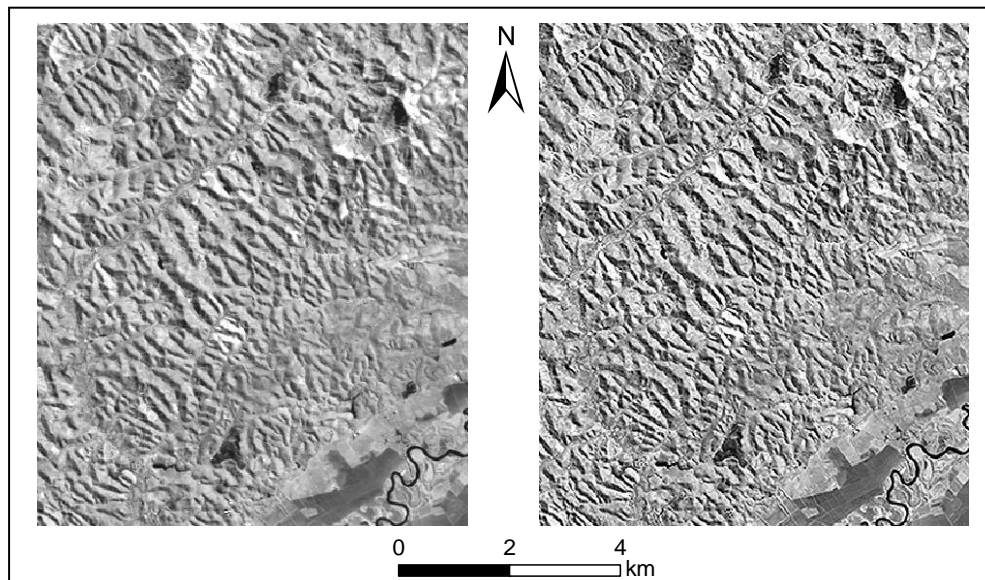


Figura 17 - Banda 4 do Landsat – TM 5(09/08/1987) com filtro de realce linear TM e sem filtro de realce linear TM

O processo utilizado apresentou-se favorável para sua finalidade, que por sua vez consistia como base de dados para a elaboração da compartimentação fisiográfica. O resultado obtido permitiu a melhor visualização dos aspectos texturais das imagens, fator culminante nas técnicas que envolvem a fotoanálise e a fotointerpretação.

6.3. Elaboração do Mapa de Uso e Ocupação da Terra

O mapa de uso e ocupação da terra é produto do processo de classificação supervisionada realizado em ambiente *SPRING 5.1.8*. Assim, a primeira técnica despendida para sua elaboração foi a composição colorida das bandas 3, 4 e 5, originadas do satélite *Landsat- TM 5*, previamente submetidas ao aumento linear de contraste. Optou-se pela composição 3B4G5R, pois, os alvos que seriam posteriormente selecionados para a captura de áreas de treinamento para o processo de classificação supervisionada mostraram-se nítidos. A figura 18 mostra o resultado da composição colorida realizada.

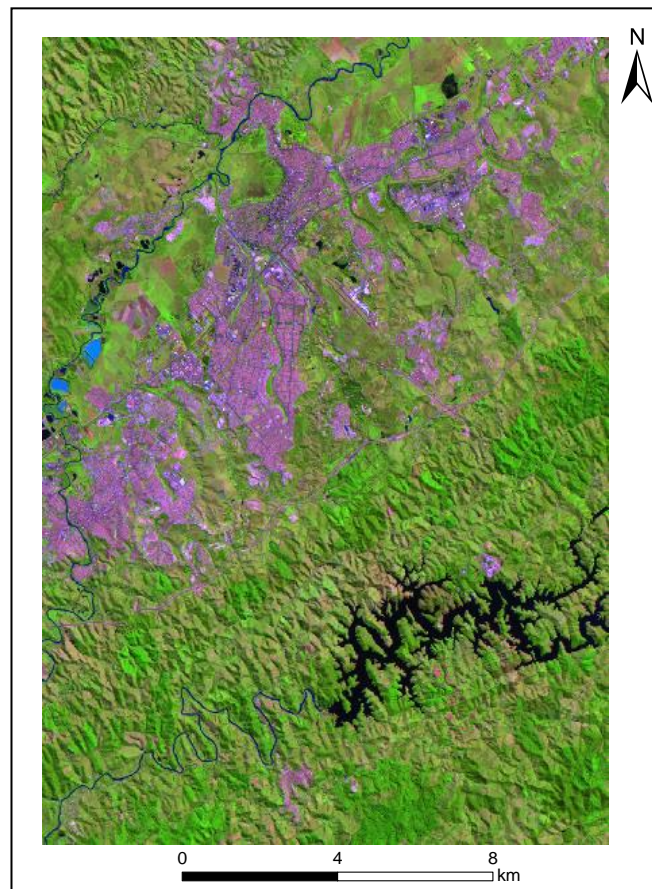


Figura 18- Composição colorida 3B4G5R do Landsat – TM 5(21/04/2011) após aplicação de contraste linear.

Como o método de classificação supervisionada foi selecionado para a análise de uso e cobertura da terra, à priori o processo de segmentação da imagem deve ser realizado. Nascimento (1997) ressalta que os métodos de classificação automática baseados na segmentação de imagens e na classificação por regiões produzem resultados muito mais precisos. Assim, optou-se por eleger no processo de segmentação 40 como parâmetro de similaridade e 50 como área (pixel), pois trabalhos de Barbosa et al. (2004) e de Hess et al. (2003) apontam que a melhor combinação desses limiares é definida empiricamente, sendo necessários testes com diferentes valores para um dado conjunto de dados. A figura a seguir apresenta os resultados alcançados com o processo de segmentação.

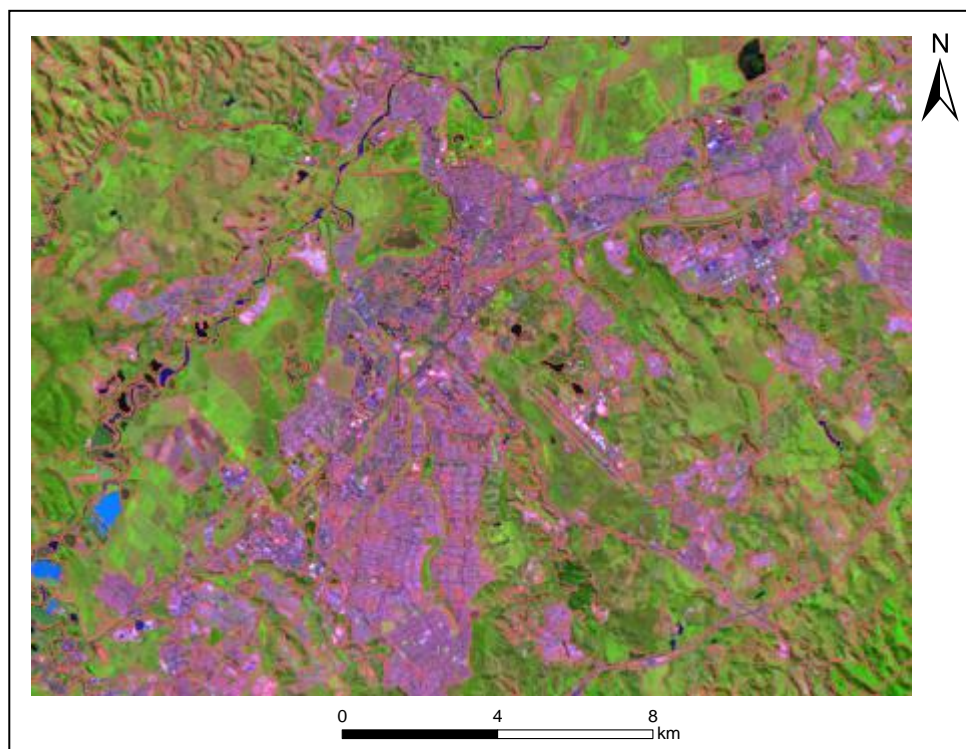


Figura 19–Segmentação da composição colorida 3B4G5R do Landsat – TM 5 (21/04/2011) (método crescimento de regiões com similaridade e área de 40 e 50, respectivamente)

Em seguida, o processo de classificação foi realizado, cujo tipo de classificador foi o *Bhattacharya*, com limiar de aceitação 99%. Foram definidas 6 classes de uso e ocupação da terra em função da análise preliminar da imagem ao processo de classificação, seguindo as premissas definidas pelo IBGE (2006). Optou-se por utilizar o índice Kappa para verificar a exatidão do levantamento de uso da terra, o qual é obtido mediante a adoção de uma referência para comparação dos parâmetros produzidos.

Desta maneira, este procedimento foi realizado em ambiente SPRING 5.1.8, através da ferramenta validação. Esta ferramenta associa valores obtidos pelo processo automático de classificação com dados reais denominados de “referência terrestre”, coletados no trabalho de campo. Como resultado, obteve-se o valor de 0,86, considerado como significativo, sendo passível a adoção das referidas classes para o respectivo mapa temático. Entretanto, optou-se o refinamento das classes através de edição manual em ambiente *ArcGis* 10.1, com o auxílio do software *Google Earth* e dos mapas do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (INSTITUTO FLORESTAL, 2010) elaborados pelo Biota Fapesp, de maneira que as classes obtidas correspondessem ao tipo de uso mais aproximado possível. O apêndice 2 mostra o resultado final desses diagnósticos.

De maneira geral, os grandes centros urbanos concentram-se na Bacia Sedimentar de Taubaté, ao longo da planície aluvial e dos terraços fluviais do Rio Paraíba do Sul. Nestas regiões a presença de floresta é muito pequena, reduzindo-se apenas a alguns fragmentos nos cinturões de meandros do rio. Não obstante, nota-se uma ampla distribuição das culturas de arroz ao longo dos arredores do Rio Paraíba do Sul. Segundo Rampanelli et al. (2011), a rizicultura nessa região é praticada principalmente ao longo das várzeas do Rio Paraíba do Sul. Esse tipo de cultura é denominado de rizicultura de inundação, pois necessita de controle da água em seu plantio (RAMPANELLI et al., 2011). Em relação ao total da área de estudo, a rizicultura e a área urbana compreendem a 5,53% e 0,98%, respectivamente.

Além deste tipo de uso nas planícies aluviais do Rio Paraíba do Sul, destacam-se ainda as áreas ocupadas pelas atividades minerárias extrativistas, especificamente areias e argilas. Segundo Rampanelli et al. (2011) no vale do Rio Paraíba do Sul estes materiais vêm sendo extraídos ativamente nos últimos 50 anos (SMA, 2008 apud RAMPANELLI et al., 2011). Essa exploração é praticada tanto no leito do rio Paraíba do Sul como em suas planícies e, em menor proporção, nos sedimentos paleógenos (RAMPANELLI et al., 2011). Somadas entre si, correspondem a 0,17% do total da área de estudo.

A área urbana do município de São José dos Campos apresenta uma grande mancha de Cerrado nativo, localizada na região leste do mesmo. Perfaz 0,13% do total da área de estudo.

As áreas correspondentes ao Embasamento Cristalino ora são ocupadas por pastagens, ora por floresta. Os núcleos urbanos nestes locais se restringem a um pequeno município, Santa Branca (SP), e a pequenas vilas pontuais em suas proximidades, localizados nas adjacências da represa de Santa Branca. As pastagens e as áreas de floresta perfazem o total de 59,70% e 13,11%, respectivamente, da área de estudo.

A classe de corpo d'água continental, que corresponde aos corpos aquáticos, soma 2,17% do total da área em questão e se encontra distribuída na forma de pequenos reservatórios, o reservatório de Santa Branca, o Rio Jaguari e o Rio Paraíba do Sul. As capoeiras, também denominadas de vegetação secundária, surgem a partir do abandono da área utilizada após o desenvolvimento de atividades como a agricultura e pecuária, com fisionomias de caráter arbustivo (ALVINO et al., 2005). Do total, inteiram 1,85% da área de estudo, com maior distribuição ao sul da Represa de Santa Branca.

Compreendendo a 7,45% da área total, o reflorestamento (ou silvicultura) possui ampla distribuição no local, entretanto concentra-se na região sul da Represa de Santa Branca. A figura a seguir expõe a distribuição das classes de uso da terra na área em questão.

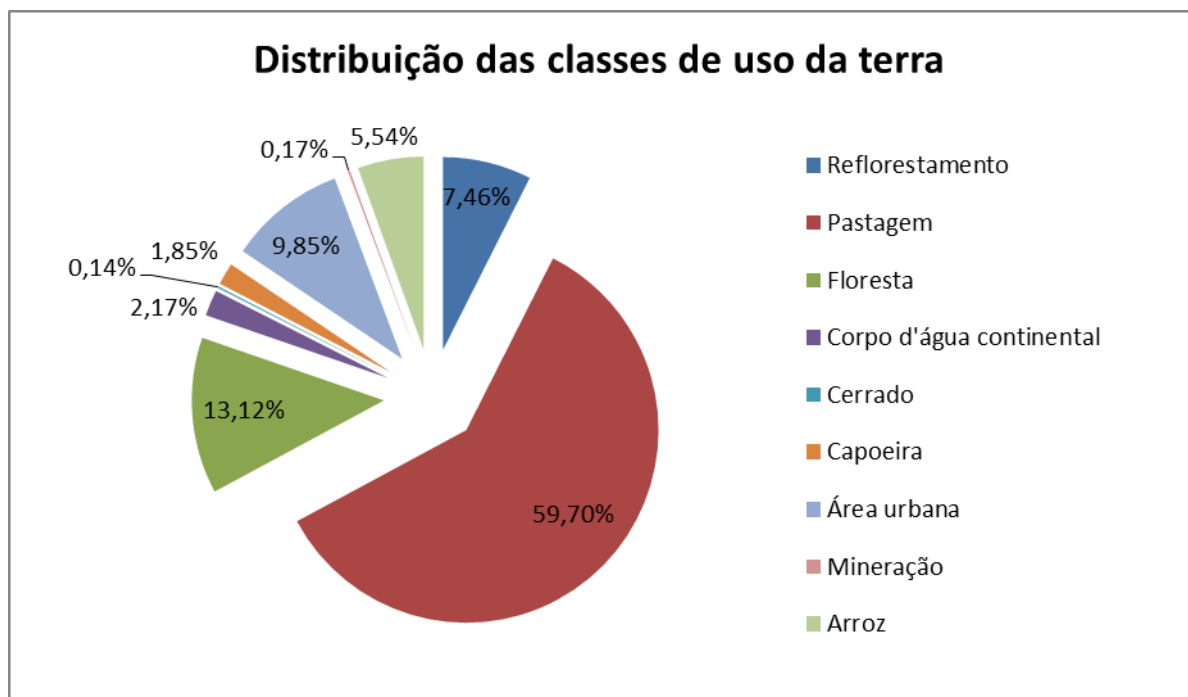


Figura 20 – Distribuição das classes de uso da terra

6.4. Geração de Produtos Auxiliares para a Compartimentação Fisiográfica e Zoneamento Geoambiental

Esta etapa compreendeu a geração dos mapas de declividade, hipsometria, rede hidrográfica e mapa geológico da área de estudo.

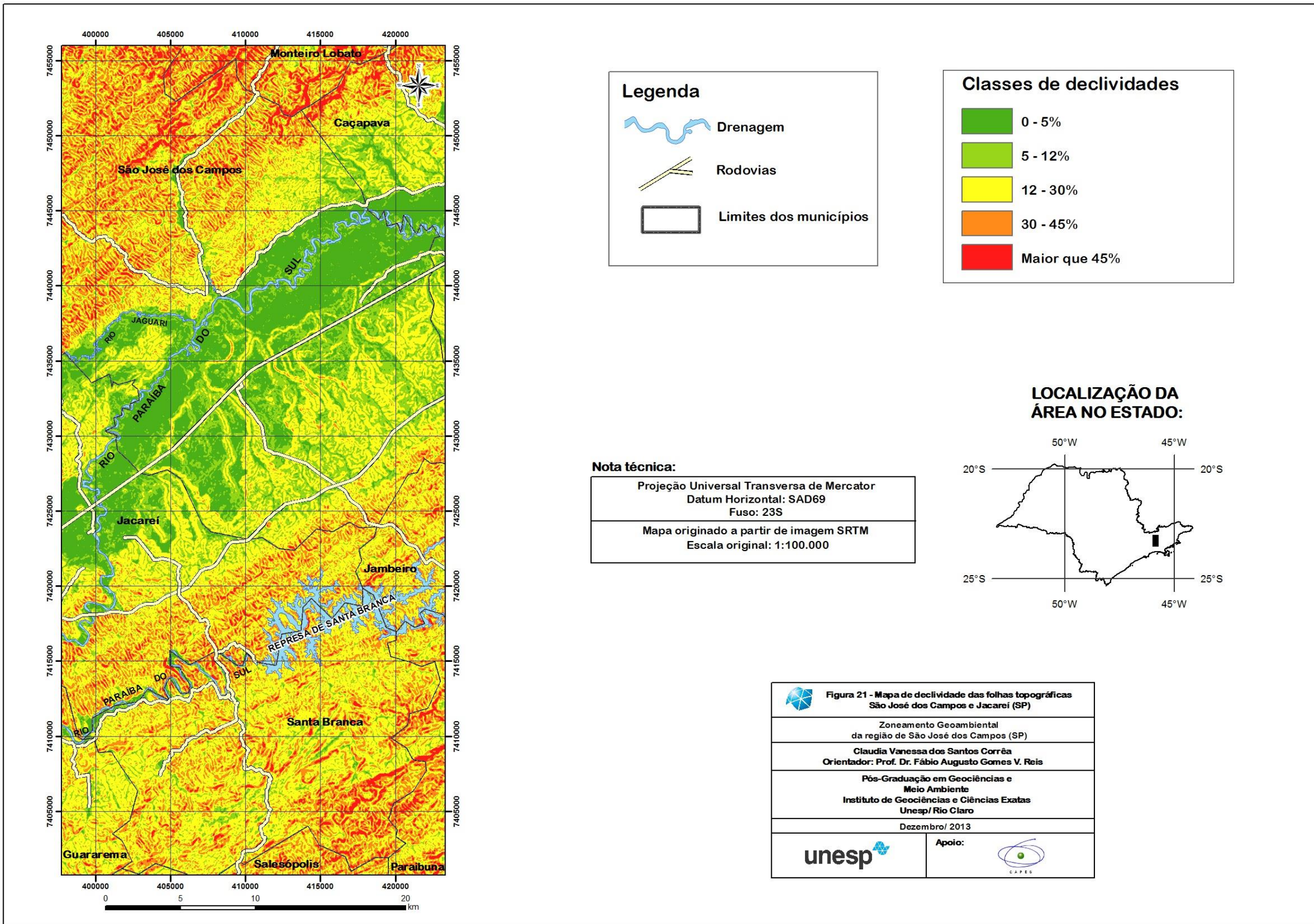
A declividade e a hipsometria são parâmetros fundamentais no processo da compartimentação fisiográfica, uma vez que fornecem informações a respeito das encostas e das formas de relevo, respectivamente. A malha hidrográfica, por sua vez, auxilia na etapa de fotoanálise, no que tange à análise textural.

Totalizando 16% da área de estudo, as declividades com intervalos de 0 a 5% concentram-se principalmente na planície aluvial do Rio Paraíba do Sul e nas planícies aluvionares em regiões do Embasamento Cristalino, cujos processos geológicos se resumem ao assoreamento, inundação, enchentes e erosão fluvial. Declives de 5 a 12% correspondem à 14 % do total em questão, e geralmente estão associados à classe interior, ou seja, a planícies aluviais. A classe de declividade média, que varia de 12 a 30%, corresponde a 32% da área de estudo, com distribuição que varia do Embasamento Cristalino à Bacia Sedimentar de Taubaté, ocorrendo em relevos ondulados e propícios à erosão linear. Com 18% do total da área de estudo, a classe de declividades que varia de 30 a 45% distribui-se principalmente na região do Embasamento Cristalino, onde ocorrem relevos de morros a serrano. Por fim, totalizando 20% da área, as declividades maiores que 45% estão associadas aos relevos de serras, locais propícios à ocorrência de rolamento de blocos e movimentos de massa. A figura 20 espacializa as classes de declividade encontradas na área em questão.

Seguindo as proposições de Zaine (2011) e considerando as afirmativas de De Biasi (1970, 1992), Lepsch (1983, 2002) e Ross (1994,1995), os intervalos foram divididos em três classes para a realização das análises (quadro 7).

Quadro 7 - Classes de declividade de acordo com os intervalos estabelecidos
(PILACHEVSKY, 2013)

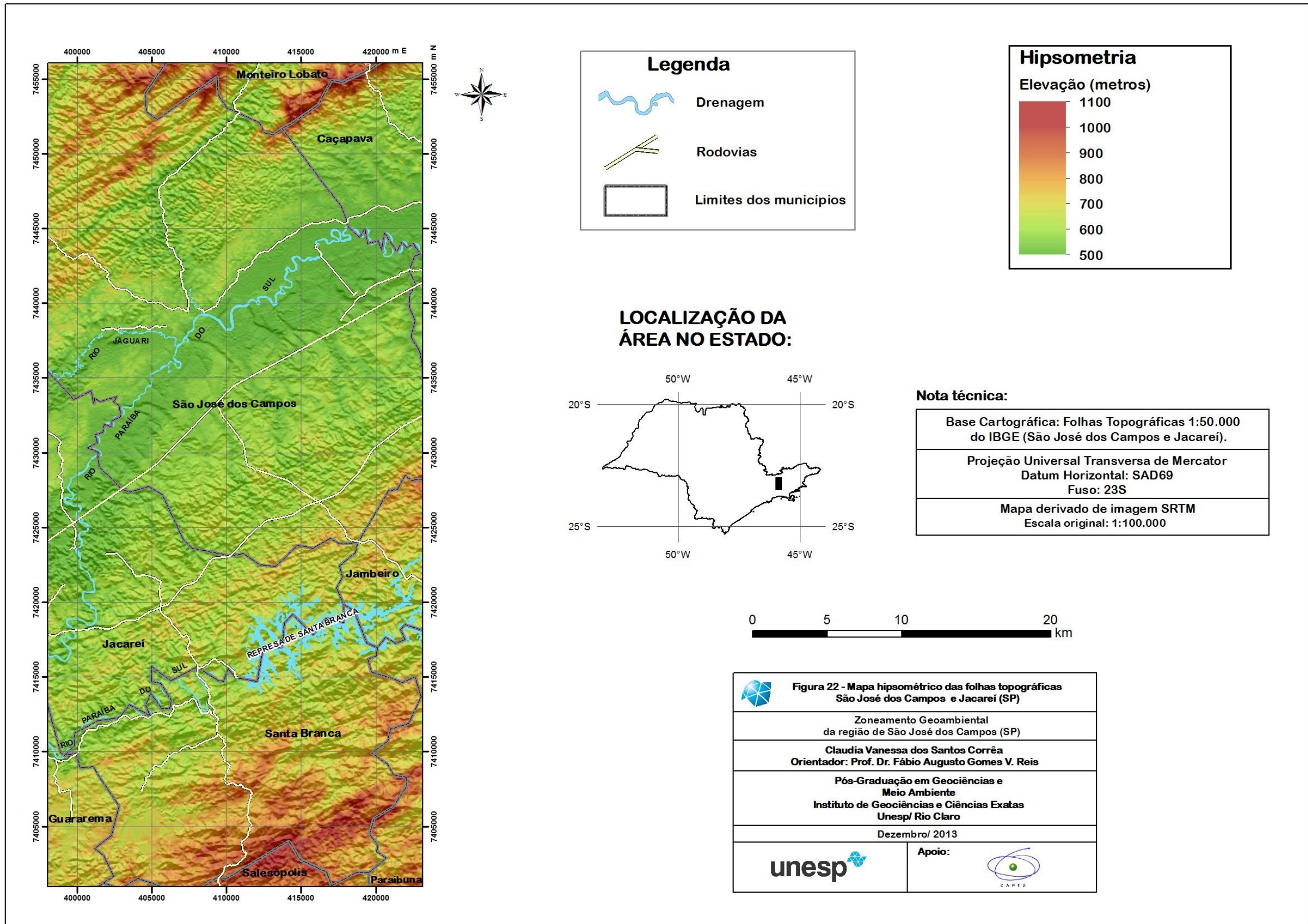
Classes de Declividade	Intervalos
Baixa	- 0 a 5% - 5 a 12%
Média	- 12 a 30 %
Alta	- 30 a 45% - Maiores que 45%

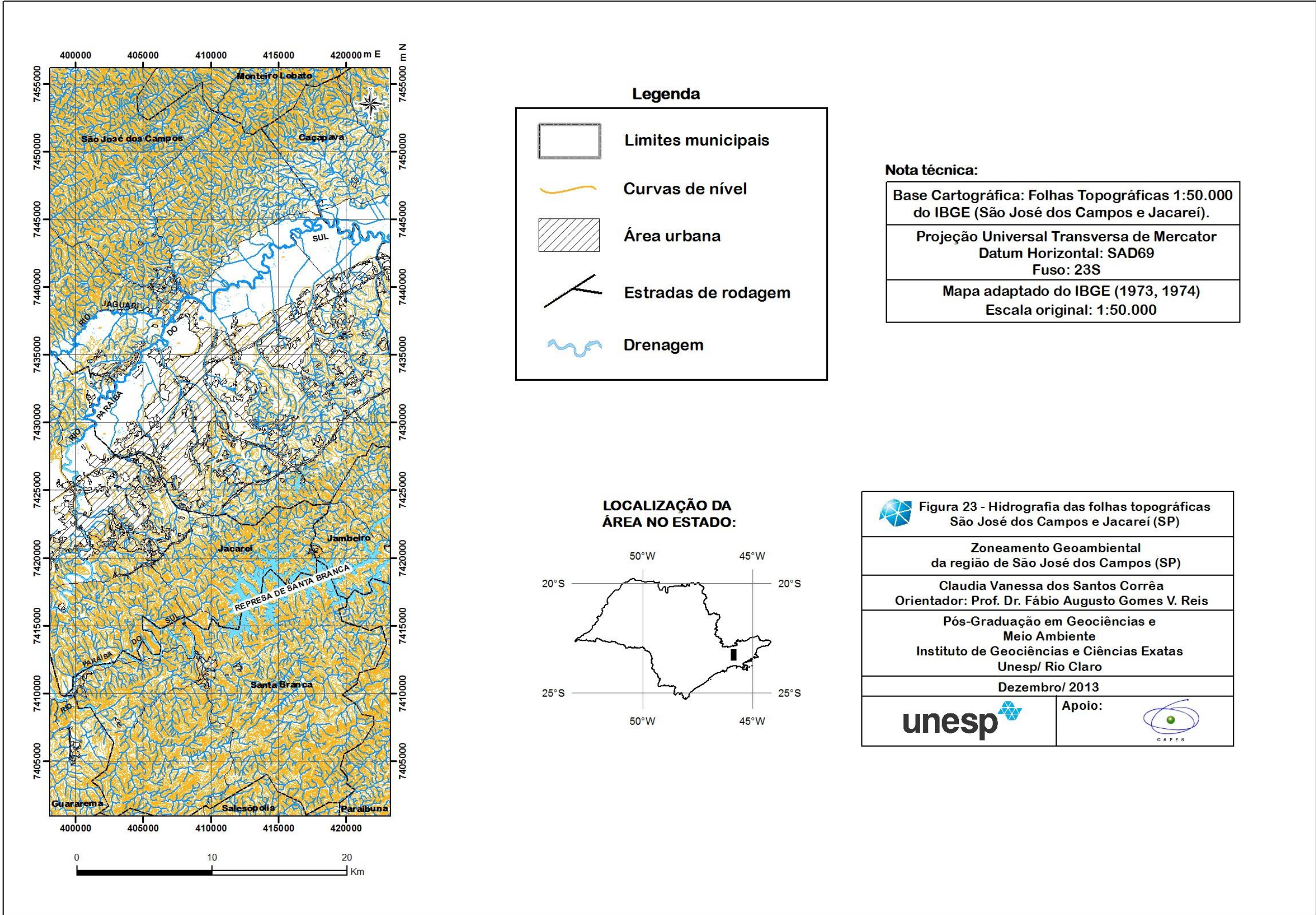


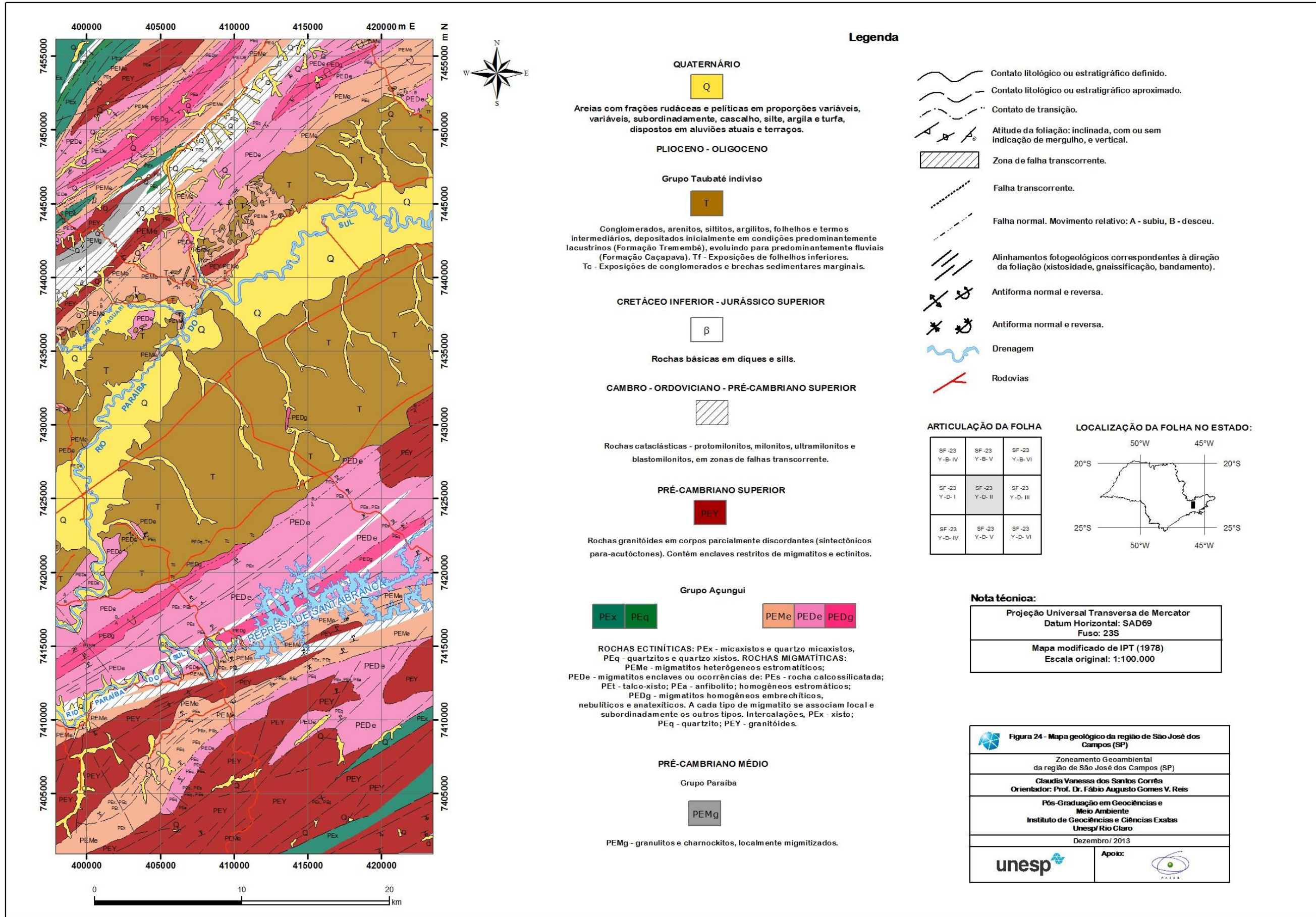
Quanto às classes hipsométricas, observou-se que as maiores amplitudes concentram-se na região do Embasamento Cristalino, cujas declividades são mais elevadas e o relevo varia de morros a serras. Nesse sentido, a malha hidrográfica nestes locais possui grande densidade, geralmente com padrão dendrítico.

As amplitudes médias geralmente estão associadas à classe de média declividade e de média densidade hidrográfica. Nestes locais, que podem estar localizados na Bacia Sedimentar de Taubaté ou na região do Embasamento Cristalino, associado ao relevo de colinas e morrotes, são frequentes os processos geológicos de erosão linear.

Por fim, as menores amplitudes, associadas a pequenas declividades, limitam-se nas planícies aluvionares da Bacia Sedimentar de Taubaté ou do Embasamento Cristalino, cujas densidades hidrográficas são baixas. Nestes locais os processos geológicos mais frequentes são a erosão linear, as inundações e o assoreamento dos rios. A figura 22 espacializa as classes hipsométricas encontradas na área de estudo.







6.4. Compartimentação Fisiográfica e geológica-geotécnica

A utilização do método lógico de interpretação, que seguiu as proposições de Soares e Fiori (1976), Guy, (1966), com adaptações de Veneziani e Anjos (1982) e Soares et.al. (1978) gerou como produto 19 unidades fisiográficas na região de São José dos Campos (SP).

As unidades fisiográficas foram subdivididas ao longo das Planícies fluviais, Depressão do Médio Paraíba e nas Unidades Morfoesculturais do Planalto Atlântico Planalto e Serra da Mantiqueira, Planalto de Paraitinga/Paraibuna e Planalto do Médio Vale do Paraíba. O apêndice 3 apresenta os resultados obtidos pela compartimentação e as características de cada unidade.

6.4.1. Unidade Fisiográfica 1 – Micaxistos, quartzo micaxistos, quartzitos e quartzo xistos em relevo de morro

A unidade está inserida na Unidade Morfoescultural Planalto e Serra da Mantiqueira e no Planalto de Paraitinga/ Paraibuna (Planalto Atlântico), alocada na Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981). Segundo Florenzano e Csordas (1993), o aspecto fisiográfico dominante é o de morros.

O processo de fotoanálise e fotointerpretação evidenciaram que a densidade textural da unidade é alta, ou seja, a densidade de elementos de drenagem, bem como a densidade de elementos de relevo é elevada, portanto pela análise indutiva do método lógico a permeabilidade intergranular será baixa.

As encostas variam de côncavas a retilíneas, cujas declividades são elevadas. Assim, o potencial a movimentos gravitacionais de massa e a relação escoamento superficial/infiltração é elevado, portanto, é uma região sujeita aos processos geológicos de movimentos de massa (escorregamentos e rastejo). Bigarella (2003) denomina movimento de massa como o “deslocamento de grande volume de material (solo e rocha) vertente abaixo sob influência da gravidade, sendo desencadeado pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes, como água, gelo ou ar”. Os escorregamentos, segundo Fernandes e Amaral (1996), “se caracterizam por movimentos rápidos, de curta duração, com plano de ruptura bem definido, permitindo a distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado”. Os mesmos autores ressaltam que, diferentemente do escorregamento, o rastejo “consiste no movimento descendente, lento e contínuo da massa de solo de um talude, podendo evoluir para escorregamentos” (FERNANDES & AMARAL, 1996). Amaral e Gutjahr (2012) destacam que a referida região é propícia aos processos de movimentos de massa principalmente nos meses de Janeiro e Dezembro, quando os índices pluviométricos são elevados e quando há saturação do solo por excesso hídrico.

Segundo Cerri e Amaral (1998), para escorregamentos, as principais condições predisponentes são encostas com inclinação elevada, depósitos de tálus e coluviões, concentração do escoamento de águas superficiais e subsuperficiais e pluviometria média anual elevada, enquanto que as intervenções antrópicas desencadeadoras podem estar relacionadas à eliminação da cobertura vegetal, cortes desestabilizadores, lançamento de lixo e de água não controlados e à desestabilização de margens pela construção de reservatórios.

Ademais, ressalta-se que os trabalhos de campo evidenciaram a presença de movimentos erosivos, tais como terracetes e ravinas, influenciados principalmente pela

ausência de cobertura vegetal nativa e presença de pastagem degradada. O mapa de uso e ocupação da terra corrobora tal afirmação, mesmo sendo obrigatória a presença de mata nativa nessa região, que segundo o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), devem ser dedicados exclusivamente a Áreas de Preservação Permanente (APP), segundo os incisos 5^o e 9^o do artigo 4^o.

Quanto aos aspectos geológicos, o local está alocado na região do Embasamento Cristalino, no Grupo Açungui (IPT, 1978). A litologia é composta por micaxistos, quartzo micaxistos, quartzitos e quartzo xistos, migmatitos e granitos.

A figura 25 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

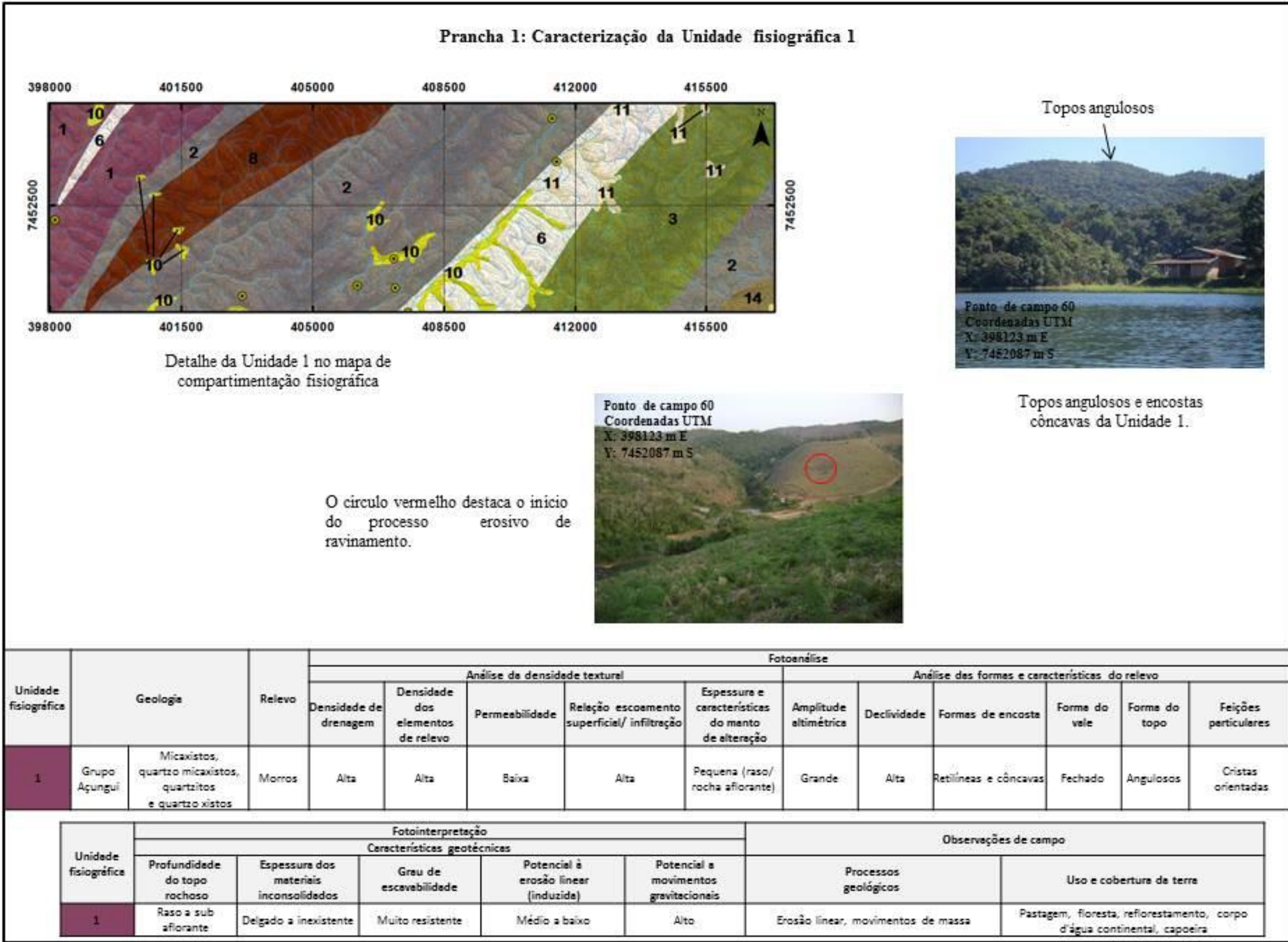


Figura 25 – Caracterização da Unidade fisiográfica 1

6.4.2. Unidade Fisiográfica 2 – Migmatitos em relevo de morros

A unidade está inserida na Unidade Morfoescultural Planalto e Serra da Mantiqueira e no Planalto de Paraitinga/ Paraibuna (Planalto Atlântico), alocada na Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981). Segundo Florenzano e Csordas (1993), o aspecto fisiográfico dominante é o de morros.

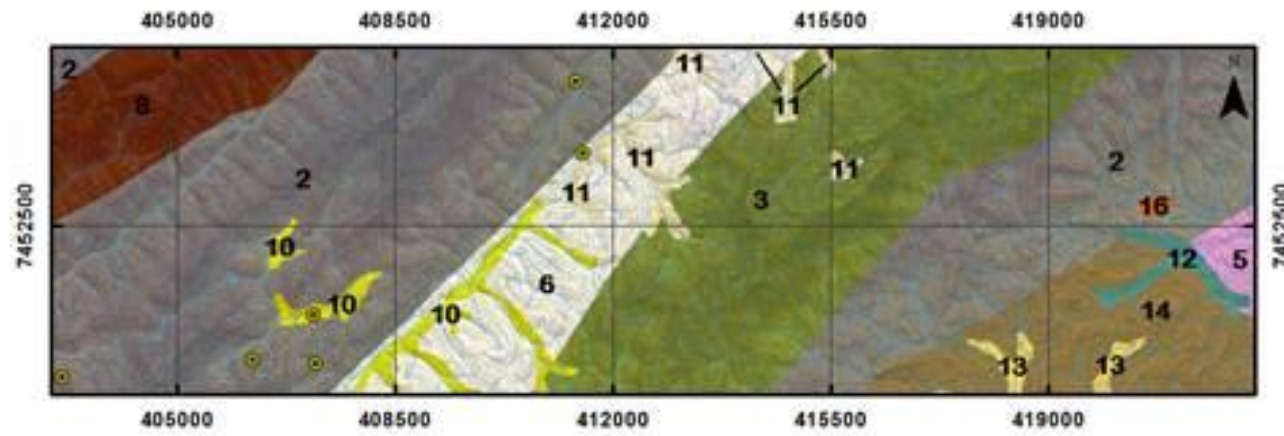
As atividades de fotointerpretação revelaram que o local possui alta densidade de relevo e de drenagem; portanto, a permeabilidade será baixa e a relação escoamento superficial/infiltração é alta.

As amplitudes altimétricas são altas, acompanhadas de encostas que variam de côncavas a retilíneas, cujas declividades são elevadas. Portanto, o potencial a movimentos gravitacionais é elevado, e os processos geológicos que podem ocorrer são os movimentos de massa. Nesse sentido, Lopes et al. (2007) ressalta que movimentos de massa (escorregamentos e rastejo) tendem a ocorrer naturalmente nas médias e altas declividades mesmo em vertentes desocupadas, entretanto a ação antrópica pode induzi-los (ARAÚJO, 2004), principalmente quando desrespeita as limitações naturais dos terrenos e quando a expansão passa a se encaminhar para a ocupação das encostas íngremes que, mesmo florestadas, podem apresentar escorregamentos (COUTO et al. 2005). No contexto de intervenções antrópicas, o uso predominante da terra nesse local se dá na forma de reflorestamento, pastagem, remanescentes florestais, capoeira, corpo d'água continental e área urbana.

As atividades de campo revelaram a presença de erosão linear, sob a forma de terracetes e ravinas, além da presença de cristas orientadas, com topos angulosos. Ademais, nas proximidades da Rodovia dos Tamoios (SP-099), placas de sinalização indicaram detonações de rochas para a duplicação da respectiva rodovia. Destaca-se que, segundo o IPT (1978), o domínio litológico da referida unidade é por migmatitos do Grupo Açungui.

A figura 26 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 2: Caracterização da Unidade fisiográfica 2



Detalhe da Unidade 2 no mapa de compartimentação fisiográfica



Encostas retilíneas e topo angulosos da Unidade 2.



Presença de terracetes nas encostas côncavas, além de ravinas em processo avançado (círculo vermelho).



Placa de sinalização a detonações de rochas na Rodovia dos Tamoios (SP-099), que atualmente encontra-se em processo de duplicação.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise de densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encostas	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
2	Grupo Açungui	Migmatitos	Morros	Alta	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Retilíneas e côncavas	Fechado	Angulosos	Cristas orientadas
Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo								
	Características geotécnicas													
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Processos geológicos	Uso e cobertura de terra							
2	Raso a sub aflorante	Delgado a inexistente	Muito resistente	Médio a baixo	Alto	Erosão linear, movimentos de massa (escorregamento, rastejo)	Reflorestamento, pastagem, floresta, capoeira, corpo d'água continental, área urbana							

Figura 26 – Caracterização da Unidade fisiográfica 2

6.4.3. Unidade Fisiográfica 3 – Migmatitos em relevo serrano

A unidade está inserida na Unidade Morfoescultural Planalto e Serra da Mantiqueira (Planalto Atlântico), alocada na Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981). Segundo Florenzano e Csordas (1993), o aspecto fisiográfico dominante é o de morros.

Assim como a unidade anterior, a densidade textural da unidade é alta, ou seja, encontra-se alta densidade de drenagem e alta densidade de relevo. Assim, a permeabilidade é baixa, a relação escoamento superficial pela infiltração é elevada e a espessura do manto de alteração é pequena.

As análises a respeito da forma e característica do relevo revelaram que o local possui grande amplitude altimétrica, encostas retilíneas, cujas declividades são elevadas, e topos angulosos.

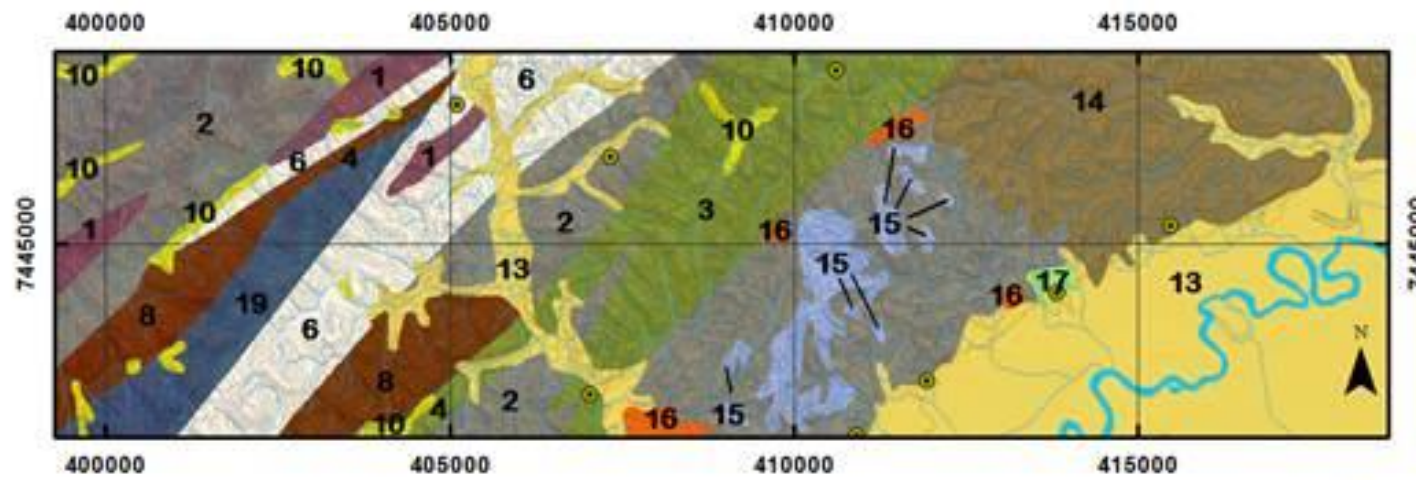
Desta forma, em relação às características geotécnicas, a unidade possui um grande potencial a movimentos gravitacionais, principalmente rolamento de blocos e escorregamentos. Conforme supracitado áreas íngremes, cobertas ou não por vegetação nativa, possuem alta probabilidade a escorregamentos, principalmente aliado a altos índices pluviométricos, como no caso desta região.

Segundo IPT (1978), a unidade é dominada por migmatitos do Grupo Açungui.

As atividades de campo revelaram que a maior parte da unidade é ocupada por capoeira, reflorestamento, floresta, pastagem e área urbana, e feições particulares, representada por cristas orientadas, se destacam nesta região.

A figura 27 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 3: Caracterização da Unidade fisiográfica 3



Detalhe da Unidade 3 no mapa de compartimentação fisiográfica

Cristas orientadas da Unidade 3. Foto tirada na direção sudoeste para nordeste.



Ponto de campo 63
 Coordenadas UTM
 X: 407036 m E
 Y: 7442809 m S

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do mento de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encostas	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
3	Grupo Açungui	Migmatitos	Serras	Alta	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Retilíneas	Fechado	Angulosos	Cristas orientadas
Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo								
	Características geotécnicas													
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escheabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Processos geológicos		Uso e cobertura de terra						
3	Raso a sub aflorante	Delgado a inexistente	Muito resistente	Médio a baixo	Alto	Rolamento de blocos, escorregamento		Capoeira, reflorestamento, floresta, pastagem, área urbana						

Figura 27 – Caracterização da Unidade fisiográfica 3

6.4.4. Unidade Fisiográfica 4 – Migmatitos em relevo de colinas

A unidade fisiográfica 4 se insere na divisa da Unidade Morfoescultural Planalto e Serra da Mantiqueira (Planalto Atlântico) com a Unidade Morfoescultural Depressão do Médio Paraíba e na Unidade Morfoescultural Planalto de Paraitinga/Paraibuna, de Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981). Segundo Florenzano e Csordas (1993), o aspecto fisiográfico dominante é o de colinas.

A densidade de drenagem, assim como a densidade de relevo, é mediana; assim, a permeabilidade, bem como a relação de escoamento superficial pela infiltração será média.

Nesse sentido, os valores de declividade e amplitudes também são medianos, cujas encostas são côncavas e a forma dos topos arredondados.

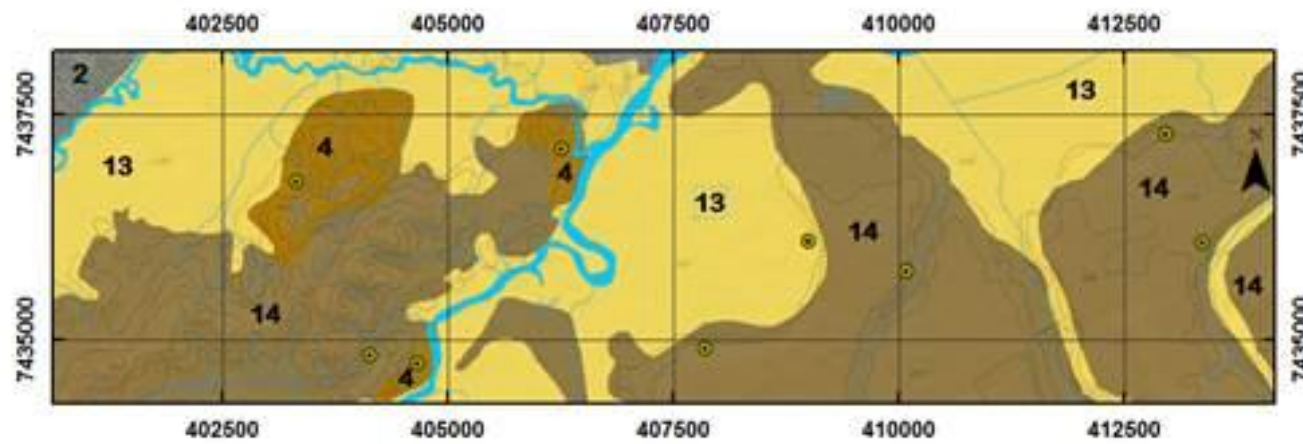
No que tange as propriedades geológico-geotécnicas da unidade, o potencial à erosão linear induzido varia de médio a baixo, e o potencial a movimentos gravitacionais oscila entre médio a alto.

As atividades de campo revelaram a presença notória de processos erosivos, associados principalmente à ausência de cobertura vegetal.

Segundo dados do IPT (1978), o domínio geológico é por migmatitos do Grupo Açungui.

A figura 28 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 4: Caracterização da Unidade fisiográfica 4



Detalhe da Unidade 4 no mapa de compartimentação fisiográfica



Relevo colinoso da Unidade 4. Destaque para a vertente côncava e a predominância de pastagens.



Limites da Unidade 4 com a Unidade 13. O círculo vermelho destaca o processo de ravinamento em estágio avançado.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise											
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo						
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/ infiltração	Espessura e Características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares	
4	Grupo Açungui	Migmatitos	Colinas	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Côncavas	Aberto	Arredondados

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura de terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escaevabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
4	Intermediário	Intermediário	Resistência média	Médio a baixo	Médio a alto	Erosão linear	Pastagem, área urbana, floresta

Figura 28 – Caracterização da Unidade fisiográfica 4

6.4.5. Unidade Fisiográfica 5 – Migmatitos em morrotes

A Unidade fisiográfica 5, segundo os procedimentos dispensados na etapa de fotoanálise e fotointerpretação, possui como tipo de relevo dominante os morrotes. Assim, segundo as conjecturas de Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981), o local situa-se na Unidade Morfoescultural Planalto e Serra da Mantiqueira (Planalto Atlântico).

IPT (1978) classificou o local como pertencente ao Embasamento Cristalino, cuja dominância é por migmatitos do Grupo Açungui.

A densidade de drenagem e a densidade de relevo são medianas, bem como a amplitude altimétrica e a declividade. Nesse sentido, a permeabilidade e a relação de escoamento superficial pela infiltração possuem valores médios.

As encostas variam entre côncavas e convexas, e os topos podem ser aplainados a arredondados.

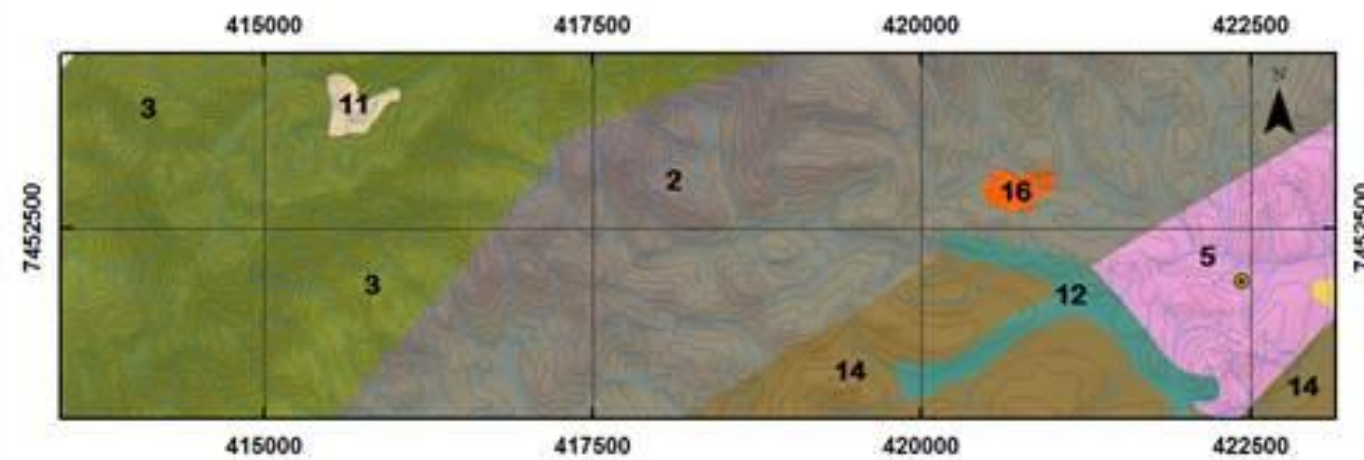
Sobre as propriedades geológico-geotécnicas, o potencial à erosão linear induzida varia de médio a alto, enquanto a probabilidade de ocorrer movimentos gravitacionais é mediano.

O principal processo geológico verificado na etapa de campo foi a erosão linear, acompanhada de pastagens degradadas e remanescentes florestais como uso da terra.

Segundo Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998), a erosão linear é causada pela concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, que resultam em pequenas incisões do terreno, tais como sulcos erosivos, que podem evoluir para ravinas e voçorocas.

A figura 29 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 5: Caracterização da Unidade fisiográfica 5



Detalhe da Unidade 5 no mapa de compartimentação fisiográfica



Aspecto fisiográfico da Unidade 5. Os principais tipos de uso e ocupação no local são por pastagens e remanescentes florestais.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise											
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo						
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/ infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encostas	Forme do vale	Forma do topo	Feições particulares	
5	Grupo Açungui	Migmatitos	Morrotes	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Côncavas e convexas	Fechados e abertos	Arredondados e aplainados

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
5	Intermediário a profundo	Intermediário a espesso	Resistência média a pouco resistente	Médio a alto	Médio	Erosão linear	Pastagem, floresta

Figura 29 – Caracterização da Unidade fisiográfica 5

6.4.6. Unidade Fisiográfica 6 – Rochas cataclásticas em morros

A unidade fisiográfica 6, segundo Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981), está inserida no domínio morfoescultural Planalto e Serra da Mantiqueira e no Planalto de Paraitinga/Paraibuna (Planalto Atlântico), que segundo Ab'Saber (1970), “possui elevada densidade de canais de drenagem, cujo relevo é sustentado por litologias metamórficas”. No contexto de Florezano e Csordas (1993), a área está alocada no domínio de morros.

Segundo IPT (1978) a unidade está situada no Cambro - Ordoviciano - Pré-Cambriano Superior e seus principais litotipos são as rochas cataclásticas.

A densidade textural na unidade é alta, devido à alta densidade de relevo e drenagem. Assim, verifica-se uma baixa permeabilidade e uma alta relação de escoamento superficial pela infiltração.

As amplitudes altimétricas e os valores de declividade são altos, com formas de encostas côncavas, vales fechados e topos arredondados.

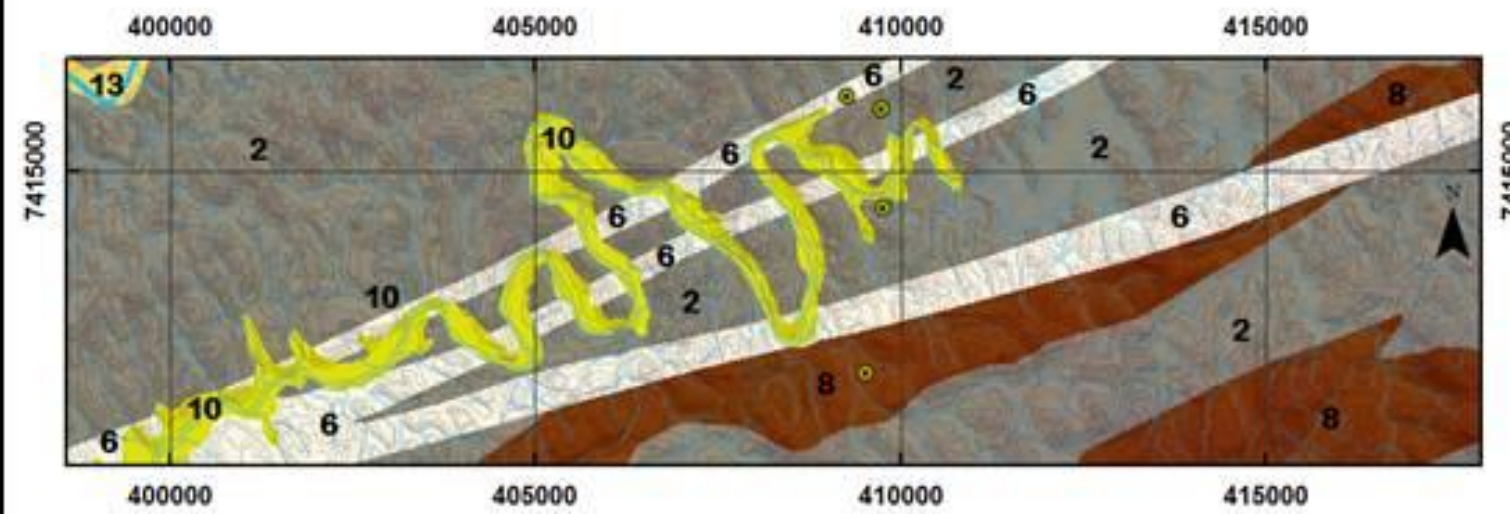
As características geológico-geotécnica da unidade revelam que seu potencial à erosão linear induzida varia de médio a alto, bem como a probabilidade a movimentos gravitacionais.

O uso da terra na região é bem diversificado, com ocorrências de pastagem, floresta, corpo d'água continental, capoeira, área urbana, e reflorestamento.

Os principais processos geológicos atrelados ao local é a erosão linear e os escorregamentos.

A figura 30 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 6: Caracterização da Unidade fisiográfica 6



Detalhe da Unidade 6 no mapa de compartimentação fisiográfica



Topos arredondados da Unidade 6. O círculo vermelho destaca processo de erosão linear (sulcos erosivos).

Unidade fisiográfica	Geologie		Relevo	Fotoanálise										
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
6	Cambrio - Ordoviciano - Pré-Cambriano Superior	Rochas cataclásticas	Morros	Alta	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Côncavas	Fechado	Arredondados

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura de terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escoeabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
6	Intermediário	Intermediário	Resistência média	Médio a alto	Médio a alto	Erosão linear, escorregamento	Pastagem, floresta, corpo d'água continental, capoeira, área urbana, reflorestamento

Figura 30 – Caracterização da Unidade fisiográfica 6

6.4.7. Unidade Fisiográfica 7 – Rochas cataclásticas em morrotes

A presente unidade insere-se na unidade morfoescultural Planalto de Paraitinga/Paraibuna, que segundo Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981), “possui vales profundos e formas de topos convexas”. Assim, o relevo é configurado através de morrotes, segundo a classificação de Florenzano e Csordas (1993).

Segundo as etapas fotointerpretativas, a densidade de drenagem e a densidade de relevo são médias, o que induz a uma permeabilidade e relação de escoamento superficial pela infiltração medianas.

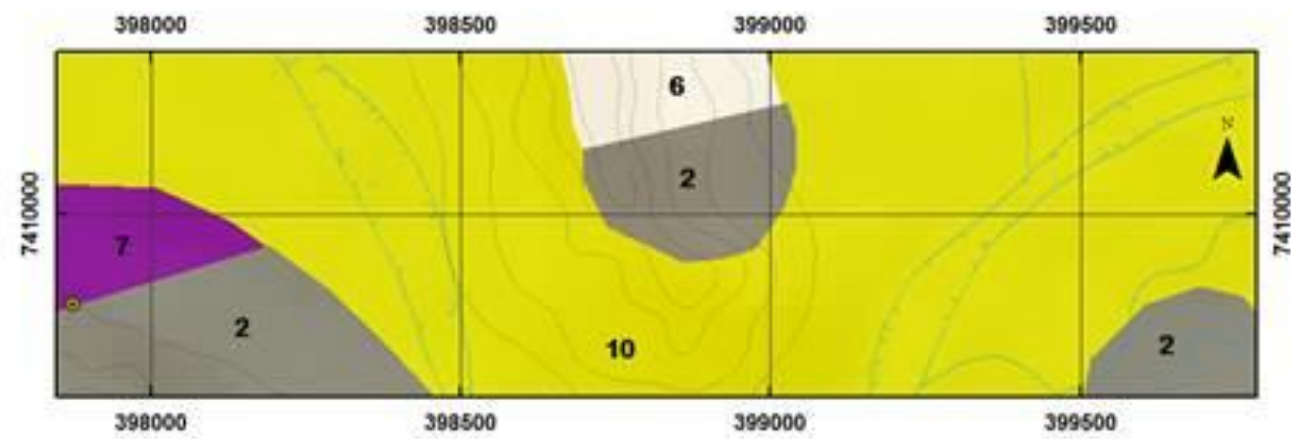
As formas de encostas podem ser côncavas ou convexas, cujas declividades possuem valores de 12 a 30%. Os topos podem ser aplainados ou arredondados, e as amplitudes altimétricas variam de 100 a 300 metros.

As características geológico-geotécnicas da respectiva unidade revelam que o potencial a movimentos gravitacionais é médio; entretanto, o potencial para a erosão linear induzida varia de médio a alto.

A cobertura da terra predominante é a pastagem, e o principal processo geológico ocorrente é a erosão linear.

A figura 31 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 7: Caracterização da Unidade fisiográfica 7



Detalhe da Unidade 7 no mapa de compartimentação fisiográfica



Relevo de morrotes da Unidade 7.
Destaque para os topos aplainados.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise											
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo						
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do mento de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares	
7	Cambrio - Ordoviciano - Pré-Cambriano Superior	Rochas cataclásticas	Morrotes	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Côncavas e convexas	Fechados e abertos	Arredondados e aplainados	-----

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura de terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
7	Intermediário a profundo	Intermediário a espesso	Resistência média a pouco resistente	Médio a alto	Médio	Erosão linear	Pastagem

Figura 31 – Caracterização da Unidade fisiográfica 7

6.4.8. Unidade Fisiográfica 8 – Rochas granitoides em morros

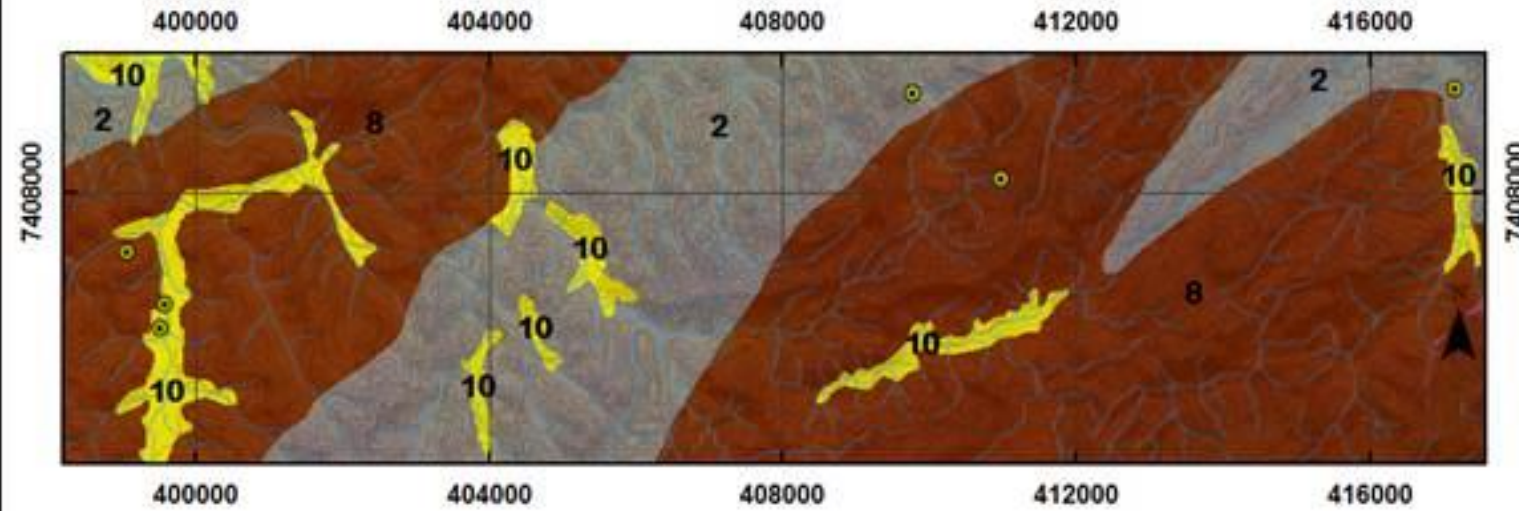
A unidade está inserida na Unidade Morfoescultural Planalto e Serra da Mantiqueira e no Planalto de Paraitinga/ Paraibuna (Planalto Atlântico), alocada na Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981). Segundo Florenzano e Csordas (1993), o aspecto fisiográfico dominante é o de morros.

A alta densidade de elementos de drenagem, bem como as de relevo, confere à região uma elevada relação de escoamento superficial pela infiltração e espessura rasa do manto de alteração. Nesse sentido, aliadas às formas côncavas e convexas das encostas e a declividades altas do local, a unidade pode apresentar movimentos de massa ao longo de sua extensão.

Ademais, foi verificada na etapa do campo a presença de erosão linear em vertentes convexas da unidade, que geralmente são acompanhadas por pastagens como o principal tipo de uso da terra; entretanto, a unidade também apresenta áreas de remanescentes florestais, pastagem, reflorestamento, capoeira e área urbana.

A figura 32 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 8: Caracterização da Unidade fisiográfica 8



Detalhe da Unidade 8 no mapa de compartimentação fisiográfica



Vista geral da Unidade 8 a partir da Rodovia Nilo Máximo (SP-077). Detalhe dos topos aplainados e arredondados.



Processo de erosão linear do tipo ravinamento na Unidade 8.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
8	Pré - Cambriano Superior	Rochas granitóides	Morros	Alta	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/ rocha aflorante)	Grande	Alta	Côncavas e convexas	Fechados e abertos	Arredondados e aplainados	-----

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial e movimentos gravitacionais		
8	Intermediário a profundo	Intermediário a espesso	Resistência média a pouco resistente	Médio a alto	Médio	Erosão linear, escorregamento	Floresta, pastagem, reflorestamento, capoeira, área urbana

Figura 32 – Caracterização da Unidade fisiográfica 8

6.4.9. Unidade Fisiográfica 9 – Rochas granitoides em morrotes

A unidade fisiográfica 9 insere-se na Unidade Morfoescultural Depressão do Médio Paraíba (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981), cujos modelados são de morrotes (FLORENZANO & CSORDAS, 1993).

Segundo IPT (1978), a região possui rochas granitoides do Pré - Cambriano Superior.

A densidade textural na respectiva unidade é média, devido à média densidade de relevo e de drenagem. Consequentemente, a permeabilidade, bem como a relação de escoamento superficial pela infiltração, serão medianas.

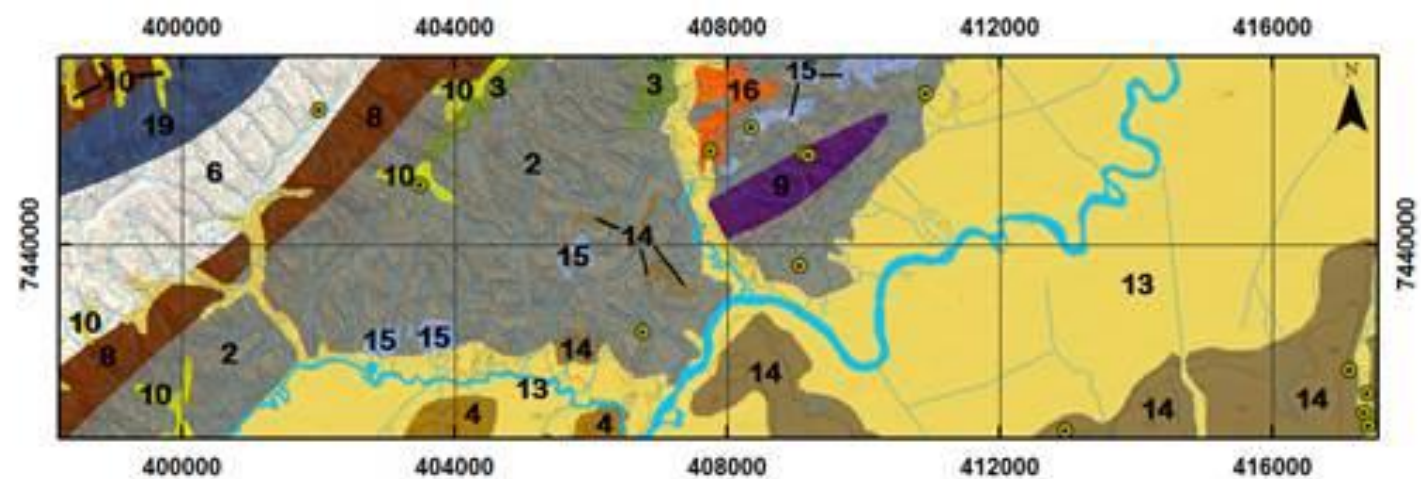
A amplitude altimétrica varia entre 100 a 300 metros, enquanto a declividade 12 a 30%. As encostas são côncavas e a forma dos topos arredondadas.

Quanto às características geológico-geotécnicas, o potencial à erosão linear induzida e o de movimentos gravitacionais varia de médio a alto.

O principal processo geológico observado em campo foi a erosão linear, atrelado à dominância de pastagens degradadas..

A figura 33 apresenta de forma geral as propriedades da unidade 9.

Prancha 9: Caracterização da Unidade fisiográfica 9



Detalhe da Unidade 9 no mapa de compartimentação fisiográfica



Relevo de morrotes da Unidade 9. Destaque para o topo arredondado e a pastagem como forma de uso da terra predominante.



Erosão linear nas encostas côncavas da Unidade 9.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise											
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo						
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forme do vele	Forme do topo	Feições particulares	
	Pré - Cambriano Superior	Rochas granitóides	Morrotes	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Côncavas	Fechado	Arredondados	-----

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
	Intermediário	Intermediário	Resistência média	Médio a alto	Médio a alto	Erosão linear	Pastagem

Figura 33 – Caracterização da Unidade fisiográfica 9

6.4.10. Unidade Fisiográfica 10 – Sedimentos quaternários em relevo de morros

A unidade fisiográfica 10 localiza-se na Unidade Morfoescultural Planalto de Paraitinga/Paraibuna e Planalto da Serra da Mantiqueira (Planalto Atlântico) (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981), cujos modelados são de relevo de morros, segundo Florenzano e Csordas (1993).

No mapeamento do IPT (1978) esta unidade é caracterizada por arenitos, cascalhos, siltes, argilas e turfas do Quaternário.

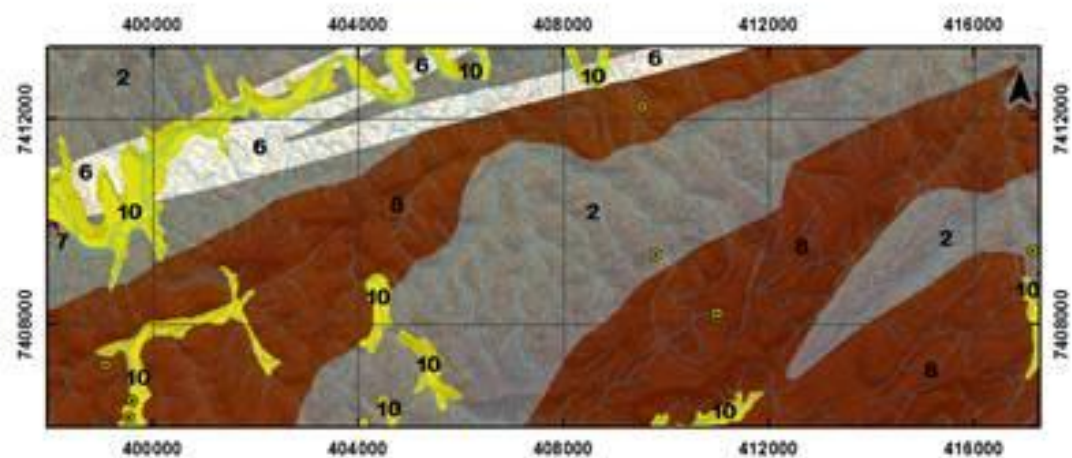
Com ampla distribuição na área de estudo, a unidade 10, apesar de localizar-se em relevo de morros, apresenta-se como pequenas planícies aluvionares com declividades baixas, pequena amplitude altimétrica e com vales abertos, entretanto restritos (figura 34). A forma do topo é aplainada, e o potencial a movimentos gravitacionais é baixo.

O processo geológico mais frequente é a erosão fluvial e o assoreamento. Segundo Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998), o assoreamento “consiste na acumulação de sedimentos em meio aquoso ou aéreo, ocorrendo quando a força do agente transportador natural (curso d’água, vento) é sobrepujada pela força da gravidade ou quando a supersaturação das águas ou ar permite a deposição de partículas sólidas”. Em contrapartida, a erosão fluvial é realizada pelos processos de abrasão, corrosão e cavitação, que compreendem respectivamente ao desgaste pelo atrito mecânico entre partículas presentes na água, à reação química entre a água e o material em contato e à fragmentação de rochas, quando variações de pressão sobre as paredes do canal fluvial (JORGE & UEHARA, 1998).

As atividades de campo revelaram diferentes tipos de uso da terra nesta unidade: pastagem, floresta, reflorestamento, área urbana, corpo d’água continental e capoeira.

A figura 34 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 10: Caracterização da Unidade fisiográfica 10



Detalhe da Unidade 10 no mapa de compartimentação fisiográfica



Limite das Unidades 2 e 10.



Drenagem sobre Unidade 10. Destaque para o domínio de pastagem e ausência de vegetação nativa sobre a mesma Unidade.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
10	Quaternário	Arenitos, cascalhos, siltes, argila e turfa	Morros	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Grande	Pequena	Baixa	Convexas	Aberto	Aplainados

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura de terra
Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escaevibilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial e movimentos gravitacionais			
10	Profundo	Espesso	Pouco resistente	Médio a alto	Baixo	Assoreamento, erosão fluvial, inundação, enchente	Pastagem, floresta, reflorestamento, área urbana, corpo d'água continental, capoeira

Figura 34 – Caracterização da Unidade fisiográfica 10

6.4.11. Unidade Fisiográfica 11 – Sedimentos quaternários em relevo serrano

A unidade fisiográfica 11 localiza-se na Unidade Morfoescultural Planalto da Serra da Mantiqueira (Planalto Atlântico) (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981), cujos modelados de relevo são de serras, segundo Florenzano e Csordas (1993).

No mapeamento do IPT (1978) esta unidade é caracterizada por arenitos, cascalhos, siltes, argilas e turfas do Quaternário.

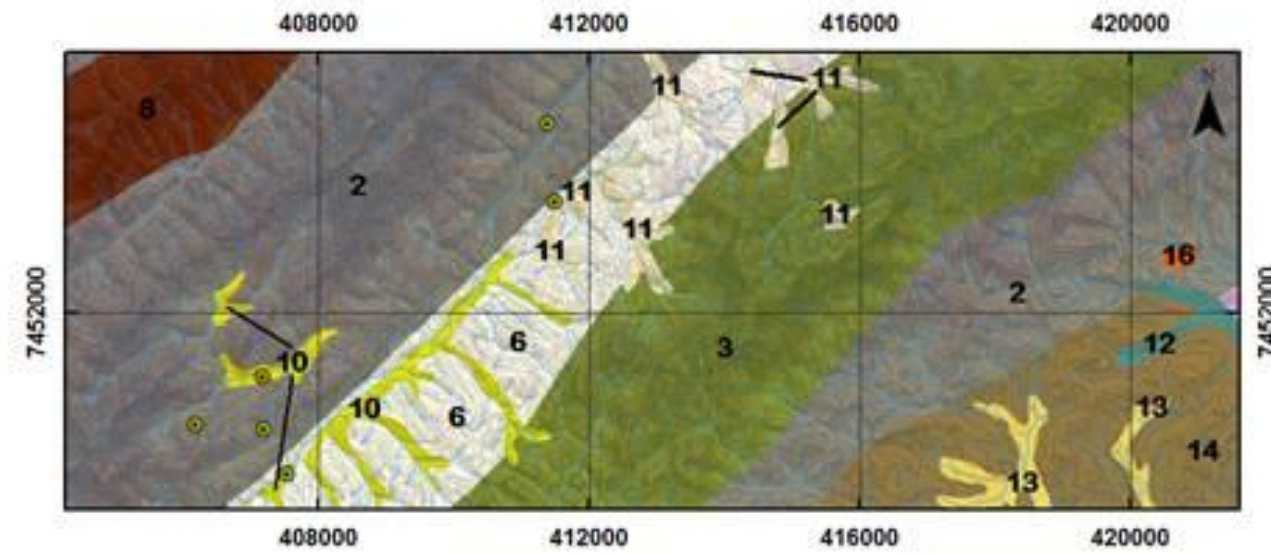
A unidade se localiza principalmente na zona rural do município de Monteiro Lobato (SP), cujos principais tipos de uso da terra são floresta, pastagem e reflorestamento.

As atividades fotointerpretativas indicam que a unidade se distribui como pequenas planícies aluvionares com declividades baixas, pequena amplitude altimétrica e com vales abertos, entretanto restritos. A forma do topo é aplainada, e o potencial a movimentos gravitacionais é baixo.

Assim como a unidade anterior, os principais processos geológicos ocorrentes são a erosão fluvial e o assoreamento. Entretanto, a velocidade dos processos pode se dar de maneira diferenciada, uma vez que a unidade 11 localiza-se em relevo de serras, cujas encostas são retilíneas e as declividades mais elevadas; portanto, o carreamento de sedimentos tende a ser mais intenso e com maior rapidez.

A figura 35 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 11: Caracterização da Unidade fisiográfica 11



Detalhe da Unidade 11 no mapa de compartimentação fisiográfica



Limite entre as Unidades 6 e 11 na zona rural do município de Monteiro Lobato (SP).

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise de densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
11	Quaternário	Arenitos, cascalhos, siltes, argila e turfa	Planícies restritas em relevo de Serras	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Grande	Pequena	Baixa	Convexas	Aberto	Aplainados	-----

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escoeabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
11	Profundo	Espesso	Pouco resistente	Média a alto	Baixo	Assoreamento, erosão fluvial	Pastagem, floresta, reflorestamento

Figura 35 – Caracterização da Unidade fisiográfica 11

6.4.12. Unidade Fisiográfica 12 – Sedimentos quaternários em relevo de colinas

A unidade 12 está inserida na Unidade Morfoescultural Planalto e Serra da Mantiqueira e no Planalto de Paraitinga/ Paraibuna (Planalto Atlântico), alocada na Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981). Segundo Florenzano e Csordas (1993), o aspecto fisiográfico dominante é o de colinas.

De maneira geral, a unidade possui média densidade de drenagem e de relevo. Desta forma, a permeabilidade, a relação escoamento superficial pela infiltração e a espessura do manto de alteração serão medianos.

As amplitudes e declividades são pequenas, acompanhadas de vales abertos com encostas convexas a côncavas. Os topos podem ser aplainados ou arredondados.

A unidade exhibe como principal tipo de uso da terra as pastagens e os remanescentes florestais, além da presença da área urbana (município de São José dos Campos/SP).

Como processo geológico, foi relatada na etapa de campo a presença de erosão linear sob as encostas convexas da unidade. Assim, verifica-se o potencial médio a alto de erosão linear induzida, relatado nas etapas de fotointerpretação.

A figura 36 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

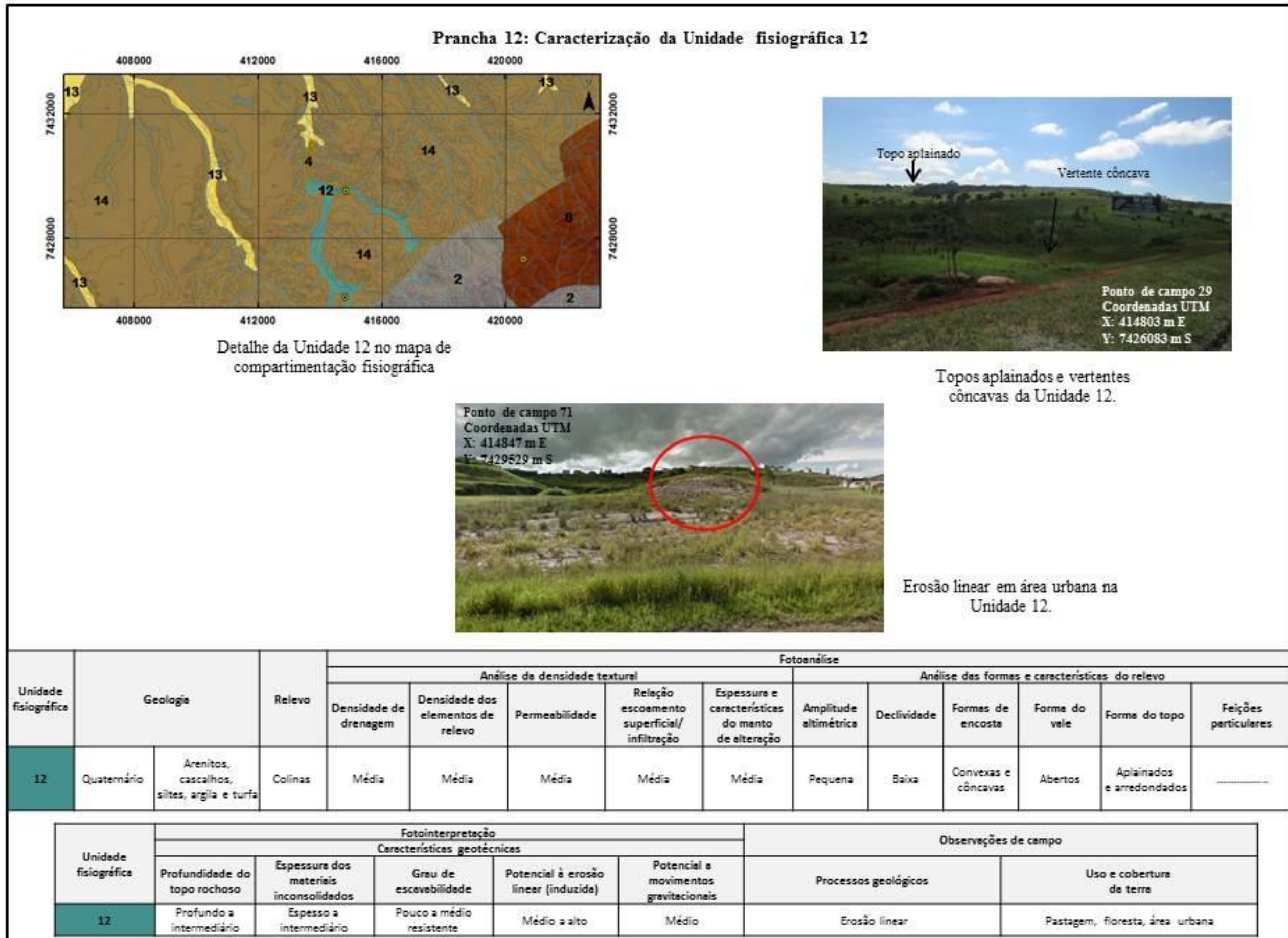


Figura 36 – Caracterização da Unidade fisiográfica 12

6.4.13. Unidade Fisiográfica 13 – Sedimentos quaternários em planícies aluviais

A unidade 13 está inserida na Depressão do Médio Paraíba (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981), cujos modelados de relevo são as planícies aluviais (FLORENZANO & CSORDAS, 1993).

Nesta unidade, segundo IPT (1978), estão presentes arenitos, cascalhos, siltes, argila e turfa do Quaternário. A grande planície aluvial do Rio Paraíba do Sul é a principal característica desta região.

Em relação à análise da densidade textural, a unidade apresenta baixa densidade de drenagem e baixa densidade de relevo. Nesse sentido, a permeabilidade é alta e a espessura do manto de alteração é grande.

A análise do relevo evidencia pequenas amplitudes altimétricas e baixas declividades, além de encostas convexas, topos aplainados e vales abertos.

Os materiais inconsolidados são espessos, e o potencial à erosão linear induzida é alto. Nesse sentido, as etapas de campo corroboram tal afirmativa, uma vez que foram encontrados processos erosivos em estágio avançado.

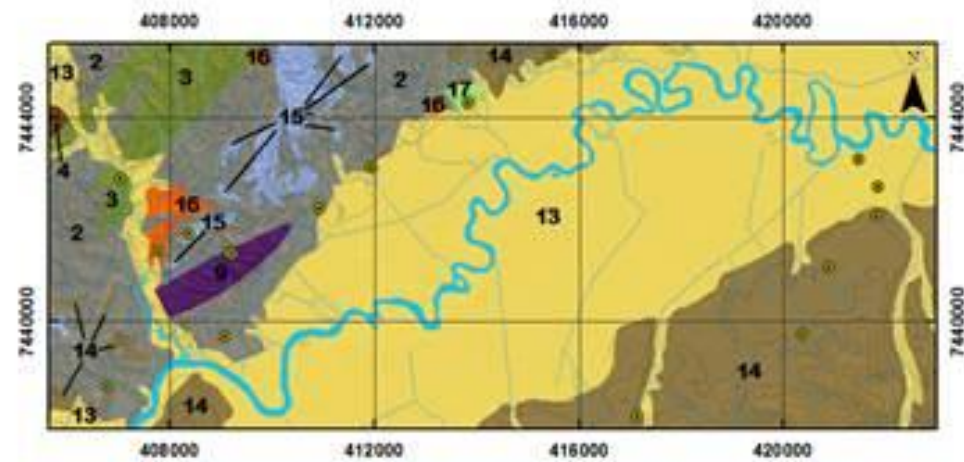
Outros processos geológicos como inundação e erosão fluvial são correntes. A unidade possui grandes áreas urbanas, com municípios de grande porte, como Jacareí e São José dos Campos, e obras de engenharia frequentemente são realizadas para mitigar o problema de inundação. Entretanto, a ocupação de forma desordenada, principalmente nas áreas mais próximas ao Rio Paraíba do Sul, agrava o problema das enchentes, uma vez que inexistente infraestrutura adequada para habitação.

Além da área urbana, as culturas de arroz são comuns como forma de uso da terra na região. O cultivo do arroz irrigado é realizado na planície aluvial do Rio Paraíba do Sul, onde a presença da lâmina d'água é constante na maior parte do ano.

Outros tipos de uso ocorrem na unidade em questão: mineração, remanescentes de floresta, pastagem, capoeira (vegetação secundária) e reflorestamento. As áreas de mineração situam-se às margens do Rio Paraíba do Sul, e desde 1999 está em vigor a Lei de Zoneamento Ambiental das atividades minerárias na região.

A figura 37 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 13: Caracterização da Unidade fisiográfica 13



Detalhe da Unidade 13 no mapa de compartimentação fisiográfica

Popular “banhado” do município de São José dos Campos. Destaque para o limite bem definido das Unidades 13 e 14.



Erosão linear em estágio avançado em meio a área urbana na Unidade 13.



Vista panorâmica da Rodovia Carvalho Pinto (SP-070), no sentido noroeste-sudoeste. As vertentes retilíneas e côncavas da Unidade 2, neste cenário, limitam-se com a planície aluvionar da Unidade 13.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
13	Quaternário	Arenitos, cascalhos, siltes, argila e turfa	Planícies aluviais	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Grande (espesso)	Pequena	Baixa	Convexas	Aberto	Aplainados	Planícies aluviais

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura de terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de eschebilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
13	Profundo	Espesso	Pouco resistente	Médio a alto	Baixo	Inundação, erosão linear, erosão fluvial	Rizicultura, área de mineração, corpo d'água continental, floresta, pastagem, área urbana, reflorestamento, capoeira

Figura 37 – Caracterização da Unidade fisiográfica 13

6.4.14. Unidade Fisiográfica 14 – Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté em relevo de colinas

A unidade 14 está inserida na Unidade Morfoescultural Planalto de Paraitinga/Paraibuna e Planalto da Serra da Mantiqueira e na Depressão do Médio Paraíba, segundo Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981). O relevo é colinoso, que varia de plano a suave ondulado (FLORENZANO & CSORDAS, 1993).

As atividades fotointerpretativas evidenciaram média a alta densidade de drenagem e de relevo. Assim, a relação de escoamento superficial pela infiltração varia de média a alta, ao passo que a permeabilidade varia de média a baixa.

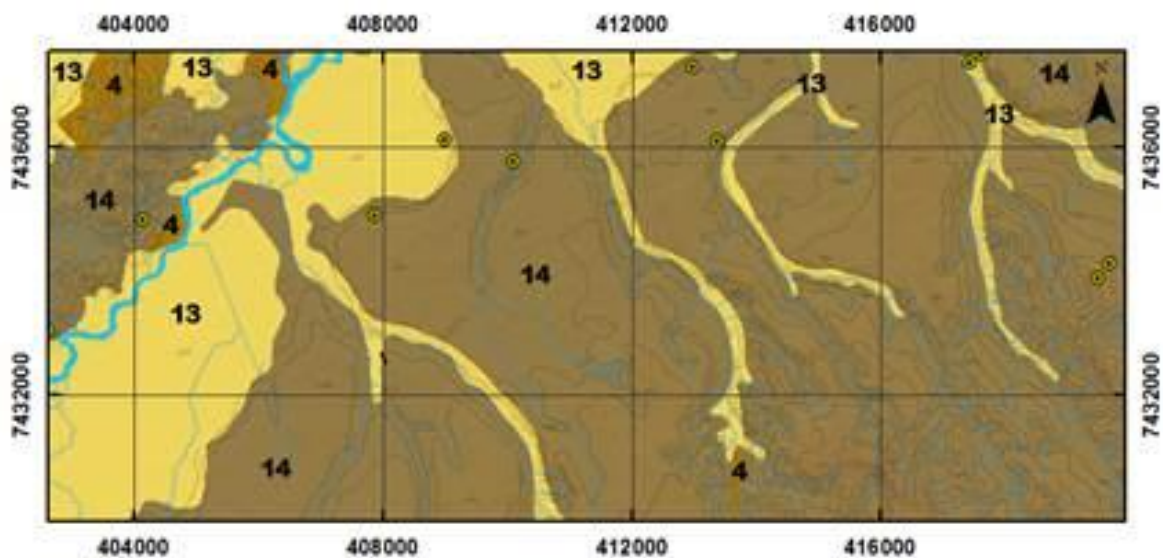
A amplitude altimétrica encontrada no local varia de 100 a 300 metros. Quanto às declividades, os valores variam de 12 a 30%. As encostas são côncavas, o topos arredondados e os vales fechados.

As características geológico-geotécnica da unidade evidenciam um médio potencial à erosão linear induzida, bem como a movimentos gravitacionais. Assim, o trabalho de campo revelou processos geológicos erosivos, principalmente nos locais situados junto a pastagens degradadas.

Os tipos de uso do solo para essa unidade são diversificados, onde há ocorrência de pequenas manchas de rizicultura, remanescentes florestais, áreas de reflorestamento, capoeira e um fragmento de cerrado na área urbana do município de São José dos Campos (SP).

A figura 38 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 14: Caracterização da Unidade fisiográfica 14



Detalhe da Unidade 14 no mapa de compartimentação fisiográfica



Vertente côncava, indicada pela seta, em área urbana, na Unidade 14.



Pacote sedimentar do Grupo Taubaté em relevo de colinas tabuliformes, situados às margens da Rodovia Carvalho Pinto (SP-070).



Limite bem definido entre as unidades 14 e 13.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise de densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
14	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos	Colinas	Média a alta	Média a alta	Média a baixa	Média a alta	Média a pequena	Média	Média	Côncavas	Fechado	Arredondados	-----

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais			
14	Intermediário	Intermediário	Resistência média	Médio a alto	Médio a alto	Erosão linear	Corpo d'água continental, área urbana, floresta, reflorestamento, pastagem, rizicultura, cerrado, capoeira

Figura 38 – Caracterização da Unidade fisiográfica 14

6.4.15. Unidade Fisiográfica 15 - Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté em relevo de morros

A unidade fisiográfica 15 está inserida na Unidade Morfoescultural Depressão do Médio Paraíba, segundo as proposições de Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981). Em relação aos modelados do relevo, segundo Florenzano e Csordas (1993), a região pertence ao domínio de morros.

A unidade fisiográfica 15 é constituída por conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté, segundo IPT (1978).

A unidade apresenta média densidade de drenagem e de relevo; portanto, a permeabilidade e a relação de escoamento superficial pela infiltração será mediana.

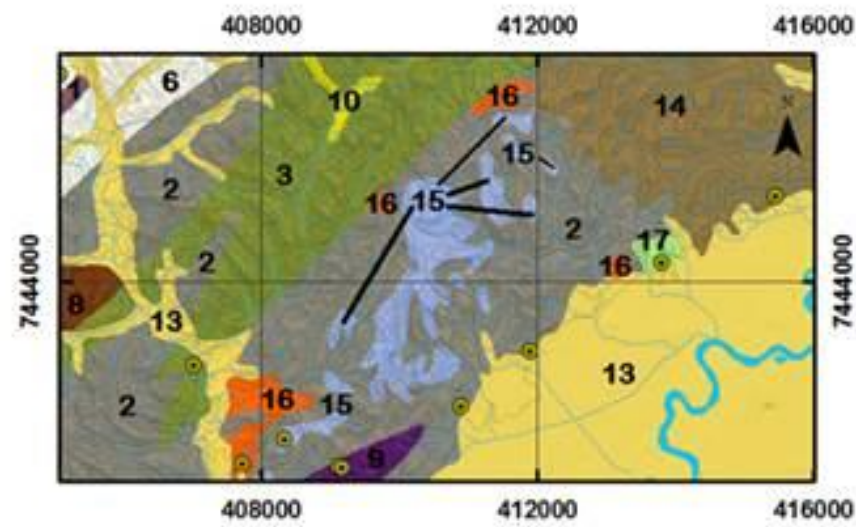
Em relação às formas e características do relevo, a amplitude altimétrica varia de 100 a 300 metros, ao passo que a declividade tem valores de 12 a 30%. Nesse contexto, as formas de encosta são côncavas e os topos arredondados.

O potencial à erosão linear induzida varia de médio a alto no local, bem como para os movimentos gravitacionais. Assim, a unidade apresenta como processos geológicos a erosão linear e o rastejo.

Os tipos de uso ocorrentes na região são manchas de remanescentes florestais, pastagens degradadas e área urbana.

A figura 39 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 15: Caracterização da Unidade fisiográfica 15



Detalhe da Unidade 15 no mapa de compartimentação fisiográfica



Limite das Unidades 15 e 13. Detalhe dos topos arredondados.

Ponto de campo 69
Coordenadas UTM
X: 408359 m E
Y: 7441.710 m S



Relevo de morros da Unidade 15 em meio à área urbana. Destaque para as vertentes côncavas.

Ponto de campo 70
Coordenadas UTM
X: 408364 m E
Y: 7441.735 m S

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise											
				Análise de densidade textural					Análise das formas e características do relevo						
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares	
15	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos	Morros	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Côncavas	Fechado	Arredondados	Mares de morro

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura de terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escoeabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
15	Intermediário	Intermediário	Resistência média	Médio a alto	Médio a alto	Erosão linear, rastejo	Floresta, pastagem e área urbana

Figura 39 – Caracterização da Unidade fisiográfica 15

6.4.16. Unidade Fisiográfica 16 - Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté em relevo de morrotes

A unidade fisiográfica 16 está inserida na Unidade Morfoescultural Depressão do Médio Paraíba, segundo as proposições de Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981). Em relação aos modelados do relevo, segundo Florenzano e Csordas (1993), a região pertence ao domínio de morrotes, cuja fisiografia é de relevo ondulado e muito dissecado.

Segundo IPT (1978), a unidade é constituída por conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté.

Segundo as etapas de fotointerpretação e fotoanálise, a densidade textural da unidade é média, ou seja, a densidade dos elementos de drenagem é de 5 a 30 canais por 10 km², e a densidade dos elementos do relevo, que indicam a dissecção e rugosidade do terreno, é média. Assim, a permeabilidade, a relação do escoamento superficial pela infiltração e a espessura do manto de alteração terão valores médios.

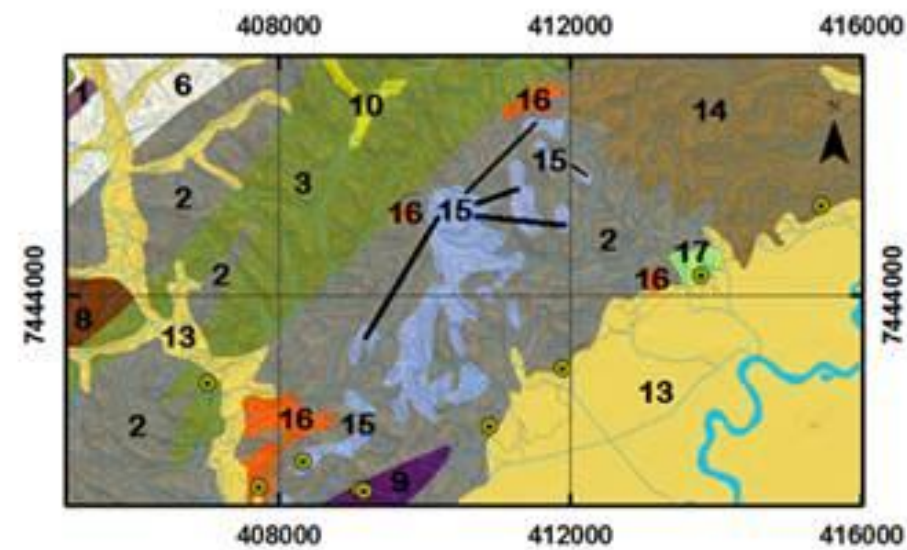
Em relação à análise das formas e características do relevo, a amplitude altimétrica é média, ou seja, as variações de cota na unidade podem variar de 100 a 300 metros. A declividade, por sua vez, pode apresentar valores de 12 a 30%, cujas formas de encostas são convexas. A forma dos topos é aplainada.

As características geológico-geotécnicas da unidade revelam um médio a alto potencial à erosão linear induzida; desta forma, trabalhos de campo corroboraram tal afirmativa, como no ponto 68, que apresenta ravinas em estágio avançado. Ademais, a unidade tem um médio a alto potencial a movimentos gravitacionais, como escorregamentos, que se caracterizam por “movimentos rápidos de massas de solo ou de rochas, geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora de um talude” (INFANTI JÚNIOR & FORNASARI FILHO, 1998).

O tipo de uso e cobertura da terra mais frequente no local é por pastagens, sendo possível encontrar fragmentos de remanescentes florestais.

A figura 40 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 16: Caracterização da Unidade fisiográfica 16



Detalhe da Unidade 16 no mapa de compartimentação fisiográfica



Cicatriz de escorregamento do tipo circular e erosão linear na Unidade 16.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise											
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo						
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encostas	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares	
16	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos	Morrotos	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Convexas	-----	Aplainados	-----
Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo									
	Características geotécnicas														
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escelebilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Processos geológicos		Uso e cobertura da terra							
16	Intermediário	Intermediário	Resistência média	Médio a alto	Médio a alto	Erosão linear, escorregamento		Pastagem, floresta, corpo d'água continental							

Figura 40 – Caracterização da Unidade fisiográfica 16

6.4.17. Unidade Fisiográfica 17 - Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos em terraços baixos

A unidade fisiográfica 17 está inserida na Unidade Morfoescultural Depressão do Médio Paraíba, segundo as proposições de Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981). Em relação aos modelados do relevo, segundo Florenzano e Csordas (1993), a região pertence ao domínio de terraços baixos, cuja fisiografia é de terrenos horizontais não inundáveis.

Assim, a densidade textural do local é baixa, definida pela baixa densidade dos elementos de drenagem (0 a 5 canais por 10 km²) e pela baixa densidade dos elementos do relevo. Nesse contexto, a permeabilidade intergranular será alta, ou seja, muito permeável, e a relação escoamento superficial pela infiltração será baixa. A espessura do manto de alteração é grande e espesso, com mais de 5 metros.

Em relação às características da forma do relevo, observam-se pequenas amplitudes altimétricas (menores que 100 metros) e encostas convexas com baixas declividades (0 a 12%). Os topos são aplainados e as feições particulares do relevo dessa unidade são os terraços fluviais, que segundo Pastore e Fontes (1998),

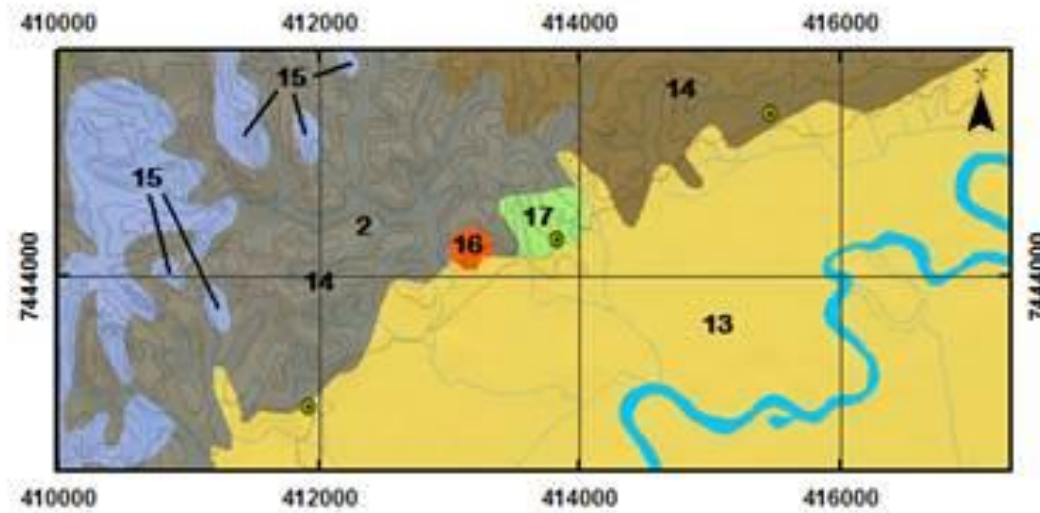
“se configuram como aluviões antigos, depositados quando o nível do curso d’água encontrava-se em posição superior à atual. Desta forma, os terraço fluviais são sempre encontrados em cotas mais altas do que os aluviões” (PASTORE & FONTES, 1998).

As características geológica-geotécnicas evidenciam um potencial que pode variar de médio a alto à erosão linear induzida; nesse contexto, as atividades de campo revelaram há existência de erosão linear em alguns pontos. O potencial a movimentos gravitacionais é muito baixo, visto que as declividades no local são muito pequenas.

O uso da terra mais comum na unidade é por pequenos remanescentes florestais e pastagens.

A figura 41 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 17: Caracterização da Unidade fisiográfica 17



Detalhe da Unidade 17 no mapa de compartimentação fisiográfica



Limite claramente definido entre as Unidades 17 e 13. Destaque para a pastagem como forma dominante de uso na terra no local.

Topo aplainado e vertente convexa da Unidade 17.



Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise de densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
17	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos	Terraços baixos	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Grande (espesso)	Pequena	Baixa	Convexas	Aberto	Aplainados	Terraços fluviais

Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo	
	Características geotécnicas					Processos geológicos	Uso e cobertura de terra
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais		
17	Profundo	Espesso	Pouco resistente	Médio a alto	Baixo	Erosão linear	Floresta e pastagem

Figura 41 – Caracterização da Unidade fisiográfica 17

6.4.18. Unidade Fisiográfica 18 - Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos em planícies aluviais

A unidade fisiográfica 18 está inserida na Unidade Morfoescultural Depressão do Médio Paraíba, segundo as proposições de Ross e Moroz (1997) e Ponçano et al. (1981). Em relação aos modelados do relevo, segundo Florenzano e Csordas (1993), a região pertence ao domínio das planícies aluviais, cuja fisiografia é de terrenos baixos, planos, junto às margens dos rios e são sujeitos periodicamente a inundações. Segundo IPT (1978), a unidade é constituída por conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos do Grupo Taubaté.

A unidade 18, que possui uma área pouco expressiva em relação à área de estudo, situa-se na área urbana do município de Guararema (SP). A densidade textural é baixa, acompanhada de baixas densidades de elementos do relevo (dissecação e rugosidade do terreno) e baixa densidade hidrográfica (0 a 5 canais por 10 km²). Nesse sentido, a permeabilidade intergranular será alta, acompanhada de grande espessura de manto de alteração (maior que 5 metros).

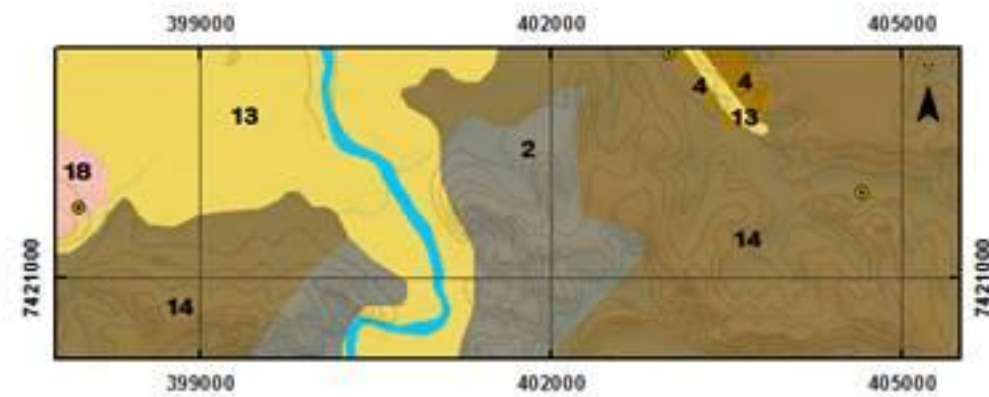
A amplitude local não possui grandes variações de cotas, que pode ser de 0 a 100 metros; nesse cenário, a declividade também é baixa, cujos valores não ultrapassam 12%. As encostas são convexas e os topos aplainados, e as feições de relevo peculiares da unidade são as planícies aluvionares.

Assim, as características geológico-geotécnicas da unidade revelam um alto potencial à erosão linear induzida, uma grande espessura de materiais inconsolidados e um baixo potencial a movimentos gravitacionais. Os processos geológicos mais ocorrentes no local são a inundação, o assoreamento e a erosão fluvial.

Como uso da terra, a unidade pode apresentar áreas de cultivo de arroz, pastagem e área urbana. Em certos pontos, como na unidade 13, a inundação alcança a área urbana e os núcleos rurais, que ocupam a área de planície aluvionar.

A figura 42 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 18: Caracterização da Unidade fisiográfica 18



Detalhe da Unidade 18 no mapa de compartimentação fisiográfica



Processos de erosão fluvial e assoreamento na Unidade 19. Destaque para ausência de vegetação ciliar.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do mento de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encoste	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
18	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos	Planícies aluviais	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Grande (espesso)	Pequena	Baixa	Convexas	Aberto	Aplainados	Planícies aluviais
Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo								
	Características geotécnicas													
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Processos geológicos			Uso e cobertura da terra					
18	Profundo	Espesso	Pouco resistente	Médio a alto	Baixo	Erosão fluvial, inundação, assoreamento			Pastagem, área urbana e cultura temporária (arroz)					

Figura 42 – Caracterização da Unidade fisiográfica 18

6.4.19. Unidade Fisiográfica 19 - Granulitos e charnockitos em relevo de morros

A unidade fisiográfica 19 localiza-se na Unidade Morfoescultural Planalto da Serra da Mantiqueira (Planalto Atlântico) (ROSS & MOROZ, 1997; PONÇANO et al., 1981), cujos modelados de relevo são de morros, segundo Florenzano e Csordas (1993). Segundo IPT (1978), a unidade é constituída por granulitos e charnockitos do Pré-Cambriano Médio.

A densidade textural na unidade 19 é alta, uma vez que possui alta densidade de elementos de drenagem (maior que 30 canais por km²) e alta densidade de elementos de relevo. Assim, a permeabilidade intergranular é baixa, pois é pouco permeável à impermeável, e a espessura do manto de alteração é pequena.

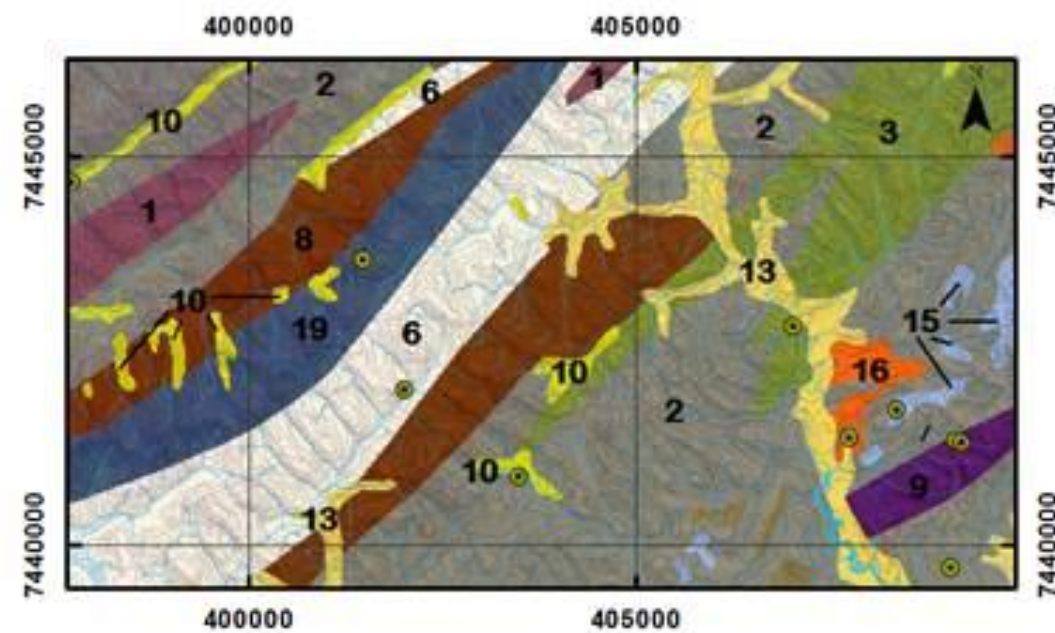
A análise das formas e características do relevo evidenciaram grandes amplitudes altimétricas (maiores que 300 metros) e altas declividades (maiores que 30⁰). As encostas são retilíneas e os vales fechados, com topos que podem ser arredondados a angulosos.

As características geológico-geotécnicas da unidade 19 revelam o seu alto potencial a movimentos gravitacionais, além de médio a baixo potencial a erosão linear de forma induzida. Nesse contexto, as atividades de campo evidenciaram processos de erosão linear em estágio avançado nas encostas retilíneas, representados principalmente por voçorocas e ravinas.

Os principais tipos de uso da terra no local são remanescentes florestais e pastagens.

A figura 43 apresenta as características gerais da referida unidade com as análises obtidas pela fotoanálise e fotointerpretação e com observações do trabalho de campo.

Prancha 19: Caracterização da Unidade fisiográfica 19



Detalhe da Unidade 19 no mapa de compartimentação fisiográfica



Relevo de morros da Unidade 19. O círculo em vermelho destaca o processo de erosão linear de voçorocamento.

Unidade fisiográfica	Geologia		Relevo	Fotoanálise										
				Análise da densidade textural					Análise das formas e características do relevo					
				Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do mento de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições particulares
19	Pré - Cambriano Médio	Granulitos e charnockitos	Morros	Alta	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/ rocha aflorante)	Grande	Alta	Retilíneas	Fechado	Arredondados a angulosos	-----
Unidade fisiográfica	Fotointerpretação					Observações de campo								
	Características geotécnicas													
	Profundidade do topo rochoso	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial à erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Processos geológicos			Uso e cobertura da terra					
19	Raso a sub aflorante	Delgado a inexistente	Muito resistente	Médio a baixo	Alto	Erosão linear, escorregamento			Floresta e pastagem					

Figura 43 – Caracterização da Unidade fisiográfica 19

6.5. Mapa de Zonas Geoambientais

As zonas geoambientais foram estabelecidas a partir da integração pelo método de sobreposição dos mapas de compartimentação fisiográfica com os dados resultantes do mapeamento de uso e cobertura da terra. Esse mapeamento consistiu na divisão de unidades homogêneas conforme as potencialidades e suscetibilidades do terreno para ocorrência de processos do meio físico (como movimentos de massa, erosão e inundação) e a adequabilidade do uso da terra na região das folhas topográficas de São José dos Campos e Jacareí (SP).

Para tal, foram atribuídos diferentes pesos para as diferentes unidades fisiográficas e para as classes de uso da terra, cujos valores variam de 1 a 5, sendo a 1 equivalente à classe de mais baixa suscetibilidade aos processos do meio físico e a 5 correspondente a classe de mais alta suscetibilidade aos processos do meio físico (ROSS, 1995). O quadro 8 demonstra os critérios utilizados para a atribuição dos pesos em relação às unidades fisiográficas.

A atribuição de pesos para o uso e ocupação da terra seguiu as proposições de Lepsch (1983; 2002) e Ross (1994; 1995; 2002). O quadro 9 expõe os resultados obtidos.

Quadro 8 – Pesos das unidades fisiográficas para a elaboração do mapa de zonas geoambientais (adaptado de Pilachevsky, 2013)

Peso	Unidades fisiográficas	Características para a definição dos pesos
1 (susceptibilidade muito baixa)	16	- Baixas declividades (inferiores a 10%); - Relevo de morrotes; - Baixa potencialidade de ocorrência de processos do meio físico;
2 (baixa susceptibilidade)	12	- Baixas declividades; - Relevo colinoso; - Formação arenítica podendo facilitar a ocorrência de erosão linear.
3 (média susceptibilidade)	4, 5, 7, 9, 14	- Declividades médias; - Média amplitude altimétrica; - Relevo colinoso a de morrotes; - Potencialidade de ocorrência de erosão linear e escorregamentos.
4 (alta susceptibilidade)	10, 11, 15	- Relevo dissecado; - Médias declividades; - Relevo de morros a serrano; - Alta potencialidade de ocorrência de erosão linear.
5 (muito alta susceptibilidade)	13, 17, 18	- Baixas declividades; - Áreas sujeitas à inundação e ao assoreamento; - Possuem solos inconsolidados de baixa capacidade de suporte; - Nível de água aflorante a raso;
	1, 2, 3, 6, 8, 19	- Altas declividades (superiores a 30%); - Alta potencialidade de ocorrência de processos da dinâmica superficial (escorregamentos, rolamento de blocos e erosão).

Quadro 9 - Pesos das classes de uso e ocupação da terra para a elaboração do mapa de susceptibilidade aos processos do meio físico (adaptado de Ross, 1995)

Classes	Pesos
Floresta e Cerrado	1 (muito fraca)
Capoeira	2 (fraca)
Área urbana, Corpo d'água continental, Reflorestamento (Silvicultura)	3 (média)
Cultura temporária (Rizicultura), Pastagem	4 (forte)
Áreas de mineração	5 (muito forte)

Assim, foram obtidos no total 7 unidades geoambientais, conforme demonstrado no apêndice 4. Os tópicos seguintes expõem as principais características de cada unidade.

6.5.1. Zona Geoambiental A

A zona geoambiental A refere-se às áreas que possuem baixo potencial aos processos geológicos. A zona foi dividida em duas subzonas, a saber: A1 e A2.

6.5.1.1. Subzona Geoambiental A1

A subzona geoambiental A1 corresponde a áreas que não apresentam processos relacionados à inundação, movimentos de massa e erosão, principalmente devido à proteção da vegetação arbórea e a baixa suscetibilidade natural dos processos do meio físico citados. Referem-se às matas ao longo de algumas drenagens e em feições de relevo suaves, com baixas declividades, formando fragmentos florestais isolados, distribuídos ao longo de toda a área de estudo.

Essa subzona sofre intensa pressão das atividades agrícolas do entorno que historicamente tem avançado sobre as áreas de matas.

A recomendação é para preservação dessas matas, especialmente para servirem de reserva legal de propriedades prevista na legislação (BRASIL, 2012), como também incrementar suas integrações por meio da implantação de corredores ecológicos.

6.5.1.2. Subzona Geoambiental A2

A subzona geoambiental A2, apesar de possuir remanescentes florestais em seu interior, possui áreas que podem apresentar pontos isolados de erosão linear em estágio inicial, principalmente em locais com declividades maiores que 30%. Entretanto, movimentos de massa e inundação não são frequentes no local.

Esta subzona possui baixa susceptibilidade aos processos do meio físico principalmente pelo fato de possuir grandes manchas de remanescentes florestais e vegetação secundária (capoeira).

Recomenda-se a preservação destes remanescentes e a recomposição da vegetação secundária, principalmente nas encostas com declividades superiores a 20°.

6.5.2. Zona Geoambiental B

A zona geoambiental B ocorre principalmente nas proximidades da Bacia Sedimentar de Taubaté e é ocupada por grandes pastagens, rizicultura e áreas urbanas. Nesse local, a susceptibilidade aos processos do meio físico é baixa a média, e o processo geológico mais ocorrente é a erosão linear em forma de sulcos erosivos e ravinas. Podem ocorrer inundações periódicas em períodos muito chuvosos, principalmente nos locais mais próximos à planície aluvial do Rio Paraíba do Sul. O local não é potencial para movimentos de massa gravitacionais.

Recomenda-se cautela nas regiões de rizicultura e de pastagens. A Rizicultura é uma atividade altamente poluente, devido à quantidade de defensivos agrícolas utilizados para o controle de pragas; as pastagens, caso não haja boas práticas de manejo, podem acelerar os processos erosivos.

A expansão da área urbana deve ser controlada, principalmente nas proximidades da planície aluvial do Rio Paraíba do Sul. Ressalta-se que no local encontra-se a Área de Proteção Ambiental (APA) do Banhado e a APA da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Segundo a

Cetesb (2002), a APA do Banhado tem como objetivo proteger a planície de inundação do Rio Paraíba do Sul. Ressalta-se que no local são vedadas as atividades de parcelamento do solo para fins urbanos, instalação de indústria poluente, ampliação de áreas industriais existentes, uso de técnicas de manejo do solo capazes de provocar a erosão das terras ou o assoreamento dos cursos d'água, remoção da cobertura vegetal existente, exploração mineral e utilização da área para chácaras de recreio (CETESB, 2002).

6.6.3. Zona Geoambiental C

A zona geoambiental C possui médio potencial aos processos do meio físico. São ocorrentes no local principalmente o reflorestamento e as pastagens.

No local existe a Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul, cujo objetivo principal é o de propor medidas para sua recuperação. Assim, seguindo a legislação vigente,

“A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais” (BRASIL, 2000).

Desta forma, o desenvolvimento sustentável deve ser assegurado na região, buscando compatibilizar a ocupação antrópica e a diversidade biológica.

A zona geoambiental C distribui-se principalmente pela região do Embasamento Cristalino, onde as declividades são mais elevadas e o potencial a movimentos gravitacionais é acentuado. Desta forma, recomenda-se cautela nos empreendimentos a serem implantados nesses locais, principalmente nas encostas com declividades superiores a 20⁰.

6.6.4. Zona Geoambiental D

A zona geoambiental D possui alta susceptibilidade aos processos do meio físico. Configura-se como a zona mais presente na área de estudo, principalmente nos locais que possuem pastagem como principal tipo de uso.

Na região da planície aluvial do Rio Paraíba do Sul, onde os principais tipos de uso são a presença de área urbana e rizicultura, o processo geológico mais frequente é a inundação, o assoreamento e a erosão fluvial. Nesse sentido, esses locais são resguardados legalmente pela APA do Banhado e pelo Zoneamento Ambiental minerário do Rio Paraíba do Sul (SMA, 1999), cujos principais objetivos são de compatibilizar o desenvolvimento econômico com a proteção dos recursos naturais.

As regiões do Embasamento Cristalino englobados pela respectiva zona geoambiental possuem como principal processo geológico ocorrente os movimentos de massa, além da erosão linear. Assim, estes locais devem ser resguardados do uso antrópico e destinados à presença de Áreas de Preservação Permanente, de modo a minimizar tais processos (BRASIL, 2012).

6.6.5. Zona Geoambiental E

A zona geoambiental E possui muito alto potencial para processos do meio físico e referem-se às áreas de mineração de areia presentes na planície aluvial do Rio Paraíba do Sul. Os processos geológicos mais comuns na área em questão são o assoreamento, a erosão fluvial e a inundação, potencializados pela presença das áreas de mineração.

Segundo Kopezinski (2000), as minerações de areia têm sido grandes causadoras de impactos ambientais negativos para o meio físico, como o assoreamento e a mudança do percurso dos rios, mudanças dos sistemas de drenagens, erosão, movimentos de massa alteração da superfície topográfica e da paisagem e, com o transporte dos materiais extraídos, problemas como o excesso de poeira e de vibrações e a compactação do solo. Outros impactos ao meio físico de menor intensidade são os resíduos sólidos resultantes do processo de peneiramento e os ruídos provocados principalmente pelos equipamentos de extração,

carregamento e transporte (GODOY, 2002). Ademais, atividades mineradoras também causam a supressão da vegetação e a perda e destruição de solos superficiais férteis (BITAR et al., 1990). Almeida (2002) ressalta que caso existam focos de erosão ou má drenagem, também haverá aumento na carga de sedimentos nos cursos de água, causando o seu assoreamento e favorecendo a ocorrência de inundações. Isto pode acontecer quando rejeitos são depositados em pilhas de bota-fora e ficam expostos principalmente ao efeito da chuva (ALMEIDA, 2002).

Seguindo esses preceitos, e considerando que o local em questão insere-se na APA do Banhado e nas zonas de proteção, conservação de várzea e recuperação do Zoneamento Minerário da extração de areia no Rio Paraíba do Sul (SMA, 1999), recomenda-se estudos detalhados e acompanhamento frequente a respeito dos processos geológicos ocorrentes no local, tais como assoreamento e inundações. Nesse sentido, a recuperação da vegetação ciliar deve ser realizada, de modo que os processos do meio físico sejam minimizados.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os procedimentos adotados na referente pesquisa evidenciam a eficiência dos produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, que se configuram como alternativas para o planejamento territorial de grandes regiões, com baixo custo. Desta forma, as metodologias aqui empregadas são passíveis de repetição para outros locais, visto que utilizam ferramentas de fácil aquisição e acesso. A análise multicriterial, por sua vez, permitiu a integração de dados geoambientais e socioeconômicos, que auxiliam na tomada de decisões pelo poder público.

O processo de compartimentação fisiográfica originou 19 unidades distribuídas ao longo do Embasamento Cristalino e na Bacia Sedimentar de Taubaté. As técnicas de sensoriamento remoto, apoiadas na fotointerpretação, forneceram resultados satisfatórios e pertinentes para a área em questão.

Observou-se que as folhas topográficas São José dos Campos (SP) e Jacareí (SP) apresentam alta fragilidade aos processos do meio físico, devido às suas características geoambientais genéticas. Desta forma, torna-se relevante avaliar o peso de cada variável para a implementação de determinados empreendimentos, uma vez que o tipo de impacto causado pode ser variável.

As zonas geoambientais A apresentam baixa susceptibilidade aos processos do meio físico e a presença de remanescentes florestais. Constituem-se em locais adequados para uso antrópico, tais como a agricultura e a ampliação da malha urbana, entretanto recomenda-se ordenação e a implantação de medidas mitigadoras em pontos isolados que possa ocorrer erosão linear.

A zona geoambiental B possui baixa a média susceptibilidade aos processos do meio físico e os processos que podem ocorrer em sua extensão são erosões lineares, principalmente sob a forma de sulcos e ravinas, e inundações periódicas em períodos de chuvas intensas. Recomenda-se que os locais próximos às planícies aluvionares sejam resguardados, principalmente aqueles situados próximos à APA (Área de Preservação Ambiental) do Banhado.

A zona geoambiental C corresponde às regiões com altas declividades e atitudes, sujeitas aos processos de movimentos de massa. Desta forma, recomenda-se cautela nos empreendimentos a serem implantados nesses locais, principalmente nas encostas com declividades superiores a 20⁰. Recomenda-se fortemente que sejam realizadas técnicas de restauração florestal para o enriquecimento dos remanescentes florestais que ainda possam

existir, de forma a controlar e diminuir os processos de rastejamento, corridas de massa e detritos e escorregamentos.

A zona geoambiental D possui alta susceptibilidade aos processos do meio físico e se configura como a zona mais presente na área de estudo, principalmente nos locais que possuem pastagem como principal tipo de uso. Nos locais que se referem à grande planície aluvial do Rio Paraíba do Sul recomenda-se fortemente que as exigências previstas no Zoneamento Minerário para a extração da areia sejam aplicadas rigorosamente.

Por fim, a zona geoambiental E possui muito alta susceptibilidade aos processos do meio físico, onde os processos geológicos mais comuns são o assoreamento, a erosão fluvial e a inundação, potencializados pela presença das áreas de mineração. As áreas destinadas à recuperação da várzea, previstas no Zoneamento Minerário da extração da areia, devem ser exclusivamente designadas para este fim.

As variáveis geoambientais como declividade, forma de encosta e densidade de drenagem são importantes indicadores do grau de fragilidade do terreno, conforme observado pelas análises da susceptibilidade aos processos do meio físico. Assim, a metodologia empregada mostrou-se eficaz, pois conseguiu avaliar de maneira dinâmica e integrada as respectivas variáveis no contexto do zoneamento geoambiental.

Não obstante, recomenda-se que técnicas adequadas de restauração e recuperação das áreas de preservação permanente sejam realizadas, de modo a seguir as proposições exigidas pela Lei Federal n. 12.651, de 2012. Desta forma, as áreas de encostas, de topos de morro e das planícies de inundação serão resguardadas, evitando processos do meio físico como escorregamento, rastejo, movimentos de massa, alagamentos e inundação. Destaca-se que para a grande planície de inundação do Rio Paraíba do Sul as atividades extrativistas sigam as proposições exigidas pela Resolução nº 28, de 22 de setembro de 1999 da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, pois desta forma as áreas mais vulneráveis à erosão serão preservadas e as atividades econômicas direcionadas adequadamente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Boletim de Geomorfologia**, 18. IGEOG/USP. São Paulo, n. 20, p. 1-26. 1970.

ALMEIDA, F.F.M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 1976, v.48 (supl.), p. 15-26. (Proceedings of the International Symposium on Continental Margins of Atlantic Type, October 1975).

ALMEIDA, R.O.P.O. **Revegetação de áreas mineradas: estudo dos procedimentos aplicados em mineração de areia**. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 162 p.

ALVINO, F. O.; SILVA, M. F. F.; RAYOL, B. P. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 4 ,p. 413-420. 2005.

AMADOR, E.S. Estratigrafia e sedimentação na Bacia de Resende – RJ. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47, p. 181-223, 1975.

AMARAL, R. GUTJAHR, M. R. **Desastres Naturais**. São Paulo: IG/SMA, 2012. 2 ed.

BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M.; FILHO, W. P.; CARVALHO, J. C. **Planejamento e execução das campanhas de campo na planície de curuai para estudo da dinâmica de circulação da água entre sistemas lóticos, lênticos, e a planície de inundação amazônica**. Nota Técnica (Relatório FAPESP) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

BATISTELA, T. S. **O zoneamento ambiental e o desafio da construção da gestão ambiental urbana**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. **O Embrião do Projeto Geopolítico da Modernidade: O Vale do Paraíba e Suas Ramificações**. 1989.

BELL, F. G. **Engineering Geology**. Oxford: Blackwele Science Ltd. 359p. 1993.

BENNETT, M. R; DOYLE, P. **Environmental geology: geology and the human environment**. New York: John Wiley & Sons, 1997.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale. Esquise méthodologique. **Rev. Géograph. Des Pyrénées et du Sud-Ouest**, 39(3):249-272, 1968.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 2003.

BITAR, O. Y.; FORNASARI FILHO, N.; VASCONCELOS, M. M. T.; SILVA, W. S. A abordagem do meio físico nos estudos de recuperação ambiental de áreas de mineração de areia na região metropolitana de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia e de Engenharia, 6., Salvador, 1990. **Anais...** Salvador: ABGE, 1990. p.251-260.

BRASIL. **Decreto nº 87.561 de 13 de setembro de 1982**. Dispõe sobre as medidas de recuperação e proteção ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/dec198287561.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2013.

BRASIL. **Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979, alterada pela Lei nº 9.785 de 29 de janeiro de 1999**. Altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19785.htm>. Acesso em: 12 jan. 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999**. Altera a lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19785.htm>. Acesso em: 09 jan. 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da

Natureza e dá outras providências. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 28 jan. 2013.

BRASIL. **Decreto nº 4.297 de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm>. Acesso em: 09 jan. 2013.

BRASIL. **Lei 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Congresso Nacional. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651-12>>. Acesso em: 09 de jan. 2013.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford University Press, Oxford. 193 p. 1986.

CABRAL, N. R. A. J. **Área de proteção ambiental: planejamento e gestão de paisagens protegidas**. 2. ed. São Carlos: RIMA, 2005. 158p.

CABRAL JUNIOR, M.; SUSLICK, S.; OBATA, O.R.; SINTONI, A. A mineração no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas e desafios para o aproveitamento dos recursos minerais. **Geociências**, v. 27, p. 171-192. 2008.

CAETANO, N.R. **Procedimentos metodológicos para o planejamento de obras e usos: uma abordagem geotécnica e geoambiental**. 2006, 163. f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

CALJURI, M. L. **Sistemas de informação geográfica II**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 40p. 1995.

CARDOSO, D.; RIEDEL, P.S.; VEDOVELLO, R.; BROLLO, M.J.; TOMINAGA, L.K. Compartimentação fisiográfica do município de Peruíbe, litoral de São Paulo - uma

abordagem metodológica como subsídio à avaliação geotécnica de terrenos. **Pesquisas em Geociências**, v.3, n. 36, p. 251-262, set./dez. 2009.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: UFG, 1994.

CEPAGRI (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura).

Clima das cidades do Estado de São Paulo. Disponível em:

<<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>.

Acesso em: 04 mar. 2013.

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310.

CERON, A. O.; DINIZ, J. A. F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 28, n. 2, p. 161-173, 1966.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Lei Estadual nº 11.262, de 08 de novembro de 2002**. Declara Áreas de Proteção Ambiental o trecho da Serra da

Mantiqueira e as áreas urbanas no Município de São José dos Campos. Disponível em:

<http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/estadual/leis/2002_Lei_Est_11262.pdf>.

Acesso em: 02 abr. 2013.

CHIODI FILHO, C.; CHIEREGATI, L. A.; THEODOROVICZ, A. M. G.;

THEODOROVICZ, A.; MENEZES, R. G.; RAMALHO, R.; BATOLLA JR., F. **Geologia e recursos minerais das Folhas Natividade da Serra e Caraguatatuba**. In: Jornada sobre a carta geológica do Estado de São Paulo em 1:50.000, 1., São Paulo, 1983. Atas. São Paulo, Pró-Minério. p. 8-30.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a Systems Approach**. **Prentice-Hall International**: London. 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia: Introdução**. São Paulo: HUCITEC; Edusp, 1979. 106p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1999.

CLARK, D. **Introdução a Geografia Urbana**. Tradução de Lúcia Helena de Oliveira Girardi e Silvana Pintaudi. São Paulo: Difel, 1985.

COHEN, J. A. Coefficient of Agreement for Nominal Scales. **Educational and Psychological Measurement**. v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

CORRÊA, C. V. S; SIMON, A. L. H; CUNHA, C. M. L.; PEREZ FILHO, A. Mapeamento geomorfológico do setor de fundo de vale da baixa bacia do Rio Piracicaba -SP (1962): avaliação dos aspectos morfohidrográficos pré-intervenção de reservatórios hidrelétricos. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009.

CORRÊA, C. V. S; SIMON, A. L. H; CUNHA, C. M. L. Formação de lagoas marginais no segmento final do Rio Piracicaba sob interferência do reservatório de Barra Bonita (SP). In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 12, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.

COUTO, D. L. N.; FREITAS, M. M.; COUTINHO, B. H.; FREITAS, L. E. Geometria de encostas e declividade como parâmetros para risco de deslizamentos. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 11, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, p. 1-14. 2005.

CREPANI, E.; MEDEIROS J.S. **Imagens Fotográficas Derivadas de MNT do Projeto SRTM para Fotointerpretação na Geologia, Geomorfologia e Pedologia**. São José dos Campos: INPE, ago. 2004. 40 p. (INPE-11238-RPQ/761)

CRISÓSTOMO NETO, A.P. **Mapeamento geoambiental por imagem de satélite do Vale do Paraíba**. 2003. 67p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.21, p.8-12, 1970.

DE BIASI, M. A Carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 45-60, 1992.

DELLA JUSTINA, E. E. **Zoneamento Geoambiental da Reserva Biológica o Jarú e Zona de Amortecimento–RO, como subsídio ao seu plano de manejo**. 2009. 255p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

DER. **Rodovias**. 2013. Disponível em: <<http://www.der.sp.gov.br/website/Home/>>. Acesso em: 23/06/2012.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário mineral brasileiro**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2005. v. 34, 426p.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Sigmine – Sistema de Informações Geográficas da Informação**. Dados vetoriais de Processos Minerários. 2010. Disponível em: < <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 30 mar. 2013.

EIRADO, L. G.; HEILBRON, M.; ALMEIDA, J.C.H. Os terrenos tectônicos da faixa Ribeira na Serra da Bocaina e na Baía da Ilha Grande, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, 36 (3): 426-436 p.2006.

ENGESPAÇO. **Sistema Geográfico De Informações (Sgi): Manual Do Usuário**. São José Dos Campos, 1990.

FAGUNDES, I.C.; MACHINI, P.L.F; PUPIM, F.N.; MATTOS, J.T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. Análise Morfoestrutural aplicada a problemas de Erodibilidade natural da quadrícula São

Carlos, SP. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, set. 2010.

FANTIM, M.; MIRANDA, Z. A. I.; MORELLI, A. Aplicação de geotecnologias na avaliação da eficácia social da Área de Proteção Ambiental do Banhado no Município de São José dos Campos – SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. 21 a 26 de Abril de 2007. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5199 – 5206.

FELGUEIRAS, C. A.; CÂMARA, G. **Sistema de Informações Geográficas do INPE**. 1. ed. In: ASSAD, E.D. e SANO, E.E., eds. Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura. Brasília, EMBRAPA/CPAC, 1993. P.41-59.

FERNANDES, A. J. **O Complexo Embu no leste do Estado de São Paulo- contribuição ao conhecimento da litoestratigrafia e da evolução estrutural e metamórfica**. São Paulo, 1991. 120 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

FERNANDES, F.L. **Arcabouço estrutural e evolução da Bacia de Taubaté - SP**. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Tese de Mestrado. 1993. 147p.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. do. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A.T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 123-194.

FERNANDES, F. L.; CHANG, H. K. Modelagem gravimétrica da Bacia de Taubaté - Vale do Rio Paraíba do Sul, leste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 19, p. 131-144, 2001.

FERNANDES, F. L.; CHANG, H. K. Arcabouço estrutural da Bacia de Taubaté - SP. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 9. Búzios. **Anais...** 2003.p. 367-370.

FERNANDES, A. J.; FIGUEIREDO, M. C. H. O complexo Embu no leste do estado de São Paulo: limites e evolução geológica. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36. Natal. **Anais...** 1990. v.6, p. 2755 - 2763.

FLORENZANO, T.G. Imagens TM-Landsat e 1-IRV-SPOT na elaboração de cartas geomorfológicas de uma região do rio Taquari, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, Número Especial, p. 1721--1727, out. 1998.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G.; CSORDAS, S. M. **Mapa geomorfológico da Região do Médio Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 1993. Escala: 1:250.000.

FONTES, S. B.; PEJON, O. J. **Uso da técnica de avaliação do terreno em estudos de zoneamento geoambiental**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FONTES, S. B.; PEJON, O. J. Proposal of a geo-environmental zoning method based on Ottobasin compartmentalization. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v. 67, p. 555-563, 2008.

FORNASARI FILHO, N.; BRAGA, T. O.; GALVES, M. L.; BITAR, O. Y.; AMARANTE, A. **Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia**. São Paulo: IPT, 1990.

FRAU, C. M.; PINO, L. M.; ROJAS, Y. O.; HERNÁNDEZ, Y. M. Modelamiento geométrico del cambio de coordenadas UTM causadas por mudanza de referencial geodésico. Caso SIRGAS – Chile. **Boletim Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 18, n. 4, p.583-604, out-dez, 2012.

FF-SMA. Fundação Florestal - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. Escala 1:2.750.000. São Paulo: SMA-SP/FF, 2008. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/mapas/>>. Acesso em: 26 jun. 2013.

FUNDAÇÃO SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados). Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/index.php>>. Acesso em: 15/07/2012.

GLOBAL LAND COVER FACILITY. **Earth Science Data Interface**. Disponível em: <<http://glcf.umd.edu/>>. Acesso em: 03 fev. 2012.

GODOY, A.L.P. **Diagnósticos e prognósticos ambientais e aspectos legais de minerações de argila e areia inseridas nas Bacias Hidrográficas dos rios Mogi Guaçu e Pardo/SP**. Rio Claro, 2002. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. 167 p.

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

GUERRA, A. J. T. Considerações a respeito da importância da geomorfologia, no manejo ambiental. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 36, p. 60-67, jul-dez, 1978.

GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192p.

GUY, M. Quelques principes e quelques expériences surla methodologie de la photointerpretation. In: Symp. Intern. Photo-Interpretation, 2., Paris, **Acte...** v.1, p. 21-41. 1966.

HAIGH, M. J. Geography and General System Theory, Philosophical Homologies and Current Practice. **Geoforum**. Special Issue: Links between the natural and social sciences. v.16, n.2, p.191-203.1985.

HASUI, Y.; PONÇANO, W. L. Organização estrutural e evolução na Bacia de Taubaté. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30. 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. v. 1, p. 368-381.

HASUI, Y.; FONSECA, M.J.G.; RAMALHO, R. A parte central da região de dobramentos sudeste e o maciço mediano de Guaxupé. In: SCHOBENHAUS et. al. (coord.) **Geologia do Brasil**. Brasília, DNPM, cap.7, p.307-328. 1984.

HESS, L. L.; MELACK, J. M.; NOVO, E. M. L. M.; BARBOSA, C. C.; GASTIL, M. Dually season mapping of wetland inundation and vegetation for. **Remote Sensing of Environment**, Estados Unidos, v.87, p. 404-428, 2003.

INFANTI JÚNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 131-152.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de São José dos Campos**. São Paulo: IBGE, 1973. SF-23-Y-D-II-1. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de Jacareí**. São Paulo: IBGE, 1974. SF-23-Y-D-II-3. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais Técnicos em Geociências**, número 7: Manual Técnico de Uso da Terra. 2.ed., Rio de Janeiro: 2006.91 p.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal do Estado de São Paulo**. Instituto Florestal/ Biota Fapesp: São Paulo, 2010. Mapas municipais de Caçapava, Guararema, Jacareí, Jambuí, Monteiro Lobato, Paraibuna, Salesópolis, Santa Branca e São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/inventario.html>>. Acesso em: 24 dez. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO. **Mapa geológico – quadrícula de São José dos Campos**. São Paulo: IPT, 1978. SF-23-Y-D-II. Escala 1:100.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981. Escala 1:1000.000.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Topodata: Banco de dados Geomorfométricos do Brasil**. 2008. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>>. Acesso em: 12/01/2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **INPE: Catálogo de imagens.**

Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 17/03/2013.

ISHIKAWA, M. I. **Potencialidades de uso de imagens IKONOS/Geo para aplicações em áreas urbanas.** Dissertação de Mestrado em Ciências Cartográficas na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista– UNESP. Presidente Prudente: 2001.

ITANI, M. R.; BARROS, C. M.; FIGUEIREDO, F. E. L.; ANDRADE, M. R. M; MANSOR, M. T. C., MANGABEIRA, R. L.; CARVALHO, V. S. (Org.). **Subsídios ao Planejamento Ambiental: Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos Paraíba do Sul.** São Paulo: SMA, 2011. 204 p.

JANASI, V. A.; ALVES, A.; VLACH, S. R. F.; LEITE, R. J. Granitos peraluminosos da porção central da Faixa Ribeira, Estado de São Paulo: Eventos de reciclagem da crosta continental no Neoproterozóico. **Geologia USP. Série Científica**, v. 3, p. 13-24, 2003.

JIMÉNEZ, J.R R.; LANDIM, P.M.B.; MATTOS, J.T. Gerenciamento Geoambiental. In: Tuk-Tornisielo, S.M.; Gobbi, N.; Foresti, C.; Lima, S.T. (orgs.) **Análise Ambiental: estratégias e ações.** São Paulo: T.A. Queiroz, Fundação Salim Farah Maluf; Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP, 1995. p. 327-329.

JIMÉNEZ, R. J. R.; PESSOTTI, J. E. S.; MATTOS, J. T. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento agroecológico da região da serra do Mar no estado de São Paulo. In: Simpósio Latino-Americano de Percepción Remota, IV. San Carlos de Bariloche, Argentina, 1989. **Anais...** São José dos Campos, INPE/SELPER, tomo I, p.135- 140. 1989.

JORGE, F. N.; UEHARA, K. Águas de superfície. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia.** São Paulo: ABGE, 1998. p. 131-152.

JUNIOR, J. A. S.; MATTOS, J. T. Uso de Técnicas de Sensoriamento Remoto na Elaboração de Projetos de Traçado de Rodovias. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11. 05 a 10 de Abril de 2003. Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. P. 1943 – 1950.

KAWUAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A.; ROSS, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2203 - 2210.

KOCH, A; HEIPKE, C.; LOHMANN, P. **Analysis of SRTM DTM methodology and practical results**. ISPRS, Commission IV, WG IV/6. Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications. Ottawa, 2002. 6p.

KOPEZINSKI, I. **Mineração x meio ambiente**: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000. 103p.

KURKDJIAN, M. L. N. O.; VALERIO FILHO, M.; PEREIRA, N.M.; VIEIRA DIAS, L. A. Urban sustainability using orbital remote sensing data and geoprocessing techniques. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Amsterdam. **Anais...** 2000.V. XXXIII, Part B7.

LEPSCH, I. P. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**: 4ª aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

LEPSCH, I.P. **Conservação dos solos**. São Paulo: Caderno de textos, 2002.

LISBOA, A. M.; FERREIRA, G. C. Zoneamento Geoambiental aplicado ao planejamento da gestão ambiental e territorial do município de Colorado D'oeste, RO. **Revista Geociências**, Rio Claro, v.30, n. 2, p. 219-235. 2011.

LOBÃO, J. S. B.; FRANCA-ROCHA, W. J. S.; SILVA, A. B. Aplicação dos índices KAPPA & PABAK na validação da classificação automática de imagem de satélite em Feira de Santana-BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1207-1214.

LOCH, C. **A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. Série didática. Florianópolis: Editora da UFSC, 1984.

LOLLO, J. A. **O Uso da Técnica de Avaliação do Terreno no Processo de Elaboração de Mapeamento Geotécnico: Sistematização e Aplicação na Quadrícula de Campinas**. São Carlos, 1995. 253 p. 2 v. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos/USP. 1995.

LOPES, E. S. S.; RIEDEL, P. S.; BENTZ, C. M.; FERREIRA, M. V.; NALETO, J. L. C. Inventário de escorregamentos naturais em banco de dados geográfico - análise dos fatores condicionantes na região da Serra de Cubatão - SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2785-2796. CD-ROM.

LUCENA, L. F. L. A análise multicriterial na avaliação de impactos ambientais. In.: Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 3, 1999, Recife. **Anais...** Recife: SBEE, 1999. p.1-13.

MALCZEWSKI, J. **GIS and multicriteria decision analysis**. New York: John Wiley, 1999. 362p.

MANCINI, F. **Estratigrafia e aspectos da tectônica deformadora da Formação Pindamonhangaba, Bacia de Taubaté, SP**. São Paulo, 1995. IGc-USP, Dissertação de Mestrado, 107 p.

MARQUES, A. Evolução tectono-sedimentar e perspectivas exploratórias da Bacia de Taubaté, SP, Brasil. **Boletim Geociências da Petrobrás**, 1990.4(3):253-262.

MARCHETTI, D. A. B.; GARCIA, G. J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo, Nobel, 1986. 257p.

MARTINS, S. C. **Caracterização geoambiental como subsídio ao planejamento urbano e turístico em Amparo (SP)**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

MARTORANO, L. G. **Zoneamento agroecológico da quadrícula de Ribeirão Preto, SP, com base em características de solo, relevo e clima.** Piracicaba, 1998. 77p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. Análise e síntese da abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia da FFLCH/USP**, São Paulo, v. 9. 1994.

MATTOS, J. T. **Caracterização do compartimento geológico estrutural na região da Represa de Furnas (MG), com dados de sensoriamento remoto.** São Paulo, 1986. 181p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

MATTOS, J.T. **Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicadas ao Mapeamento Geológico.** Rio Claro: UNESP. (notas de aula do curso de pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente). 2011.

MAURO, C. A. (Org.). **Laudos periciais em depredações ambientais.** Rio Claro: Laboratório de Planejamento Regional, DPR, IGCE/UNESP, 1997.

MEZZALIRA, S. **Os fósseis do Estado de São Paulo.** São Paulo, 1989. IGG, Série Pesquisa, 155 p.

MITCHELL, C. **Terrain evaluation.** Longman Group Ltd., London. 1973, p.31-37.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **i3Geo - Interface Integrada para Internet de Ferramentas de Geoprocessamento.** Brasília: MMA, 2004. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 15 set. 2012.

MORAES, F. T. **Zoneamento geoambiental do planalto de Poços de Caldas, MG/SP a partir de análise fisiográfica e pedoestratigráfica.** Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. 2007.

MORELLI, A.F. **Identificação e Transformação das Unidades da Paisagem no Município de São José Dos Campos (SP) de 1500 a 2000**. Rio Claro, 2002. 404 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. 2002. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

NASCIMENTO, P.S.R. **Avaliação de técnicas de segmentação e classificação em imagens Landsat-TM visando o mapeamento de unidades de paisagem na Amazônia**. São José dos Campos, 1997. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1997. INPE.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. Geografia Física, Geossistema e Estudos Integrados da Paisagem. **Revista da Casa de Sobral**, Sobral, v.6/7, n 1, p. 167-179, 2004/2005.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2008.

ODUM, H.T. **Systems Ecology: an introduction**. New York: Wiley-interscience. 1983. 644p.

OHARA, T. **Zoneamento Geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto**. Rio Claro, 1995. 235 p. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. 1995. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

OHARA, T.; JIMENEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T. de; CAETANO, N.R. Zoneamento Geoambiental da região do alto-médio rio Paraíba do Sul e a carta de aptidão física para a implantação de obras viárias. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 173-182, jun. 2003.

OLIVEIRA, T. A. **Compartimentação fisiográfica aplicada à avaliação de terrenos: subsídio ao planejamento territorial do município de Cananéia-SP**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. 2004.

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. **Geociências**, UNESP, São Paulo, v. 26, n, 1, p. 55-65. 2007.

OLIVEIRA, E. A. A. Q.; FURTADO, F.; IRINEU, F. R.; MORAES, M. B.; PAULA, R. M. **Política Industrial no Brasil e a Contribuição do Vale do Paraíba**. Gestão e Conhecimento, v. 4, n. 2, março/junho 2008. Disponível em: <<http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/>>. Acesso em: 15 jul. 2012.

PASTORE, E. L.; FONTES, R. M. Caracterização e classificação dos solos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310.

PEJON, O.; ZUQUETTE, L. V. Importância do estabelecimento de cartas de potencial ao escoamento superficial para definição do potencial de risco à erosão acelerada. In: Congresso Brasileiro De Geologia, 37, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SGB, 1995. p.105-106.

PENIDO, L. R.; KUX, H. J. H.; MATTOS, J. T. Aplicação de Técnicas de Sensoriamento Remoto e GIS como subsídio ao planejamento rodoviário. Estudo de Caso: Trecho Oeste do Rodoanel Metropolitano de São Paulo, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., 1998, Santos. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia. Seção de Comunicações Técnico-Científicas, 2003. CD-ROM.

PEREIRA, R.M. **Caracterização geocronológica, geoquímica, geofísica e metalogenética de alguns plutonitos graníticos da região do médio vale do rio Paraíba do Sul e alto rio Grande, segmento central da Faixa Ribeira**. 2001. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 213 p.

PILACHEVSKY, T. **Zoneamento Geoambiental do município de São João da Boa Vista (SP)**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2013.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A., ALMEIDA, F. F. A. PRANDINI, F. L. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala: 1:1.000.000. IPT, São Paulo. 1981.

RAMPANELLI, A. M.; SAAD, A. R.; ARAÚJO NETO, E.; CASADO, F. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C. Recursos naturais da Bacia Sedimentar de Taubaté como fator de desenvolvimento socioeconômico: um estudo aplicado aos municípios de Taubaté e Tremembé, estado de São Paulo. **Geociências**, São Paulo, vol.30, n.3, p. 327-343. 2011.

RICCI, M.; PETRI, S. **Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica**. São Paulo: Editora Nacional, 1965.

RICCOMINI, C. **O Rift continental do sudeste do Brasil**. São Paulo, 1989. Instituto de Geociências Universidade de São Paulo. (Tese de Doutorado).

RICCOMINI, C.; L. G. SANT'ANNA; A. L. FERRARI. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. Pp. 383–405. In: MANTESSO-NETO, V., A. BARTORELLI, C. D. R. CARNEIRO & B. B. BRITO-NEVES (Eds.). **Geologia do continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Editora Beca, 673p. 2004.

RIVAS, V.; FRANCÉS, E. DIAZ, J.R; CENDRERO, A. Conservation and restoration of Endagered Coastal areas: The case of estuaries innorthen Spain. **Ocean Costal Managenant**, v. 23, p. 129-147, 1994.

RIVEREAU, J.C. **Notas de aula do curso de fotointerpretação**. Curitiba: Instituto de Geologia/UFPR, 1969. 128 p.

RIVEREAU, J.C. Notas de aula do curso de fotointerpretação. In: Semana De Estudos, 11.1972. Ouro Preto (MG). **Anais...** Ouro Preto: Soc. Intern. Cult. Esc. Geol. Ouro Preto, 1972.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juíz de Fora: Ed. do Autor, 2000. 220p.

RODRIGUES, R. M. **Estudo e caracterização do meio físico da bacia do Rio Camboriu/SP, visando o Zoneamento Geoambiental**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE). UNESP. Rio Claro, 2000. p.80.

RODRIGUEZ, E.; MORRIS, C. S.; BELZ, J.E. A global assessment of the SRTM performance, **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, 2006.72(3):249–261.

ROSS, J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade de Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v.1, n.8, p 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 9, 1995.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. USP/IPT/FAPESP. Escala 1:500.000. 1997.

RUDORFF, C. de M.; RIZZI, R.; RUDORFF, B.F.T.; SUGAWARA, L.M.; VIEIRA, C.A.O. Superfícies de resposta espectro-temporal de imagens do sensor MODIS para classificação de área de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.37, p.118-125, 2007.

RUHE, R.V. **Geomorphology, Geomorphic Processes and Surficial Geology**. Houghton Mifflin, Boston, 1975.

RUZISKA, A.A.; SUGUIO, K. Impactos ambientais sobre os recursos hídricos para abastecimento público em São José dos Campos (estado de São Paulo, Brasil). **Revista Ung – Geociências**, v.7, n.1, 2008, 5–30.

SAAD, A.R. **Potencial econômico da Bacia de Taubaté (Cenozóico do Estado de São Paulo, Brasil) nas regiões de Jacareí, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba**. Tese de

Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990. 173 p.

SAAD, A.R.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; PRESSINOTTI, P.C.; SILVA, R.B.; CAMPANHA, V.A. Potencialidade mineral do Estado de São Paulo. **Revista UnG - Série Geociências**, ano I, v. 3, p. 5-17.1996.

SANTOS, M. O Espaço e os seus elementos: questões de método. **Revista Geografia e Ensino**, Belo Horizonte, ano 1, v.1, 19-30, 1982.

SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO – SEP. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE. **Perfil regional: Região Administrativa de São José dos Campos**. 2010. Disponível em:

<<http://www.planejamento.sp.gov.br/des/textos8/SJCampos.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1966. Escala 1:2.000.000.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. (coord.) **Geologia do Brasil**. Brasília, DNPM, 501 p. 1984.

SHIMBO, J. Z. **Zoneamento geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária. Estudo de caso: assento rural Pirituba II**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2006.

SILVA, P. C. F.; VEDOVELLO, R.; FERREIRA, C. J.; CRIPPS, J. C.; BROLLO, M. J.; FERNANDES, A. J. Geo-environmental mapping using physiographic analysis: constraints on the evaluation of land instability and groundwater pollution hazards in the Metropolitan District of Campinas, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v.61, n.8, p. 1657-1675, 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3^a ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001. Disponível em:<<http://www.ead.ufms.br/>>. Acesso em: 09 fev. 2013.

SIMON, A. L. H. **A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. 2007, 185f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – IGCE/UNESP, Rio Claro, 2007.

SINBIOTA FAPESP. Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota/Fapesp. Disponível em: <<http://sinbiota.biota.org.br/Sinbiota/Map/Ajax>>. Acesso em: 27 mar. 2013.

SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Resolução Secretária do Meio Ambiente nº 28, de 22 de setembro de 1999**. Dispõe sobre o zoneamento ambiental para mineração de areia no subtrecho da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul inserido nos municípios de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba, e dá providências correlatas. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/1999_Res_SMA_28.pdf>. Acesso em: 28 mar.2013.

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

SOARES, P.C.; FIORI, A.P.; MATTOS, J.T. A lógica de interpretação de fotografias aéreas convencionais aplicada a imagens de satélite. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1. São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: CNPq/INPE. 616-618p. 1978.

SOARES, P. C.; LUZ, M. E. R.; REDAELLI, R.; GUERRA, S. M. S. Análise morfoestrutural em fotos aéreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na Bacia do Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2, Brasília. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1982. p. 157-168.

SUGUIO, K. **Contribuição à geologia da Bacia de Taubaté, Vale do Paraíba - Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1969.106 p.

TINÓS, T. M. **Mapeamento geológico-geotécnico a partir de Metodologia de análise integrada**: ensaio de Aplicação no município de Poços de Caldas – MG. Dissertação

(Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). 2011. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011

TORRES, D. R. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites Landsat e Alos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria. 2011. 96p.

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

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** p. 3595-3602.

VALERIANO, M.M. **Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. INPE - Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-15318-RPE/818), (Boletim), São José dos Campos, 72p, 2008.

VALVERDE, F. M. Agregados para a construção civil. **Balanco Mineral Brasileiro**. DNPM, 2001.

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

VEDOVELLO, R. Análise comparativa da técnica de compartimentação fisiográfica de terrenos, por sensoriamento remoto e com a obtenção de unidades básicas de compartimentação fisiográfica de compartimentação (UBCs), em três diferentes regiões do estado de São Paulo. In: CBGE – CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 12., 2008, Ipocuca, PE. **Anais...**, CD-ROM.

VEDOVELLO, R.; MATTOS, J. T. de Zoneamento Geotécnico por Sensoriamento Remoto para estudos de Planejamento do Meio Físico: aplicação em expansão urbana. In: Anais do SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1993. p. 155-162.

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 de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, ABGE, 1998.

VENEZIANI, P; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia.** São José dos Campos: INPE, 1982. 54p.

VENEZIANI, P.; SANTOS, A. R.; CREPANI, E.; ANJOS, C. E.; OKIDA, R. Mapa de classes de erodibilidade de parte da região do rio Taquari baseado em imagens TM-Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, Número Especial, p. 1 747--1754, out. 1998.

ZACHARIAS, A. A. **A Representação Gráfica das Unidades de Paisagem no Zoneamento Ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos/SP.** Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, UNESP, Rio Claro. 200 p. 2006.

ZAINE, J. E. **Método de Fotogeologia aplicado a estudos geológico-geotécnicos: ensaio em Poços de Caldas, MG.** Tese (Livre docência em Geociências e Meio Ambiente). 2011. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011.

ZUQUETTE, L.V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras.** São Carlos, SP, 1987. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo/USP.

ZUQUETTE, L.V.; NAKAZAWA, V.A. **Cartas de Geologia de Engenharia.** In: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.). *Geologia de Engenharia.* São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 17, p.283-300.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica.** São Paulo: Oficina de Textos. 190p. 2004.

APÊNDICES

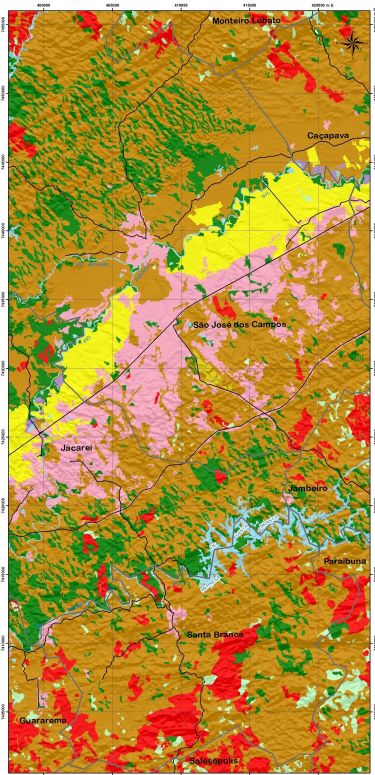
Apêndice 1 - Pontos de campo com os usos da terra e os principais processos geológicos

Pontos de campo das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)					
Ponto	X (metros)	Y (metros)	Unidade fisiográfica	Uso da terra	Processo geológico
1	412973	7437285	14	Reflorestamento, pastagem, rizicultura	Inundação, assoreamento, erosão fluvial
2	417353	7437558	13	Área urbana, pastagem	Erosão linear (voçoroca)
3	417423	7437347	13	Área urbana, pastagem	Erosão linear (sulcos erosivos)
4	417397	7437837	13	Área urbana	-----
5	417611	7437493	14	Área urbana	-----
6	419680	7434131	14	Área urbana, pastagem	-----
7	419476	7433889	14	Área urbana, pastagem	Erosão linear
8	421851	7442637	13	Pastagem	Inundação
9	421479	7443174	13	Pastagem, floresta	Inundação
10	420888	7441062	14	Área urbana	-----
11	417142	7438163	14	Área urbana, pastagem	Erosão linear (ravinas)
12	413382	7436090	14	Área urbana, reflorestamento	-----
13	410094	7435766	14	Área urbana, pastagem	-----
14	402372	7433116	14	Área urbana, reflorestamento, pastagem	Erosão linear (sulcos erosivos)

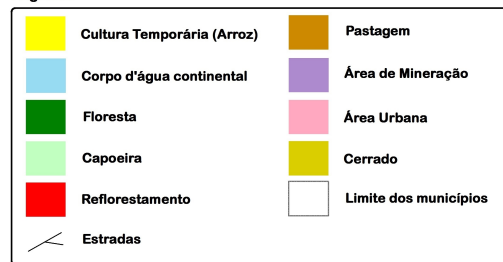
15	402611	7433041	14	Corpo d'água continental, pastagem	-----
16	404142	7434831	14	Área urbana, pastagem	Erosão linear
17	407859	7434903	14	Área urbana, pastagem	-----
18	406771	7438731	2	Área urbana, pastagem	Erosão linear (voçoroca)
19	409075	7439698	2	Floresta, pastagem	Erosão linear (sulcos erosivos)
20	410918	7442212	2	Pastagem	-----
21	409095	7436122	13	Pastagem	Inundação
22	420365	7439756	14	Pastagem	Erosão linear
23	423312	7442105	14	Pastagem, área urbana	-----
24	421828	7442087	14	Pastagem, área urbana	-----
25	403489	7440877	2	Pastagem	Erosão linear
26	405097	7447012	6	Floresta, pastagem	-----
27	411922	7443003	13	Pastagem	Erosão linear
28	415464	7445252	14	Pastagem	Erosão linear
29	414803	7426083	12	Pastagem	-----
30	413862	7425592	14	Pastagem, reflorestamento	Erosão linear
31	412481	7420984	2	Pastagem	Erosão linear
32	418822	7424060	2	Área urbana, pastagem	Erosão linear
33	420578	7427344	8	Pastagem, reflorestamento	Cicatriz de escorregamento
34	409782	7414523	2	Pastagem	Erosão linear
35	409796	7415864	2	Pastagem,	Rastejo

				floresta	
36	409282	7416041	6	Pastagem, floresta	Escorregamento
37	399066	7407203	8	Reflorestamento	Erosão linear
38	399588	7406497	10	Reflorestamento	-----
39	399516	7406171	10	Reflorestamento	-----
40	398407	7401857	8	Pastagem, floresta	Escorregamento
41	409790	7409360	2	Pastagem	Erosão linear
42	409535	7412245	8	Área urbana	-----
43	422068	7403135	8	Pastagem	Erosão linear (ravina)
44	420518	420518	8	Pastagem, floresta	-----
45	410987	7408195	8	Pastagem, floresta	Escorregamento
46	422795	7436873	13	Pastagem	Assoreamento
47	398478	7418585	2	Pastagem	Erosão linear
48	397875	7417899	2	Pastagem	Erosão linear
49	398107	7419902	14	Pastagem, área urbana	Erosão linear
50	399580	7418042	13	Corpo d'água continental, pastagem	Erosão fluvial
51	404145	7424551	14	Pastagem, área urbana	Erosão linear
52	404663	7421731	14	Pastagem, área urbana	Erosão linear
53	408781	7422738	14	Pastagem, reflorestamento	Erosão linear
54	407765	7448045	6	Pastagem	-----
55	410609	7447501	3	Pastagem	Escorregamento
56	403126	7450058	2	Pastagem,	Escorregamento

				floresta	
57	407216	7450276	2	Pastagem	Erosão linear
58	407549	7449611	10	Pastagem	Erosão fluvial
59	411393	7454803	2	Pastagem	Erosão linear (voçoroca)
60	417164	7409421	2	Floresta	-----
61	398123	7452087	2	Floresta	-----
62	398437	7431058	1	Pastagem, floresta	Erosão linear
63	407036	7442809	3	Floresta	-----
64	403015	7422932	4	Área urbana, pastagem	Erosão linear
65	422444	7452108	5	Pastagem	Erosão linear
66	397978	7421598	18	Pastagem	Assoreamento, erosão fluvial, inundação
67	413827	7444281	17	Pastagem	Erosão linear
68	407748	7441371	16	Pastagem	Escorregamento, erosão linear
69	399101	7436052	15	Pastagem	-----
70	408364	7441735	15	Pastagem	Rastejo
71	414847	7429529	12	Pastagem, área urbana	Erosão linear
72	407181	7451047	10	Pastagem	Assoreamento, erosão fluvial
73	397696	7444672	10	Pastagem	Assoreamento, erosão fluvial
74	402010	7441985	6	Pastagem	Erosão linear (ravinas)
75	397876	7409854	7	Pastagem	Erosão linear
76	409132	7441341	9	Pastagem	Erosão linear
77	409195	7441316	9	Pastagem	Erosão linear
78	411518	7453641	6	Pastagem	-----



Legenda



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NO ESTADO:



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

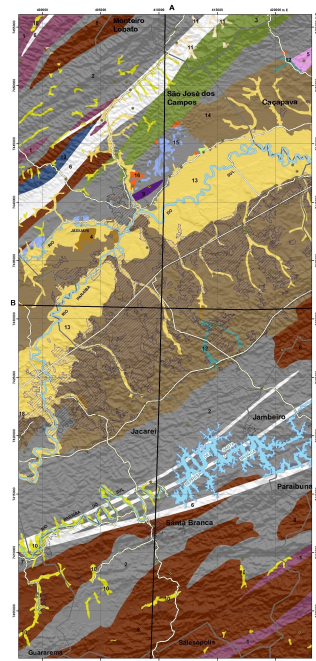
SF-23 Y-B-N-4	SF-23 Y-D-V-3	SF-23 Y-B-V-4
SF-23 Y-D-4-2	SF-23 Y-D-N-1	SF-23 Y-D-N-2
SF-23 Y-D-1-4	SF-23 Y-D-N-3	SF-23 Y-D-N-4
SF-23 Y-D-N-2	SF-23 Y-D-V-1	SF-23 Y-D-V-2

Nota técnica:

Base Cartográfica: Folhas Topográficas 1:50.000 do IBGE (São José dos Campos e Jacareí).
Projeção Universal Transversa de Mercator Datum Horizontal: SAD69 Fuso: 23S
Classificação Superintendida por Instituto de Sensoriamento Remoto do Satélite Landsat 5, bandas 3, 4 e 5, datadas de 21/02/2011 e pelas mapas do Inventário Florestal do Estado de São Paulo (INSTITUTO FLORESTAL, 2010)
Escala: 1:100.000

	Apêndice 3 - Mapa de uso e cobertura da terra das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)
	Zonamento Geoambiental da região de São José dos Campos (SP)
	Claudia Vanessa dos Santos Corrêa
	Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes V. Reis
	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
	Instituto de Geociências e Ciências Exatas
	Unesp/Rio Claro
	Dezembro / 2013
	Apoiou:



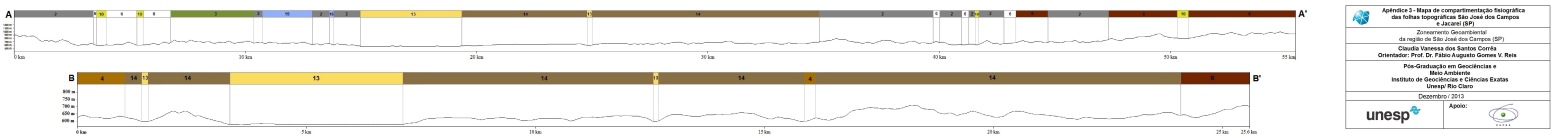


Unidade litológica	Geologia	Relevo	Análise de densidade taxativa					Fotosséssil					
			Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Permeabilidade	Relação escoamento superficial/ infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude alométrica	Declividade	Formas de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Fedções particulares
1	Grupo Açugui	Micasistos, quartzo micaxistos, quartzitos e quartzo xistos	Morros	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Barrilinas e cônica	Fechado	Agulhões	Cristas orientadas
2	Grupo Açugui	Migmatitos	Morros	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Barrilinas e cônica	Fechado	Agulhões	Cristas orientadas
3	Grupo Açugui	Migmatitos	Serras	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Barrilinas e cônica	Fechado	Agulhões	Cristas orientadas
4	Grupo Açugui	Migmatitos	Colinas	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Arredondados e achatados
5	Grupo Açugui	Migmatitos	Morros	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Arredondados e achatados
6	Cambrío - Ordoviciano - Pré-Cambriano Superior	Folhas cataclíticas	Morros	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Cônicas e cônica	Fechado e aberto	Arredondados e achatados	Arredondados e achatados
7	Cambrío - Ordoviciano - Pré-Cambriano Superior	Folhas cataclíticas	Morros	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Cônicas e cônica	Fechado e aberto	Arredondados e achatados	Arredondados e achatados
8	Pré-Cambriano Superior	Rochas granodioríticas	Morros	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Cônicas e cônica	Fechado e aberto	Arredondados e achatados	Arredondados e achatados
9	Pré-Cambriano Superior	Rochas granodioríticas	Morros	Alta	Baixa	Alta	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Cônicas e cônica	Fechado e aberto	Arredondados e achatados	Arredondados e achatados
10	Quaternário	Arenitos, calcários, siltes, argilas e turfa	Morros	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Grande (espesso)	Pequena	Baixa	Concavas	Aberto	Apilados
11	Quaternário	Arenitos, calcários, siltes, argilas e turfa	Serras	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Grande (espesso)	Pequena	Elíptica	Concavas	Aberto	Apilados
12	Quaternário	Arenitos, calcários, siltes, argilas e turfa	Colinas	Média	Média	Média	Média	Média	Pequena	Baixa	Concavas e cônica	Aberto	Apilados e arredondados
13	Quaternário	Arenitos, calcários, siltes, argilas e turfa	Planícies aluviais	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Grande (espesso)	Pequena	Baixa	Concavas	Aberto	Apilados
14	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltes, argilas e folhelhos	Colinas	Média e alta	Média e alta	Média e alta	Média e alta	Média e alta	Média	Média	Concavas	Fechado	Arredondados
15	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltes, argilas e folhelhos	Morros	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Concavas	Fechado	Arredondados
16	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltes, argilas e folhelhos	Morros	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Concavas	Fechado	Arredondados
17	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltes, argilas e folhelhos	Terraços baixos	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Grande (espesso)	Pequena	Baixa	Concavas	Aberto	Apilados
18	Grupo Taubaté	Conglomerados, arenitos, siltes, argilas e folhelhos	Planícies aluviais	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Grande (espesso)	Pequena	Baixa	Concavas	Aberto	Apilados
19	Pré-Cambriano Médio	Granulitos e charnoíticos	Morros	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Pequena (raso/rocha aflorante)	Grande	Alta	Barrilinas	Fechado	Arredondados e agulhões

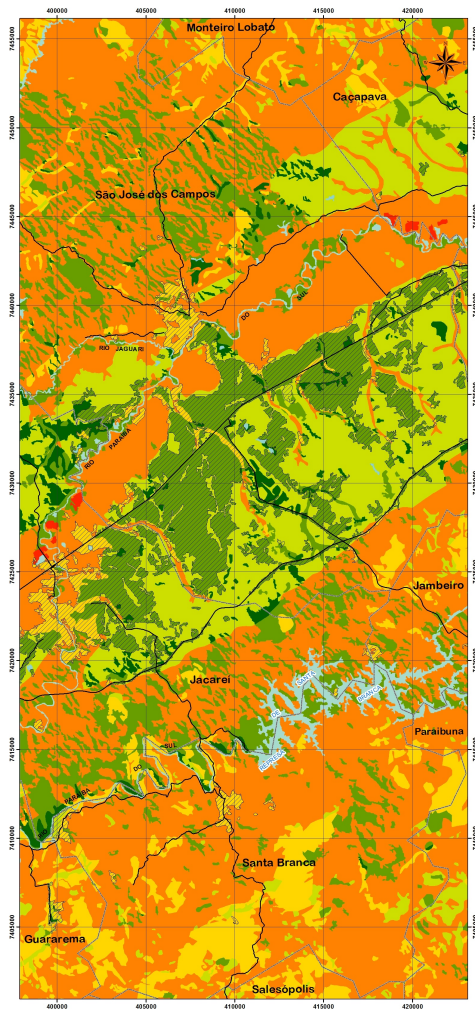
Unidade litológica	Fisiotopografia					Observações de campo						
	Profundidade do tipo relevo	Espessura dos mantos inconsolidados	Grav de escavabilidade	Potencial à erosão linear (incluída)	Potencial à movimentação gravitacional	Processos geológicos	Uso e cobertura da terra					
1	Raso a sub-aflorante	Delgado a inexistente	Muito resistente	Média a baixo	Alta	Erosão linear, movimento de massa (encostas, deslizamentos, rastejo)	Pastagem, floresta, reflorestamento, corpo d'água continental, capota					
2	Raso a sub-aflorante	Delgado a inexistente	Muito resistente	Média a baixo	Alta	Erosão linear, movimento de massa (encostas, deslizamentos, rastejo)	Reflorestamento, pastagem, floresta, capota, corpo d'água continental, área urbana					
3	Raso a sub-aflorante	Delgado a inexistente	Muito resistente	Média a baixo	Alta	Retenção de água, escoamento	Capota, reflorestamento, floresta, pastagem, área urbana					
4	Intermediária	Resistência média	Resistência média	Média a alto	Médio	Erosão linear	Pastagem, área urbana, floresta					
5	Intermediária a profunda	Intermediária a espessa	Resistência média	Média a alto	Médio	Erosão linear	Pastagem, floresta					
6	Intermediária a profunda	Intermediária a espessa	Resistência média	Média a alto	Médio	Erosão linear, encostas	Pastagem, floresta, corpo d'água continental, capota, área urbana, reflorestamento					
7	Intermediária a profunda	Intermediária a espessa	Resistência média a pouco resistente	Média a alto	Médio	Erosão linear	Pastagem					
8	Intermediária a profunda	Intermediária a espessa	Resistência média a pouco resistente	Média a alto	Médio	Erosão linear, encostas	Floresta, pastagem, reflorestamento, capota, área urbana					
9	Profundo	Espessa	Pouco resistente	Média a alto	Baixo	Assoreamento, erosão fluvial	Pastagem, floresta					
10	Profundo	Espessa	Pouco resistente	Média a alto	Baixo	Assoreamento, erosão fluvial	Pastagem, floresta, reflorestamento, capota					
11	Profundo a intermediária	Espessa intermediária	Pouco a média resistente	Média a alto	Baixo	Erosão linear	Pastagem, floresta, área urbana					
12	Profundo	Espessa	Pouco resistente	Média a alto	Baixo	Inundação, erosão linear, erosão fluvial	Recultivo, área de mineração, corpo d'água continental, floresta, pastagem, área urbana, reflorestamento, capota					
13	Intermediária	Intermediária	Resistência média	Média a alto	Médio	Erosão linear	Corpo d'água continental, área urbana, floresta, reflorestamento, pastagem, recultivo, cerrado, capota					
14	Intermediária	Intermediária	Resistência média	Média a alto	Médio	Erosão linear, rastejo	Pastagem, floresta, área urbana					
15	Intermediária	Intermediária	Resistência média	Média a alto	Médio	Erosão linear, rastejo	Pastagem, floresta, corpo d'água continental					
16	Profundo	Espessa	Pouco resistente	Média a alto	Baixo	Erosão linear, encostas	Floresta e pastagem					
17	Profundo	Espessa	Pouco resistente	Média a alto	Baixo	Erosão linear, encostas	Recultivo, pastagem, área urbana					
18	Raso a sub-aflorante	Delgado a inexistente	Muito resistente	Média a baixo	Alta	Erosão fluvial, inundação, assoreamento	Floresta e pastagem					



NOME MONITÓRIO
 Base Cartográfica: Polígonos Topográficos 1:50.000 do IBGE (São José dos Campos e Aracaju)
 Projeto Universitário: Trabalho de Monitoramento de Recursos SAGD/99
 Folha: 235
 Escala: 1:100.000



Apêndice 3 - Mapa de caracterização litológica das Unidades Litológicas São José dos Campos
 Zonamento Geocronológico da região de São José dos Campos (SP)
 Cidade Universitária de São Carlos
 Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes V. Reis
 Mestrado em Geologia
 Instituto de Geociências e Ciências Exatas
 Unesp Rio Claro
 Dezembro de 2013
 unesp



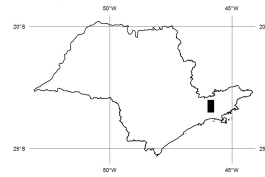
Legenda

- Estradas de rodagem
- ▨ Área urbana
- ~ Drenagem

Zonas Geoambientais



- A1
- A2
- B
- C
- D
- E

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NO ESTADO:



Nota técnica:

Base Cartográfica: Folhas Topográficas 1:50.000 do IBGE (São José dos Campos e Jacareí).
Projeção Universal Transversa de Mercator Datum Horizontal: SAD69 Fuso: 23S
Escala: 1:100.000

 Apêndice 4 - Mapa de zonas geoambientais das folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP)
Zonamento Geoambiental da região de São José dos Campos (SP)
Claudia Vanessa dos Santos Corrêa Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes V. Reis
Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Instituto de Geociências e Ciências Exatas Unesp/ Rio Claro
Dezembro / 2013
unesp  Apoio: 