

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

TATIANA PILACHEVSKY

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA
BOA VISTA (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

TATIANA PILACHEVSKY

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA
BOA VISTA (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 - IGCE/UNESP/Rio Claro

Prof. Dr. José Eduardo Zaine - IGCE/UNESP/Rio Claro

Prof. Dr. Fábio Braz Machado

RESULTADO: APROVADA

Rio Claro, SP 25 de março de 2013.

AGRADECIMENTOS

Nessas breves linhas gostaria de agradecer a todos que me apoiaram e me incentivaram nessa fase da minha vida e na execução deste trabalho.

A começar quero agradecer meus pais, Antonio Carlos e Elizabeth, que sempre estiveram ao meu lado, nos momentos mais felizes e mais tristes, me apoiando e incentivando. Quero agradecer pelo carinho, atenção e dedicação nestes anos todos.

Agradeço também o meu irmão Eduardo, pela amizade e pelos momentos incríveis de descontração, e o meu “filho” mais que querido Fred, que há apenas um ano enche meu coração de alegria. Seu olhar mais do que sincero me proporciona conforto e segurança.

Aos meus eternos e mais sinceros amigos e companheiros Silvia, Juliana e Filipe agradeço pelo apoio, amizade, e presença nos momentos mais importantes da minha vida nesses últimos 7 anos. Vocês foram e são mais do que essenciais para o êxito de minha trajetória. Obrigada!

Agradeço também minha querida amiga Sofia, pelo apoio e amizade, os amigos da pós-graduação Claudia Vanessa, Cris, Carol, Juliana, Fanny, Adriano e Andrea, e os companheiros do grupo de pesquisa, Zé Gustavo, Danilo e Gabi.

Gostaria de agradecer especialmente meu orientador, o Prof. Fábio, pelos ensinamentos, pela dedicação e por estar sempre disponível para conversar, tirar dúvidas e me auxiliar na realização desse trabalho. Gostaria de agradecer a oportunidade de aprendizado acadêmico e profissional que o senhor me proporcionou, os conselhos e a paciência. Muito Obrigada!

Deixo meu muito obrigada também aos queridos professores Zaine, Cerri, Sergio dos Anjos, Lucilia, Lucimari e Paulina pelos ensinamentos, conselhos e disponibilidade, e á querida Rô que sem medir esforços me auxiliou em tudo que precisei.

Por fim, agradeço ao apoio financeiro do CNPq e a todos aqueles que de um modo ou de outro me incentivaram e me apoiaram durante esses anos de mestrado.

RESUMO

O Zoneamento Geoambiental é uma ferramenta de planejamento territorial que visa a delimitação de unidades, com a finalidade do conhecimento das potencialidades e suscetibilidades do meio físico analisado. Existem diversas metodologias para a elaboração desse zoneamento. Neste trabalho, foi proposto um estudo de caso no município de São João da Boa Vista (SP) com a delimitação de zonas geoambientais por meio da compartimentação fisiográfica, da delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e do mapeamento do uso e cobertura da terra na escala de 1:50.000. A escolha do município de São João da Boa Vista para a realização do estudo ocorreu devido sua localização no contato do Embasamento Cristalino com a Depressão Periférica. Os procedimentos metodológicos compreenderam, assim: a compartimentação fisiográfica (realizada através do método integrado), pela qual foram obtidas oito unidades fisiográficas; o mapeamento do uso e cobertura da terra, realizado por meio da interpretação visual de imagens de sensoriamento remoto; a delimitação das APPs, conforme as diretrizes da Lei 12.651/2012; e a integração das informações obtidas com esses mapeamentos através do método de análise multi-temática. Desta forma, obteve-se uma carta de zoneamento geoambiental com a definição de cinco unidades homogêneas conforme as potencialidades e suscetibilidades aos processos do meio físico e à ocupação antrópica no município de São João da Boa Vista, visando auxiliar no planejamento e nas decisões de cunho ambiental.

Palavras-chave: Zoneamento Geoambiental; Compartimentação Fisiográfica; Planejamento Ambiental.

ABSTRACT

The Geoenvironmental Zoning is a territorial planning tool that aims the delimitation of units with the purpose of knowledge of the potentialities and susceptibilities of the analyzed environment. There are several methods for the preparation of zoning. In this paper, was proposed a case study in São João da Boa Vista (SP) with the geoenvironmental zoning by physiographic subdivision, the division of Permanent Preservation Areas - APPs and land use and cover mapping, in scale 1:50.000. The choice of the São João da Boa Vista for the study was due to its location in contact with the Crystalline Basement and the Peripheral Depression. The methodological procedures understood: a physiographic subdivision (performed through the integrated method), in which were obtained eight physiographic units, the land cover and use mapping, realized through of the visual interpretation of remote sensing image; the delimitation of APPs, according to law 12.651/2012; and the integration of information obtained through these mappings using method of multi-thematic analysis. Thus, there was obtained a letter of geoenvironmental zoning with the definition of five homogeneous units according the potentiality and susceptibility of the environmental physical processes in the São João da Boa Vista city, aiming to assist in the planning an in the decisions and the of environmental nature.

Keywords: Geoenvironmental zoning; Physiographic Subdivision; Environmental Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da área de estudo	34
Figura 2 - Mapa geomorfológico de São João da Boa Vista	37
Figura 3 - Mapa geológico de São João da Boa Vista	39
Figura 4 - Temperatura média mensal de São João da Boa Vista	40
Figura 5 - Pluviosidade média mensal de São João da Boa Vista	40
Figura 6 - Hidrografia no município de São João da Boa Vista	42
Figura 7- Produto Interno Bruto (valor adicionado) de São João da Boa Vista	45
Figura 8- Etapas da Pesquisa	48
Figura 9 - Método de compartimentação fisiográfica em São João da Boa Vista	57
Figura 10 - Carta de declividade de São João da Boa Vista	69
Figura 11 - Modelo Digital de Elevação de São João da Boa Vista.....	70
Figura 12 - Mapa de compartimentação Fisiográfica	72
Figura 13 – Caracterização da Unidade 1.....	74
Figura 14 - Caracterização da Unidade 2	77
Figura 15 - Caracterização da Unidade 3	79
Figura 16 - Caracterização da Unidade 4	81
Figura 17 - Caracterização da Unidade 5	83
Figura 18 - Caracterização da Unidade 6	85
Figura 19 - Caracterização da Unidade 7	87
Figura 20 - Caracterização da Unidade 8	89
Figura 21 - Mapeamento do Uso e Cobertura da terra	94
Figura 22 - Carta de Áreas de Preservação Permanente em São João da Boa Vista desconsiderando as disposições sobre áreas consolidadas	97
Figura 23 - Carta de Áreas de Preservação Permanente em São João da Boa Vista considerando as disposições sobre áreas consolidadas	98
Figura 24 - Carta de Geoambiental	100
Figura 25 – Relevo suave da unidade A2 facilitando o cultivo de cultura temporária	101
Figura 26 - Cicatriz de escorregamento derivado de taludes antrópicos para construção de estradas	103

Figura 27 - Atividade pecuária na unidade 4. Detalhe no início do processo de ravinamento causado por essa atividade	103
Figura 28 - Processos erosivos na unidade C	104
Figura 29 - Cicatriz de escorregamento no alta da encosta em relevo montanhoso	105
Figura 30 - Erosão linear nas encostas das áreas montanhosas da unidade D1.....	106
Figura 31 - Detalhe da ocupação irregular em áreas de planície aluvionar do Córrego São João. Essa ocupação irregular é afetada pela inundação do córrego nos períodos chuvosos	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis taxonômicos da compartimentação fisiográfica	26
Quadro 2 - Etapas do processo de fotointerpretação ou interpretação de imagens de sensoriamento remoto pelo método lógico.....	29
Quadro 3 - Critérios de identificação de zonas homogêneas	30
Quadro 4 - Análise e interpretação dados geológicos em imagens de sensoriamento remoto	55
Quadro 5 - Critérios analíticos utilizados na compartimentação fisiográfica....	57
Quadro 6 - Critérios utilizados para a definição dos pesos das unidades que compuseram a análise multicriterial	66
Quadro 7 - Classes de fragilidade de uso e cobertura da terra	66
Quadro 8 - Relação de pontos classificados em campo	90
Quadro 9 - Uso e cobertura da terra conforme as unidades fisiográficas delimitadas	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Culturas Permanentes no município de São João da Boa Vista em 2010	45
Tabela 2 - Culturas Temporárias no município de São João da Boa Vista em 2010	46
Tabela 3 - Valores ótimos de n para X_c e para $\alpha= 0,05$ e $P_u= 0,85$, e correspondentes valores de β para $P_p = 0,90; 0,95$ e $0,99$	60
Tabela 4 - Área de preservação permanente delimitada em São João da Boa Vista com base no novo Código Florestal (desconsiderando as disposições sobre a delimitação das áreas consolidadas)	95
Tabela 5 - Área de preservação permanente delimitada em São João da Boa Vista com base no novo Código Florestal (considerando as disposições sobre a delimitação das áreas consolidadas)	96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS	12
2. OBJETIVOS	15
3. EMBASAMENTO TEÓRICO METODOLÓGICO	16
3.1. Contextualização do Zoneamento Ambiental	16
3.2. Zoneamento Geoambiental	20
3.2.1. Compartimentação Fisiográfica	24
3.2.2. O papel da análise e interpretação de imagens de sensoriamento remoto na compartimentação fisiográfica	27
3.3. A utilização de SIG no Zoneamento	31
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
4.1. Aspectos Gerais	33
4.2. Elementos do Meio Físico	35
4.2.1. Características Geológico-Geomorfológicas	35
4.2.2. Condições Climáticas	40
4.2.3. Características da rede hidrográfica	41
4.2.4. Cobertura Vegetal	43
4.3. Aspectos do Meio Socioeconômico	44
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	47
5.1. Revisão bibliográfica e levantamento da documentação cartográfica e de sensoriamento remoto	47
5.2. Preparação e edição da base cartográfica no Banco de Dados Georrelacional	49
5.3. Geração de sub-produtos para a elaboração da compartimentação fisiográfica	49
5.4. Processamento das imagens orbitais de sensoriamento remoto	51
5.5. Trabalhos de Campo	52
5.6. Elaboração da Carta Geoambiental	52
5.6.1. Compartimentação fisiográfica do terreno	54
5.6.2. Elaboração da Carta de Uso e Cobertura da terra	58
5.6.3. Verificação da exatidão cartográfica do mapeamento do uso e cobertura da terra	59
5.6.4. Confecção das cartas de Áreas de Preservação Permanente	61
5.7. Integração dos dados e análise dos resultados	64

5.8. Proposição de medidas de proteção ambiental e conclusões	67
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
6.1. Produtos auxiliares para a elaboração da carta geoambiental	68
6.2. Carta de Unidades Fisiográficas	71
6.2.1. Caracterização fisiográfica e geológico-geotécnica	71
6.2.2. Unidade Fisiográfica comum à zona da Serraria de Lindóia e à zona do Mogi-Guaçu	73
6.2.3. Unidades Fisiográficas da Zona do Mogi-Guaçu	75
6.2.4. Unidades Fisiográficas da Zona da Serraria de Lindóia	80
6.2.5. Unidade Fisiográfica da Zona do Maciço Alcalino de Poços de Caldas ...	88
6.3. Uso e Cobertura da terra	90
6.4. Áreas de Preservação Permanente	95
6.5. Carta Geoambiental: avaliações e recomendações.....	99
6.5.1. UNIDADE GEOAMBIENTAL A	99
6.5.2. UNIDADE GEOAMBIENTAL B	102
6.5.3. UNIDADE GEOAMBIENTAL C	103
6.5.4. UNIDADE GEOAMBIENTAL D	104
6.5.5. UNIDADE GEOAMBIENTAL E	106
7. CONCLUSÕES	108
REFERÊNCIAS	110
APÊNDICES	122
Apêndice 1- Mapa Hidrológico.....	123
Apêndice 2- Carta de Compartimentação Fisiográfica.....	124
Apêndice 3- Carta de uso e ocupação da terra em São João da Boa Vista	125
Apêndice 4 - Carta Geoambiental de São João da Boa Vista	126

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

A presente dissertação de mestrado, intitulada “Zoneamento Geoambiental no município de São João da Boa Vista”, é apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP Rio Claro (SP), pela discente Tatiana Pilachevsky.

O texto apresenta os resultados de levantamentos bibliográficos sobre a temática dos zoneamentos geoambientais e uma aplicação, por meio de estudo de caso, no município de São João da Boa Vista (SP). A metodologia adotada englobou 4 fases principais de trabalho, apresentadas por meio de um fluxograma, com a finalidade de produzir uma “Carta de Zonas Geoambientais” .

A importância desse estudo decorre da evolução das atividades e ações antrópicas e da acelerada demanda por recursos naturais, incluindo o uso da terra para agricultura, pecuária, urbanização, entre outros. Essas atividades causam intensa transformação do espaço geográfico e motivam discussões acerca da problemática ambiental, de conservação e desenvolvimento sustentável.

A crescente preocupação com o uso e manejo dos recursos naturais foi se somando ao longo da história, principalmente a partir dos anos de 1970, a ponto de pressionar mudanças que incorporassem questões ambientais nas políticas de planejamento territorial. No Brasil, de forma oficial, essa preocupação veio à tona somente a partir de 1981, com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81), quando as questões ambientais começaram efetivamente a ser discutidas (SANTOS, 2004, SILVA; AGUIAR FILHO, 2010).

Com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente, diversos instrumentos vieram a constituí-la, dentre eles, as unidades de conservação; os padrões de qualidade ambiental; o zoneamento ambiental e o licenciamento ambiental, tendo como finalidade a “[...] preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (BRASIL, 1981).

Destacando o instrumento zoneamento, pode-se dizer que existem diversos tipos, que são subdivididos de acordo com os objetivos e as respostas esperadas com a sua realização. Alguns deles estão previstos na legislação brasileira, como os zoneamentos ambiental, ecológico-econômico e urbano, e outros não, mas são

muito utilizados como estratégia metodológica em etapas do planejamento ambiental, como o agrícola, o ecológico e o geoambiental (SANTOS, 2004).

Apesar de existirem vários tipos de zoneamento, todos possuem como objetivo a “[...] identificação e a delimitação de unidades ambientais em um determinado espaço físico, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos, determinadas a partir dos elementos que compõem o meio planejado” (SILVA; SANTOS, 2004, p. 228) e apresentam como resultado um conjunto de unidades com normas específicas de conservação e desenvolvimento de atividades (SILVA; SANTOS, 2004).

Dentre os zoneamentos existentes, esse estudo adota a utilização do zoneamento geoambiental, que consiste no “[...] exame sistemático de uma região com a finalidade de obter informações das variáveis litológicas, climáticas, morfoestruturais e coberturas/unidades de alteração intempéricas” (JIMENEZ-RUEDA et al., 1995, p.328) e apresenta as potencialidades e a capacidade de suporte do meio físico analisado.

A escolha de São João da Boa Vista para a aplicação do zoneamento geoambiental ocorreu devido ao apoio e participação da prefeitura neste estudo e à ausência de pesquisas de planejamento e zoneamento ambiental que abarcam as especificidades do município.

O município está localizado na porção leste do Estado de São Paulo, integrando a Região Administrativa de Campinas. A área está situada nas proximidades da divisa entre os Estados de São Paulo e Minas Gerais, no limite entre a depressão periférica e o embasamento cristalino.

Além disso, atualmente, São João da Boa Vista sofre com a ocorrência de processos erosivos, escorregamentos e inundações periódicas pelo transbordamento do córrego São João, principalmente nos meses do verão, quando há um aumento dos níveis de precipitação; e com as pressões decorrentes do aumento desordenado das atividades industriais, agrícolas e mesmo urbanas.

Desta forma, a importância desse estudo consiste na utilização de metodologia de zoneamento geoambiental que possibilite a identificação de áreas suscetíveis à ocorrência de processos do meio físico (tais como, movimentos de massa, erosão e inundação/enchente) e a avaliação das áreas quanto ao seu potencial para o desenvolvimento de atividades antrópicas, visando assim, facilitar o planejamento e as decisões dos agentes públicos e privados relacionados às

escolhas locacionais e gestão dos recursos naturais, assegurando a manutenção do capital e a conservação dos ecossistemas.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral da presente pesquisa consistiu em elaborar o zoneamento geoambiental do município de São João da Boa Vista (SP) pela integração dos produtos obtidos com a compartimentação fisiográfica, o uso e cobertura da terra e as áreas de preservação permanente.

Como objetivo específico buscou-se realizar uma avaliação da adequabilidade dos usos da terra presentes no município no contexto das unidades geoambientais definidas no estudo.

3. EMBASAMENTO TEÓRICO METODOLÓGICO

3.1. Contextualização do Zoneamento Ambiental

No contexto mundial, a preocupação com o meio ambiente surgiu, principalmente, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo, no ano de 1972, quando se iniciou na Europa discussões acerca dos riscos da degradação ambiental e as possíveis alternativas para proteção do ambiente.

No Brasil, no entanto, as influências dessas discussões se evidenciaram somente em 1981 com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº. 6.938 de 31/08/81, composta, entre outros, pelos seguintes instrumentos de ação: avaliação de impactos ambientais; licenciamento e revisão de atividades poluidoras; sistema nacional de informações do meio ambiente; e o zoneamento ambiental.

Antes disso, a legislação ambiental brasileira era composta por instrumentos normativos como o Código de Águas de 1934, o Código de Minas de 1940, o Estatuto da Terra de 1964 e o Código Florestal de 1965 (BRASIL, 1934; 1940; 1964; 1965). Algumas dessas leis, mesmo que indiretamente, já apontavam para o uso de zoneamentos ambientais.

O Estatuto da Terra (BRASIL, 1964), por exemplo, abordou a questão da realização de estudos de zoneamento em regiões homogêneas do ponto de vista socioeconômico e das características da estrutura agrária, tendo como objetivos definir:

- I - as regiões críticas que estão exigindo reforma agrária com progressiva eliminação dos minifúndios e dos latifúndios;
- II - as regiões em estágio mais avançado de desenvolvimento social e econômico, em que não ocorram tensões nas estruturas demográficas e agrárias;
- III - as regiões já economicamente ocupadas em que predomine economia de subsistência e cujos lavradores e pecuaristas careçam de assistência adequada;
- IV - as regiões ainda em fase de ocupação econômica, carentes de programa de desbravamento, povoamento e colonização de áreas pioneiras (BRASIL, 1964 - LEI 4.504/64, artigo 42).

De acordo com Fritzsos e Correa (2009), o Código Florestal de 1965 também indicava a necessidade dos proprietários rurais elaborarem um zoneamento ambiental em suas propriedades, visto que instituiu a obrigatoriedade da

manutenção de uma parcela de vegetação nativa na propriedade rural, definidas como Área de Preservação Permanente e reserva legal.

Na década de 1970, muitos avanços relacionados à realização de zoneamentos puderam também ser verificados. No início dessa década foi criado o Projeto Radam, e mais tarde, em 1975, o RadamBrasil que, por meio de imagens de sensoriamento remoto buscava o conhecimento e a diferenciação da geologia, geomorfologia, pedologia e da vegetação, primeiramente da Amazônia e Nordeste, e depois de todo o território brasileiro. Surgiram também diversos tipos de zoneamentos voltados à produção de culturas, a fim do conhecimento das potencialidades da produção de alimentos de determinadas regiões (FRITZSONS; CORREA, 2009).

Esses autores e outros, como Jorge (2004), observam, no entanto, que antes da instituição da Lei Federal 6.938/81, o zoneamento ambiental era considerado somente sob o ponto de vista da setorização ou apoio aos planos de manejo de áreas de conservação. Além disso, em determinados casos, os zoneamentos buscavam revelar as riquezas naturais dos lugares, como no trabalho realizado por Maack (1950), intitulado de Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná.

Essa concepção começa a mudar nos anos de 1980, quando debates acerca da adoção de modelos de desenvolvimento para assegurar a preservação do meio ambiente estavam ficando cada vez mais presentes nas discussões dos fóruns socioeconômicos e ambientais mundiais. Essa preocupação com o meio ambiente, fez com que no Brasil, a ideia de zoneamento passasse a incluir aspectos ecológicos para atender a conservação ambiental. Foi nesse contexto que surgiram os primeiros zoneamentos agroecológicos, como por exemplo, o elaborado pela Embrapa, em 1986, denominado de “Zoneamento Agroecológico do Trópico Semiárido” (FRITZSONS; CORREA, 2009).

É importante salientar que a partir da década de 1980 e, especialmente na de 1990, houveram avanços nas geotecnologias e nos sistemas de informações geográficas que possibilitaram a sofisticação das técnicas utilizadas para a realização dos zoneamentos, possibilitando integrar a dinâmica do meio físico, biológico e socioeconômico, com o apoio de imagens e técnicas de sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas - SIG (FRITZSONS; CORREA, 2009).

No que diz respeito aos aspectos legais, como já explicitados anteriormente, a primeira legislação de importância para a inserção do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento do meio físico foi a Lei federal 6.938/81, regulamentada em 2002 pelo decreto nº 4.297, com a denominação de Zoneamento Ecológico–Econômico – ZEE (BRASIL, 1981; BRASIL, 2002).

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.

De acordo com Silva e Santos (2004), o zoneamento ambiental pode ser entendido como um método de integração das informações ambientais, sendo comum a sua adoção na avaliação de um território.

‘Zoneamento’ é a identificação e a delimitação de unidades ambientais em um determinado espaço físico, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos, determinadas a partir dos elementos que compõem o meio planejado. Seu resultado é a apresentação de um conjunto de unidades, cada qual sujeita a normas específicas para o desenvolvimento de atividades e para a conservação do meio. (SILVA; SANTOS, 2004, p. 227).

Para Fontes e Pejón (2008) o “[...] zoneamento ambiental, que propõe a divisão de uma área geográfica em unidades, é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente” (p.555, tradução nossa) que serve de base para o planejamento.

Ross (1995) entende que o zoneamento ambiental não deve ser formulado a partir de uma leitura estática do ambiente. Para o autor, a adoção de uma metodologia de trabalho fundamentada na compreensão das características e da

dinâmica do ambiente natural e do meio socioeconômico, em busca da integração de diferentes disciplinas científicas específicas, por meio da síntese do conhecimento da realidade que foi pesquisada, deve nortear a elaboração do zoneamento ambiental.

Zacharias (2010), por sua vez, afirma que o zoneamento ambiental é “[...] uma técnica caracterizada pelo ordenamento, em áreas homogêneas, das zonas que possuem um potencial de uso ambiental” (p.19). Segundo a autora, o que define esse potencial é a análise integrada dos elementos da paisagem, que combina a natureza, a sociedade, a economia e a cultura, como um “todo sistêmico”.

Corvalán (2009) também caracteriza o zoneamento ambiental como uma ferramenta de ordenamento territorial em zonas homogêneas com características e potencialidades semelhantes, e acrescenta que ele é um instrumento utilizado para a racionalização da ocupação dos espaços capaz de indicar um re-direcionamento das atividades nele desenvolvidas.

Machado (2010), com um enfoque jurídico, destaca que o “zoneamento deve ser consequência do planejamento” (p. 202). Para ele, um planejamento mal estruturado e fundamentado acarretará em um zoneamento incorreto e inadequado. Silva e Aguiar Filho (2010), com o mesmo enfoque de Machado (2010), também consideram que o zoneamento ambiental compõe uma forma de planejamento de uso e ocupação do espaço municipal.

Rodríguez (2003) também contribui para a definição de zoneamento ambiental, acrescentando que existem dois conceitos possíveis acerca desse zoneamento, sendo eles:

- 1) o Zoneamento como inventário – que é determinar a organização ambiental ou Geo-Ambiental do território – não é o mapa de zonear a paisagem, essa é uma das interpretações do conceito de zoneamento. 2) o Zoneamento Geo-Ambiental – que na literatura de zoneamento das paisagens é a proposta de como usar o território em três níveis: a) usos funcionais – que tipo de uso se pode utilizar; b) intensidade do uso – capacidade de suporte que podem ter os sistemas; c) por último quais as medidas, as providências que devem ser tomadas para por em prática esse modelo de uso da paisagem (modelo ambiental) (RODRÍGUEZ, 2003, p. 16).

Dessas conceituações de zoneamento ambiental, nota-se que todos os autores citados até o momento convergem em suas definições. De tal modo que, de acordo com a visão de todos eles, o zoneamento ambiental pode ser encarado como

a delimitação de zonas homogêneas que se baseiam nas potencialidades e fragilidades do meio analisado.

No que se refere aos tipos de zoneamento, Santos (2004) afirma ele é frequentemente adjetivado como zoneamento agroecológico, urbano, industrial, climático, agrícola, geoambiental, entre outros, que são capazes de dar uma conotação específica às respostas esperadas com sua realização. Segundo essa autora, todos os tipos de zoneamento tem um resultado em comum, que é “[...] a delimitação de zonas definidas a partir da homogeneidade determinada por critérios pré-estabelecidos. Eles se diferenciam na maneira de expressar os objetivos e metas principais, o que induz a caminhos metodológicos bem distintos” (p.134).

Santos (2004) exemplifica os caminhos metodológicos distintos utilizados em alguns tipos de zoneamento de maneira generalizada. Assim, por exemplo, o zoneamento geombiental se baseia na teoria dos sistemas; o ecológico no conceito de unidades da paisagem; e o agrícola a partir da definição das limitações das culturas, riscos de produção e de perdas agrícolas, e exigências bioclimáticas.

Sobre o conceito de paisagem, dentre as concepções, destaca-se a de Santos (1988, p.61), que afirma que paisagem é

[...] tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança, é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista alcança. Não é apenas formada de volumes, mas também de cores, movimentos, atores, sons, etc.

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.

3.2. Zoneamento Geoambiental

Para a compreensão da definição do termo zoneamento geoambiental, é necessário o conhecimento prévio do significado do termo geoambiental. Nesse trabalho, conforme o conceito adotado por Aswathanarayana em 1995, entende-se que “geoambiental” “[...] refere-se às porções da Terra afetadas pelas atividades humanas. É composta por rochas, solos, fluidos, gases e organismos” (p.01, tradução nossa).

De posse dessa definição, pode-se considerar o zoneamento geoambiental, segundo Jimenez-Rueda et al. (1995), como uma ferramenta de análise sistemática de uma área, constituído pelo exame de diversas variáveis do meio físico, dentre

elas, as litológicas, as fisiográficas, as climáticas, as morfoestruturais, as de cobertura da terra, e as de alteração intempérica. Em conjunto, essas variáveis apresentam, de acordo com os condicionantes naturais e em função dos modificadores socioeconômicos, as potencialidades e a capacidade de suporte do meio físico.

O zoneamento geoambiental parte da visão sistêmica e se baseia metodologicamente no conceito ecodinâmico de Tricard (1977), que considera nas análises as relações mútuas entre os diferentes componentes da dinâmica e os fluxos de energia e matéria no meio ambiente.

Segundo Vedovello e Mattos (1998) e Silva et al. (2010) 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.

Para Tretin e Robaina (2005), o mapeamento geoambiental tem como fundamento a divisão de uma área em unidades, conforme a variação de seus parâmetros. Dessa forma, as unidades geoambientais representam áreas com heterogeneidade mínima quanto aos parâmetros analisados, formando compartimentos com respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial.

O zoneamento geoambiental pode ser considerado um instrumento inter e multidisciplinar de planejamento que pode ser usado em diferentes escalas de análise (SHIMBO, et al, 2007). Através de interpretações de imagens de sensoriamento remoto, “[...] caracterização do meio físico, bioclimático e socioeconômico pode-se elaborar este zoneamento, sendo fundamental uma análise geodinâmica da paisagem para definir suas potencialidades e planejar as diversas formas de usos mais adequados para cada área” (SHIMBO, et al, 2007, p. 1824).

Silva et al. (2010) e Zuquette e Gandolfi (2004) salientam a importância do conhecimento de dados do meio físico para o planejamento. Segundo esses autores, o zoneamento e a avaliação geoambiental do terreno possibilitam a sustentação de políticas ambientais, a implementação de estratégias bem sucedidas de gestão ambiental, o reconhecimento das vantagens e restrições de determinados

usos e ocupações da terra, além de permitir o controle e a mitigação de possíveis riscos ambientais. Vedovello (2008) também destaca as vantagens da utilização do zoneamento geambiental no planejamento. Segundo o autor:

Os zoneamentos geotécnicos e ou geoambientais constituem o tipo de cartografia com formato mais adequado para a obtenção dos produtos de avaliação fisiográfica do terreno voltados aos estudos e às atividades de gestão ambiental, particularmente àqueles com caráter de avaliação de áreas naturais. Tal adequação se deve ao fato de que os zoneamentos podem apresentar, de forma simples, objetiva e interpretada, informações sobre fragilidades e potencialidades do terreno que condicionam o planejamento e o gerenciamento dos espaços e recursos naturais (VEDOVELLO, 2008, p. 02).

Ainda nesse sentido, Ohara et al. (2003), observa que o zoneamento geoambiental deve ter como objetivo, o fornecimento de subsídios técnicos para nortear tomada de decisões, compatíveis com a sustentabilidade e a vulnerabilidade dos sistemas ambientais no que diz respeito a implementação de alternativas de desenvolvimentos local e regional.

Contudo, ainda não há um consenso 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.

Vedovello e Mattos (1998), por suas vezes, afirmam, sobre essa questão do estabelecimento de limites, que as metodologias que utilizam técnicas de compartimentação de terrenos permitem o aumento da precisão cartográfica e a minimização da questão dos limites, isso porque refletem os limites efetivamente existentes dos diversos elementos que constituem o meio físico.

O que pode ser considerado como consenso entre os autores, é que a condição desejável para a delimitação de zonas geoambientais é a homogeneidade em todos os fatores ambientais de relevância para seu uso (OHARA, 1995). Um exemplo de como pode ser realizada a verificação da homogeneidade das unidades geoambientais é demonstrado no trabalho de Fontes e Pejón (2008). Esses autores analisaram as características fisiográficas de sua área de estudo utilizando o *software ArcView* e somente consideraram como unidades geoambientais, aquelas

que apresentaram homogeneidade maior do que 70% quanto a formação geológica, as formas de relevo e o tipo de material inconsolidado. Caso o nível de homogeneidade da unidade delimitada atingisse menos do que 70%, a área deveria ser compartimentada novamente até que o nível de homogeneidade fosse atingido.

É necessário destacar também o exposto por Ross (1995) no que diz respeito aos principais procedimentos metodológicos para a espacialização de informações geoambientais, como é o caso do zoneamento geoambiental. De acordo com esse autor, o procedimento pode ser por meio da abordagem integrada (*Land System*) ou da abordagem multi-temática.

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 em um mapa final de síntese (ROSS, 1995).

Nesse sentido, Bennett e Doyle (1997) afirmam que existem dois tipos de análises do terreno; a análise paramétrica e a análise fisiográfica. A análise paramétrica se refere à abordagem multi-temática de Ross (1995), descrita por Bennett e Doyle (1997) como àquela que “[...] envolve a derivação de um mapa secundário, ou uma série de mapas, que resumem alguns aspectos relevantes do terreno para uma tarefa específica” (p.14, tradução nossa). Já a análise fisiográfica, coincidente com a abordagem integrada de Ross (1995), “[...] utiliza as propriedades físicas da superfície da terra decompondo-a em uma sequência natural de unidades conhecidas da paisagem” (BENNETT; DOYLE, 1997, p. 14, tradução nossa).

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).

3.2.1. Compartimentação Fisiográfica

De acordo com Silva et al. (2010), a primeira etapa do zoneamento geoambiental “consiste em dividir o território em zonas com respeito a um conjunto de características e propriedades físicas e ambientais pré-determinadas” (p. 1658, tradução nossa), na denominada de compartimentação fisiográfica.

A importância da compartimentação em unidades fisiográficas foi ressaltada já no início do século XX, quando “The Association of American Geographers” nomeou uma comissão em 1915 para elaborar um mapeamento de unidades fisiográficas para os Estados Unidos, publicado em 1916 (FENNEMAN, 1916). Antes disso, trabalhos como o de Herbertson (1905, apud Vedovello e Mattos, 1998), já apontavam indícios da realização da compartimentação fisiográfica, sem a referida denominação. Esse autor, baseado em comparações de geologia, orografia, clima e vegetação, definiu as divisões naturais do globo terrestre.

A partir desses primeiros trabalhos, a compartimentação fisiográfica se difundiu pelos Estados Unidos e Europa, com pesquisas que procuraram sistematizar a metodologia para a divisão de compartimentos fisiográficos.

Segundo Vedovello e Mattos (1998), autores como Bourne (1931) e Unstead (1933, apud Vedovello e Mattos, 1998) foram os primeiros na tentativa de sistematizar o método de compartimentação. Eles introduziram o termo paisagem como critério para a compartimentação e definiram que a união de determinados elementos geoambientais em uma “área topográfica” se referia a uma “unidade da paisagem”.

Em 1953, Christian e Stewart, no trabalho intitulado “General report on survey of Katherine-Darwin region, 1946”, ao descreverem as características geoambientais da área de estudo, enfatizaram a necessidade da compartimentação da área em unidades geomorfológicas, subdividida com base nos processos e nas formas do terreno (CHRISTIAN; STWART, 1953). A abordagem utilizada por esses autores apoiou-se “[...] no princípio de que terrenos com aspectos fisiográficos similares e história tectônica e climática parecidas, deveriam apresentar comportamento semelhante” (VEDOVELLO; MATTOS, 1998, p.4).

Ainda de acordo com Vedovello e Mattos (1998), pode-se notar, através da análise desses estudos, que até esse momento histórico existiam duas linhas de análise dos terrenos; uma com caráter mais ecológico (paisagem), e outra com

caráter fisiográfico (geomórfica). A partir dessas linhas e com a especialização das ciências naturais, principalmente a partir da década de 1970, surgiram novas metodologias e conceitos para a compartimentação dos terrenos. No entanto, a compartimentação fisiográfica nos estudos do meio físico com ênfase nos aspectos geomorfológicos passou a ser mais utilizada. O que se deve ressaltar atualmente, é que:

[...] a ocorrência de uma determinada unidade de relevo (em qualquer situação taxonômica) não determina, sozinha, a ocorrência dos demais elementos fisiográficos (geológicos, pedológicos, etc). Existe, é verdade, uma associação evolutiva entre os diversos elementos do meio físico, a qual vai determinar as unidades fisiográficas e sua forma de expressão (VEDOVELLO; MATTOS, 1998, p. 4).

Conceitualmente, a compartimentação fisiográfica “[...] consiste em dividir uma determinada região em áreas que apresentem internamente características fisiográficas homogêneas e que sejam distintas das áreas adjacentes.” (VEDOVELLO; MATTOS, 1998, p.5).

A vantagem da aplicação da compartimentação fisiográfica no planejamento ambiental consiste na geração de “[...] um único produto cartográfico seccionado em várias ‘unidades da paisagem’, que resumem características de relevo, solo, geologia, vegetação, uso da terra e socioeconômicas” (PAULA et al., 2008, p. 250). Com isso, a compartimentação permite a síntese das informações do meio físico, já que a partir de critérios estabelecidos, propriedades similares ou idênticas são identificadas no interior de áreas com características homogêneas (CARDOSO et al., 2009).

A compartimentação pode ser realizada em diversas escalas de análise. Vedovello e Mattos (1993) consideram que o procedimento mais utilizado para a determinação de classes de unidades fisiográficas é aquele que engloba outras de escalas maiores ou são englobadas por outras de escalas menores.

Ainda quanto a questão das escalas de análise, os mesmos autores afirmam que a classificação da compartimentação pode ser realizada a partir de unidades taxonômicas ou descritivas. A classificação taxonômica entre classes de unidades é realizada quando existe uma relação natural específica entre as classes, de natureza genética, por exemplo. Já a classificação descritiva é utilizada quando existe uma determinação apenas em função da escala e da finalidade do trabalho.

Na prática, o nível descritivo apresenta poucas vantagens, e por isso é pouco utilizado, somente um ou alguns elementos do meio físico responsáveis por variações fisiográficas significativas em determinado nível hierárquico são utilizados na compartimentação fisiográfica (VEDOVELLO; MATTOS, 1998).

A compartimentação a partir do nível taxonômico é mais vantajosa, pois considera a relação genética para a definição das unidades, de tal forma que as unidades presentes em um mesmo compartimento necessariamente devem apresentar as mesmas condições, presentes e passadas de evolução morfoambiental (VEDOVELLO, 2008).

Assim, mesmo que existam UBCs com as mesmas características fisiográficas, mesma litologia, relevo e solo, por exemplo, mas situadas em compartimentos diferentes, essas UBCs devem ser identificadas como unidades diferentes. Essa distinção é importante, pois, embora duas UBCs possam apresentar similaridade fisiográfica, o fato de estarem em contextos diferentes, cujas condições morfoambientais atuais, climáticas, por exemplo, também são diferentes, implica em variações na evolução atual e no comportamento geodinâmico das mesmas (VEDOVELLO, 2008, s/p).

A hierarquização por nível taxonômico é composta por: Província, Zona, Subzona e Unidade (VEDOVELLO, MATTOS, 1993; VEDOVELLO, MATTOS, 1998; VEDOVELLO, 2008; CARDOSO, et al., 2009). A relação entre esses níveis taxonômicos e as características fisiográficas das unidades estão explicitadas 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: Adaptado de Vedovello e Mattos (1993)

Quanto aos critérios para identificação dos compartimentos, eles podem variar de acordo com o objetivo final da compartimentação, mas de modo geral, eles são baseados nas propriedades texturais (relevo, forma e estrutura de drenagem) do meio analisado (CARDOSO et al., 2009; SILVA et al., 2010; ZAINE, 2011).

Alguns procedimentos de individualização das unidades do meio físico facilitam a interpretação das propriedades texturais, dentre eles, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Nascimento e Garcia (2005) salientam a esse respeito que a utilização de processos de fotointerpretação sistemáticos de imagens de satélites, através da identificação da homogeneidade das unidades da rede de drenagem e da definição das Unidades Básicas de Compartimentação¹ auxiliam e são fundamentais para a realização da compartimentação fisiográfica.

3.2.2. O papel da análise e interpretação de imagens de sensoriamento remoto na compartimentação fisiográfica

O sensoriamento remoto e seus dados “[...] fornecem um entendimento espacial de complexas características físicas, usos da terra, padrões de crescimento, distribuição de recursos, pressões ambientais, mudanças tecnológicas e necessidades socioeconômicas do ambiente construído” (PULLEN, PATTERSON, 2011, p. 249, tradução nossa).

Dentre as diversas aplicações dos produtos de sensoriamento, destaca-se nesse trabalho, além de sua aplicação para o mapeamento do uso da terra, seu potencial como base para a realização da compartimentação fisiográfica. Isso porque, as imagens são capazes de demonstrar a organização espacial do meio físico, sobre os quais é possível traçar limites (VEDOVELLO, 2008).

As técnicas de interpretação, por sua vez, fornecem os subsídios metodológicos para a interpretação das imagens multiespectrais ou aerofotogramétricas. Diversos autores contribuíram para a elaboração de métodos interpretativos para compartimentação fisiográfica e mapeamentos geotécnicos e

¹ As Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) “expressam a menor superfície do terreno interpretada a partir dos seus elementos fisiográficos [...] e funcionam como objetos de armazenamento de informações, que podem subsidiar os zoneamentos geotécnicos, facilitando a análise das potencialidades e fragilidades do meio físico” (CARDOSO et al., 2009, p. 251).

geoambientais em geral, dentre eles, Ray (1963), Guy (1966), Riverau (1972), Soares e Fiori (1976), Veneziane e Anjos (1982) e Zaine (2011).

Em 1963, Ray escreveu sobre a importância do uso de fotografias aéreas para a interpretação e o mapeamento geológico, destacando alguns dos procedimentos para a interpretação da fotografia aérea.

No entanto, segundo Soares e Fiori (1976) e Zaine (2011), os primeiros trabalhos que efetivamente sistematizaram os métodos de fotointerpretação e interpretação de imagens orbitais para fins geológicos e geoambientais surgiram com Guy (1966 apud SOARES; FIORI, 1976), que desenvolveu o método lógico de fotointerpretação. Riverau (1972) deu continuidade à elaboração do método de Guy (1966) contribuindo na questão do estabelecimento de parâmetros para interpretação da textura e estrutura das feições (caracterizados por níveis de cinza) nas imagens e fotos aéreas. Juntos, esses autores divulgaram seus trabalhos de fotointerpretação no Brasil por meio de cursos.

Baseando-se nos trabalhos de Guy (1966) e Riverau (1972), Soares e Fiori (1976) foram os primeiros brasileiros a contribuir com o método de fotointerpretação geológica. De acordo com os autores, “[...] o processo de foto interpretação 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” (SOARES; FIORI, 1976, p.01). Esses três processos, segundo eles, podem ser sistematizados de acordo com o quadro 2.

Quadro 2 - Etapas do processo de fotointerpretação ou interpretação de imagens de sensoriamento remoto pelo método lógico

Etapas do processo	Características gerais das etapas	Características específicas das etapas
“Fotoleitura”	Reconhecimento e identificação dos elementos das imagens com os objetos correspondentes e sua repartição.	A fotoleitura exige o conhecimento das técnicas e processos de obtenção da fotografia ou imagem, tais como: a câmara, 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 fotos ou imagens de sensoriamento remoto.
“Fotoanálise”	Estudo das relações entre as imagens, associação e ordenação das partes de imagens.	Os elementos naturais da paisagem são fundamentais para a análise de aerofotos. O relevo, a drenagem e a vegetação não modificada pelo homem constituem os objetos principais da avaliação da imagem fotográfica para a obtenção de informações geológicas.
“Fotointerpretação”	Estudo da imagem visando à descoberta e avaliação, por métodos indutivos, dedutivos e comparativos do significado, função e relação dos objetos correspondentes às imagens.	As diversas formas de arranjo do relevo e da drenagem permitem a caracterização e avaliação de seu significado, com isso é possível estabelecer as propriedades do objeto e definir seu significado geológico, ou seja, sua função.

Fonte: Adaptado de Soares e Fiore (1976).

Veneziane e Anjos (1982), preocupados com conhecimento geológico ainda pouco desenvolvido em diversas áreas do território brasileiro, propuseram a utilização de imagens *Landsat* como ferramenta para a realização de mapeamentos geológicos em períodos relativamente curtos de tempo comparados aos métodos tradicionais. Esses autores, também baseados no trabalho de Guy (1966), adaptaram a metodologia do método lógico de fotointerpretação em função da resolução, escala e características espectrais das imagens de sensoriamento remoto. Nesse momento, a intenção era utilizar os princípios da fotointerpretação também para imagens de satélite, passando a difundir esses conhecimentos.

Zaine (2011) fez um resgate dos trabalhos de Guy (1966), Riverau (1972), Soares e Fiori (1976), Ponçano et. al (1981) e Veneziane e Anjos (1982), e elaborou uma metodologia sistematizando e unificando os procedimentos propostos por esses autores por meio de quadros de análise e interpretação fotogeológica para a realização da compartimentação fisiográfica.

Vedovello e Mattos (1998) afirmam que o princípio básico utilizado para a compartimentação fisiográfica, por meio de técnicas de interpretação de produtos de

sensoriamento remoto, consiste na diferença de interação dos elementos fisiográficos de área para área, decorrente das variações nos fatores de evolução; clima, tectônica, geomorfologia, etc, caracterizando paisagens específicas. Desta forma, a identificação de zonas homogêneas em imagens de sensoriamento remoto é realizada por meio das diferenças de homogeneidade, de tropia e de assimetria dos elementos texturais e de suas estruturas.

Esses autores organizaram uma síntese, explicitada no quadro 3, dos critérios que facilitam a identificação de zonas homogêneas baseada nas propriedades da forma do terreno, cabe ressaltar que de acordo com Soares e Fiori (1976), esse quadro representa as características a serem observadas na etapa de “fotoanálise”.

Quadro 3 - Critérios de identificação de zonas homogêneas

PROPRIEDADE TEXTURAL	CARACTERIZAÇÃO
Tipo de elemento de textura	Define qual espécie de elemento textural está sendo analisado, se de relevo ou de drenagem ou tonal.
Densidade de textura	Refere-se a quantidade de elementos texturais (de um mesmo tipo) por unidade de área da imagem. Apesar de refletir uma propriedade quantitativa, a densidade textural normalmente é descrita em termos qualitativos e comparativos tais como alta, moderada, baixa, etc.
Arranjo textural	Refere-se a maneira (ordenada ou não) como os elementos texturais se dispõem espacialmente. Assim a análise desta propriedade permite classificar o modo de ocorrência dos elementos texturais segundo padrões que reflitam a disposição espacial desses elementos na imagem. Como exemplo, uma determinada forma ocasionada por elementos de drenagem pode refletir um padrão retangular ou dendrítico ou anelar, etc.
Grau de estruturação	Refere-se a maior ou menor evidência ou definição da organização espacial dos elementos texturais (em função do seu arranjo textural). Esta propriedade pode ser qualificada em classes tais como alto, médio, baixo, etc. ou ainda, mal definido, bem definido, etc.
Ordem de estruturação	Refere-se a complexidade de organização dos elementos texturais. Assim sua classificação é dada em função da ocorrência (ou não) de uma ou mais estruturas sobrepostas, podendo ser de: ordem um (se ocorre apenas um tipo de estrutura), ordem dois (se ocorrem dois tipos superimpostos), e assim por diante.

Fonte: Vedovello e Mattos (1998).

Neste quadro 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).

Deve-se destacar, no entanto, que a textura das imagens resulta da variação do registro dos níveis de cinza. Isso significa que a textura das drenagens é derivada da variação dos níveis de cinza associados à forma (geometria) linear dos canais fluviais, mais a mata ciliar, e a textura do relevo é a variação dos níveis de cinza mais as formas do relevo.

3.3. A utilização de SIG no Zoneamento

Com o avanço das Geotecnologias, cada vez mais são utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG com a finalidade de se realizar estudos ambientais. Em se tratando dos Sistemas de Informações Geográficas, sua importância nesses estudos consiste basicamente no processamento de dados gráficos e alfanuméricos para a análise espacial e a modelagem de superfícies.

De acordo com Câmara (1995), os Sistemas de Informações Geográficas são baseados em sistemas computacionais que permitem capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados. Essa tecnologia “[...] pode trazer enormes benefícios devido à sua capacidade de manipular a informação espacial de forma precisa, rápida e sofisticada” (GOODCHILD, 1993 apud INPE, 2010).

Os dados tratados em SIG são de natureza espacial ou geográfica e possuem localização em coordenadas e atributos descritivos dispostos em um banco de dados. Esses dados, além disso, não se apresentam sozinhos no espaço, havendo a necessidade de interpretação da relação entre diversos tipos de dados em uma representação (CÂMARA, 1995).

Tendo tais aspectos em vista, as principais potencialidades do SIG consiste na geração de mapas com maior agilidade; no ajuste de mapas em diferentes formatos; na minimização do uso de mapas impressos; na criação de representações em 3D; na agilidade na manipulação de dados e sobreposições de mapas temáticos para a elaboração de mapas de síntese, através da integração, numa só base de dados, de informações geográficas oriundas de várias fontes (dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite e modelo numérico do terreno); na análise da distribuição espacial de dados e fenômenos (análise espacial); e na recuperação, manipulação e visualização de dados, por meio de algoritmos de manipulação e análise.

Essas potencialidades demonstram que os SIGs apresentam algumas vantagens para a elaboração do zoneamento geoambiental, sendo elas: “[...] eficiência – acesso e modificações de grandes volumes de dados; integridade – controle de acesso por múltiplos usuários; e persistência – manutenção de dados por longo tempo [...]” (SILVA; SANTOS, 2004, p. 238).

A maior parte dos zoneamentos é realizada com o auxílio de imagens de sensoriamento remoto e/ou fotografias aéreas e com o suporte do SIG. Dentre os trabalhos, que utilizaram ou elaboraram metodologias de zoneamento envolvendo SIG destacam-se trabalhos de Yang, Qiu e Liu (2012), Liu et al. (2012), Fontes e Pejón (2008), Vale et al. (2008) e Carvalho Junior, et al. (2003).

Gupta e Joshi (1990) desenvolveram uma técnica para o zoneamento e a avaliação de deslizamentos de terra utilizando a abordagem multitemática, no qual foram atribuídos pesos aos terrenos conforme o tipo de litologia, uso da terra, direção do azimute e distância da zona de cisalhamento tectônico principal, em ambiente SIG.

Em 2001 a Embrapa elaborou uma metodologia para a elaboração de zoneamentos em SIG utilizando como área de estudo piloto a Bacia do Ribeirão da Gama (DF), através de dados de elevação, área de preservação permanente e corpos d’água.

Cardoso et al. (2009) utilizou imagens orbitais e sistemas de informações geográficas para a realização da compartimentação fisiográfica através da análise integrada.

Dias e Mattos (2009) realizaram o zoneamento ecológico-econômico em Tocantins através da comparação dos resultados de zoneamentos ambientais elaborados em dois cenários diferentes, no caso, 1973 e 2000. O SIG foi utilizado em praticamente todos os procedimentos do trabalho, envolvendo tanto a confecção de modelos de elevação do terreno para suporte na elaboração da compartimentação fisiográfica para a geração dos zoneamentos ambientais, quanto a geração do mapa final através da comparação de ambos zoneamentos ambientais.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

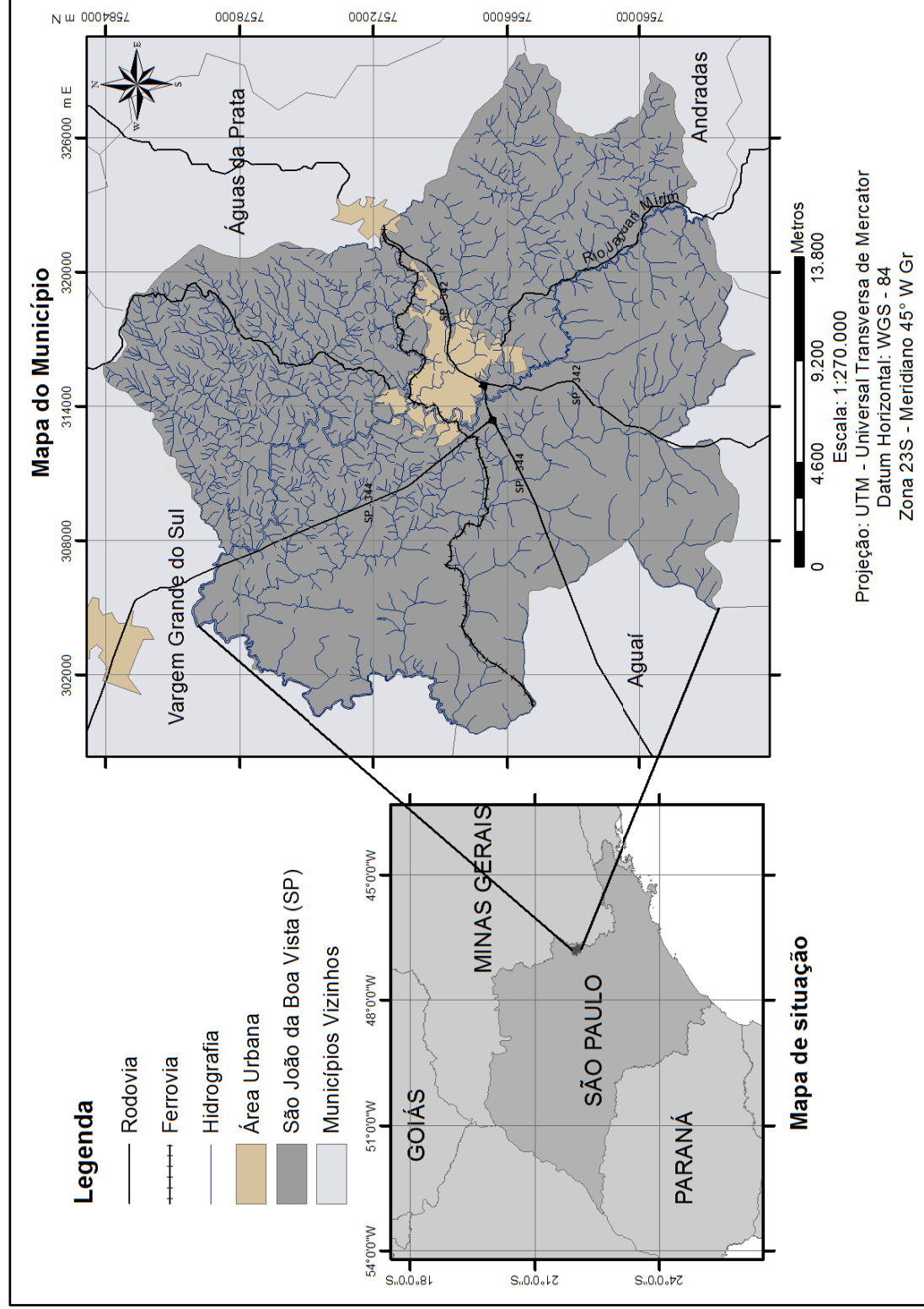
4.1. Aspectos Gerais

O município de São João da Boa Vista está localizado na porção leste do Estado de São Paulo, integrando a Região Administrativa de Campinas. A área está situada nas proximidades da divisa entre os Estados de São Paulo e Minas Gerais e faz fronteira com os municípios de Vargem Grande do Sul a norte e noroeste, Espírito Santo do Pinhal e Santo Antonio do Jardim a sul, Águas da Prata a leste, Aguaí a sudoeste, e Andradas (MG) a sudeste (figura 1).

O município possui área de 516 km², com população corresponde a 83.639 habitantes (IBGE, 2010) e economia baseada na agricultura, pecuária, em atividades industriais, comerciais e de mineração.

São João de Boa Vista situa-se a 229 km da cidade de São Paulo e seu acesso pode ser feito, primeiramente, pela SP-330 (Rodovia Anhanguera) até Campinas, onde se segue pela SP-340 (Rodovia Prefeito Boanerges Nogueira de Lima) sentido Mogi Guaçu. A partir dessa cidade, o percurso ocorre pela SP-342 (Rodovia Governador Ademar Pereira de Barros), sentido Espírito Santo do Pinhal e, posteriormente, pela mesma rodovia segue-se em direção a São João da Boa Vista.

Figura 1- Área de estudo



4.2. Elementos do Meio Físico

4.2.1. Características Geológicas e Geomorfológicas

Geomorfologicamente o município de São João da Boa Vista está situado na Província do Planalto Atlântico, na Depressão Periférica Paulista e em uma pequena porção do planalto Sul de Minas. Os domínios morfológicos da área correspondem à zona da Serrania de Lindóia (Província do Planalto Atlântico), à zona do Mogi-Guaçu (Depressão Periférica) e à zona do planalto de Poços de Caldas (Planalto Sul de Minas) (ALMEIDA, 1964).

O Planalto Atlântico é caracterizado como uma região de terras altas constituído, predominantemente, por rochas cristalinas pré-Cambrianas e Cambro-Ordovicianas, cortadas por intrusões básicas e alcalinas mesozóico-terciário, e por coberturas sedimentares (IPT, 1981a). Inserida nesse contexto, a zona da Serrania de Lindóia possui o caráter de transição interplanáltica e em sua área o relevo eleva-se gradualmente, desde a Depressão Periférica até atingir os limites do Estado, junto à zona do Planalto de Poços de Caldas.

A Depressão Periférica é constituída por sequências sedimentares e basálticas paleozoicas a mesozoicas de topografia colinosa. A porção da zona do Mogi-Guaçu, presente no município estudado, apresenta o relevo suavizado com formas levemente onduladas, decorrente do pequeno desenvolvimento lateral (IPT, 1981a).

Já o planalto Sul de Minas, representado pela zona do planalto de Poços de Caldas ocupa uma pequena porção no extremo leste da área de São João da Boa Vista, apresentando uma estrutura aproximadamente circular que avança por todo o município de Poços de Caldas (MG). A porção do planalto que ocupa São João da Boa Vista tem altitudes médias de 1.400 metros.

O relevo da área é bastante variado, ocorrendo cotas altimétricas de 680 a 1.400 metros. As cotas entre 1.100 a 1.400 metros são representadas pelas serras alongadas de topos angulosos, nas chamadas Serras da Forquilha, Serras do Picadão, Serra Paulista e Serra da Fatura. Já as altitudes entre 700 a 900 metros são caracterizadas por morros com serras restritas e morros paralelos, com topos arredondados (REIS et al.,2005).

No extremo oeste da área, nas proximidades da divisa com o município de Aguaí, já condicionado por rochas sedimentares, também ocorre o relevo de colinas

amplas/médias com topos extensos e aplainados, e altitudes ao redor dos 700 metros. A figura 2 mostra a contextualização geomorfológica da área de estudo.

Quanto às características geológicas, São João da Boa Vista está inserido no domínio tectônico do Complexo Cristalino do Maciço Guaxupé no contexto das grandes unidades geológicas, e no Embasamento Cristalino no contexto das feições tectônicas do Estado de São Paulo (IPT, 1981b).

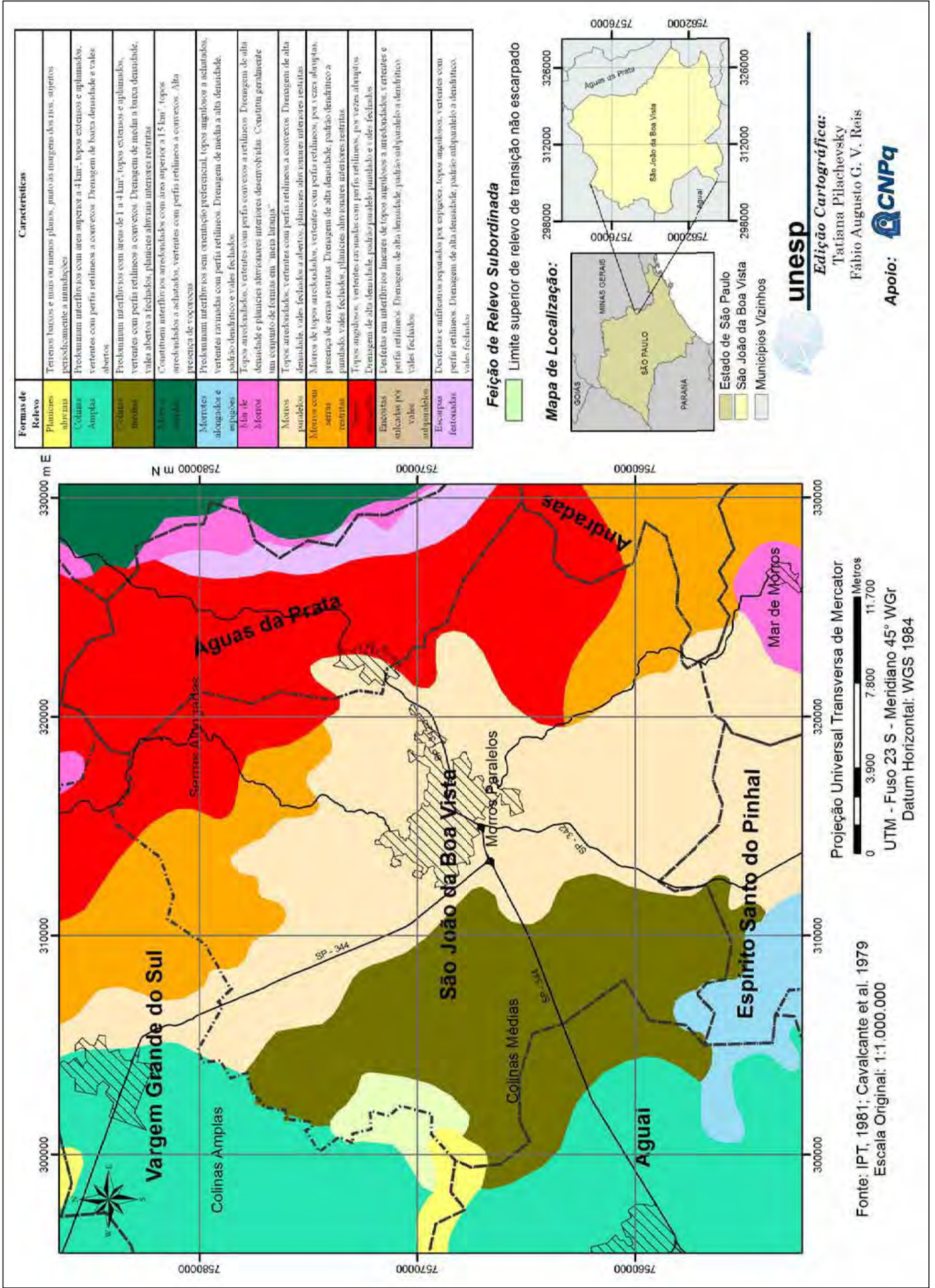
No contexto da distribuição das unidades litoestratigráficas São João da Boa Vista é abrangida pelo Complexo Varginha, que ocupa a maior parte de sua área, como também por intrusivas básicas correlacionadas a Formação Serra Geral (Grupo São Bento), por rochas do Grupo Itararé Indiviso da idade do Paleozóico, pelas Suítes Alcalinas (Neocretácio Superior) e por aluviões da idade do Quaternário (DNPM, 1979).

O Complexo Varginha está presente nos municípios de São João da Boa Vista, Espírito Santo do Pinhal, São José do Rio Pardo e Caconde estendendo-se para o Estado de Minas Gerais. Esse complexo se refere a um extenso terreno granítico-gnáissico que, de acordo com autores como, Wernick e Penalva (1980), é pertencente ao Grupo Pinhal (IPT, 1981b).

O termo complexo é empregado para esta unidade, pois ela é formada por diversos conjuntos litológicos de relações estruturais entre si ainda não determinadas. O complexo Varginha é constituído por uma íntima associação de diferentes tipos de migmatitos e corpos graníticos menores, além disso, ocorrem intercalações com dimensões variadas de metamorfitos diversos que localmente chegam a constituir a litologia predominante. Estas incluem gnaisses, anfibolitos, quartzitos, micaxistos e corpos granulíticos e charnockitos. Também ocorrem granitos e granitóides, predominantemente porfiríticos, de idade do Proterozóico Superior ao Cambro-Ordoviciano (WERNICK; PENALVA, 1980, DAEE/UNESP, 1982a).

O Grupo Itararé Indiviso, por sua vez, se localiza na porção oeste do município, próximo à divisa de Aguaí. Ela é constituída quase inteiramente por sedimentos clásticos (gerados pela fragmentação das rochas pré-existentes), apresentando-se como uma complexa associação de variadas litofácies, na maior parte detríticas, que se sucedem horizontal e verticalmente (IPT, 1981b; CASTRO, 2004).

Figura 2 - Mapa geomorfológico de São João da Boa Vista



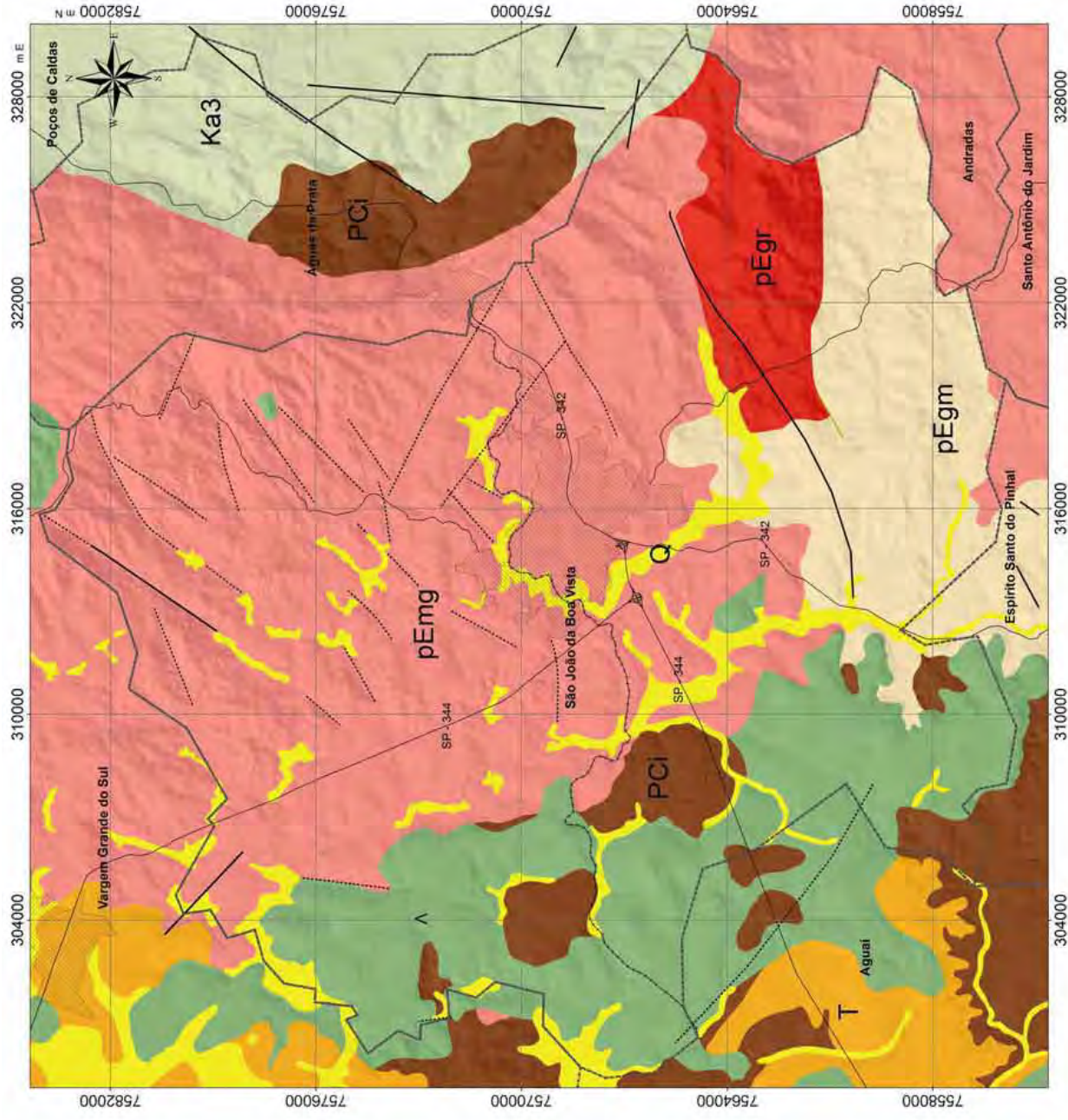
A Formação Serra Geral é representada por corpos de rochas básicas, constituídas por *sills* e diques, formando corpos intrusivos associados (IPT, 1981b; MACHADO et. al., 2007), que atualmente são explorados para produção de brita no município. Ela possui textura afanítica, cor entre cinza escura e preta, e aflora, geralmente, áreas de interflúvios com distribuição descontínua (CAVALCANTE, et al., 1979).

O maciço alcalino de Poços de Caldas restringe-se à porção extremo leste do município, onde há a predominância de tinguaitos; rocha de textura afanítica, porfírica de coloração verde a quase preta.

Por fim, ocorrem sedimentos aluvionares de grandes proporções ao longo de toda a planície aluvionar do Rio Jaguari Mirim e em seus principais afluentes, como é o caso do Ribeirão dos Porcos. Esses aluviões são compostos por sedimentos inconsolidados, “[...] erodidos, retrabalhados, transportados pelos cursos d’água e depositados nos seus leitos e margens” (VAZ, 1996, p. 126) formados por areias de granulometria predominante de média a grosseira e argilas orgânicas com alta plasticidade.

A figura 3 mostra o contexto geológico do município de São João da Boa Vista.

Figura 3 – Mapa geológico de São João da Boa Vista



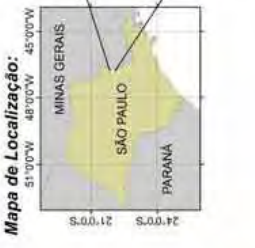
Período	Estratigrafia	Legenda	Descrição
Quaternário	Aluviões	Q	Areias, argilas e cascalhos
Paleogeno	Depósitos Colúviais	T	Areias e argilas
Neocretácico	Suites Alcalinas	Ka3	Fonólitos, foliitos, tingualitos, tufo e rochas piroclásticas
Eocretácico	Formação Serra Geral	Λ	Intrusivas básicas (diabásio, sill)
Neocarbonífero	Grupo Itararé Indiviso	PCI	Arenitos, Siltitos, Argilitos e Diamicritos
Neoproterozóico	Complexo Varginha	pEmg	Complexo migmatítico-granítico
		pEgr	Granito rosado grosseiro
		pEgm	Granitos finos a médios e migmatitos graníticos subordinados

Convenções Geológicas

- Falha definida
- Falha inferida
- Alinhamento estrutural

Convenções Cartográficas

- Limite dos Municípios
- Rodovias
- Ferrovias
- Área Urbana



unesp

Edição Cartográfica:
 Tatiana Pilachevsky
 Fábio Augusto G. V. Reis

Apoio:

0 2.000 4.000 6.000 8.000 Metros

Projeção Universal Transversa de Mercator
 Datum Horizontal: WGS 1984
 Fuso 23 S - Meridiano 45° W Gr

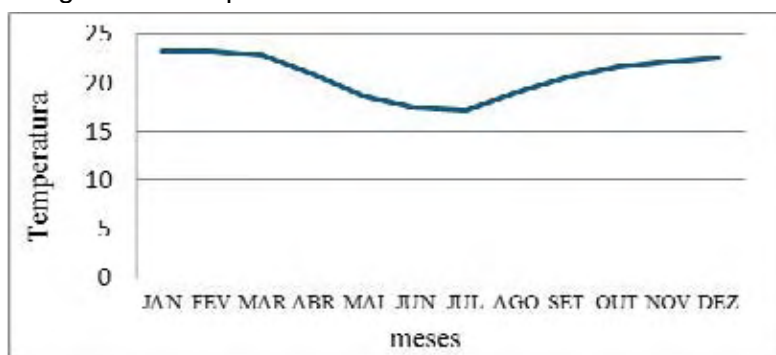
Fonte: Instituto Geológico, 1983;
 DAE; UNESP (IGCE), 1982;
 Ministério de Minas e Energia, 1979.

4.2.2 Condições Climáticas

São João da Boa Vista apresenta dois tipos climáticos conforme a classificação de Köppen, o *Cwa* que predomina na maior porção municipal e o *Cwb* (SETZER, 1966; MONTEIRO, 1973).

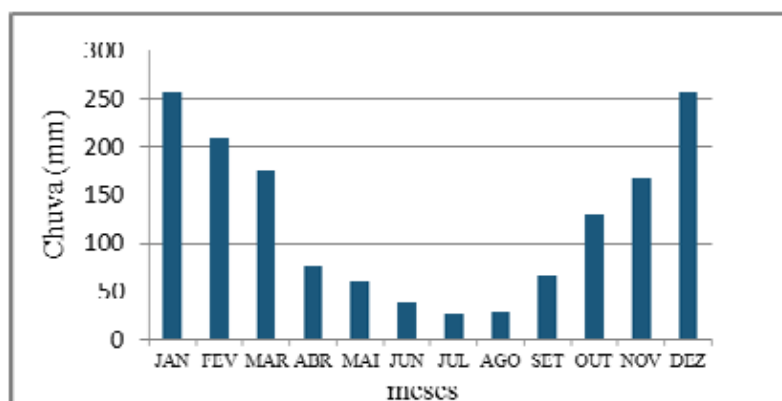
De forma geral, o município apresenta temperaturas médias anuais de 20°C. As temperaturas médias do mês mais quente (janeiro) são de 23°C e a do mês mais frio (julho) 16°C. A pluviosidade anual oscila entre 1.100 e 1.500mm, sendo que nas áreas deprimidas ao longo de grandes rios os totais de precipitação situam-se na faixa de 1.000 mm. As figuras 4 e 5 representam, respectivamente, a temperatura média e a pluviosidade média mensal no município.

Figura 4 - Temperatura média mensal de São João da Boa Vista



Fonte: DAEE, 2012.

Figura 5 - Pluviosidade média mensal de São João da Boa Vista



O tipo *Cwa*, presente em quase todo o município, caracteriza-se por ser mesotérmico com inverno seco, e verão quente e chuvoso. Apresenta temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e do mês mais quente superior a 22°C. O total das chuvas do mês mais seco é inferior a 30 mm (20 mm no caso de São João

da Boa Vista). O índice pluviométrico varia de 1.100mm a 1.700mm, diminuindo a precipitação de leste para oeste. A estação seca ocorre entre os meses de abril e setembro, sendo julho o mês que atinge a máxima intensidade. Já a estação chuvosa oscila entre janeiro e fevereiro (SETZER,1966, MONTEIRO,1973).

O clima *Cwa* grada para o *Cwb* na porção sudeste do município, próximo aos limites dos Estados de São Paulo e Minas Gerais. O tipo *Cwb* é caracterizado pelo clima mesotérmico de inverno seco, com verões brandos e estação chuvosa (SETZER,1966; MONTEIRO,1973).

Neste clima a temperatura média do mês mais quente não atinge 22°C e o índice pluviométrico oscila entre 1.300mm e 1.700 mm. O período mais seco também é julho, mês em que ocorrem normalmente as mais baixas temperaturas médias (em torno de 16°C) (SETZER,1966, MONTEIRO,1973).

4.2.3. Características da rede hidrográfica

O município de São João da Boa Vista está inserido na bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu e possui como principais drenagens o Rio Jaguari-Mirim, o córrego São João, o Ribeirão dos Porcos e o Rio da Prata.

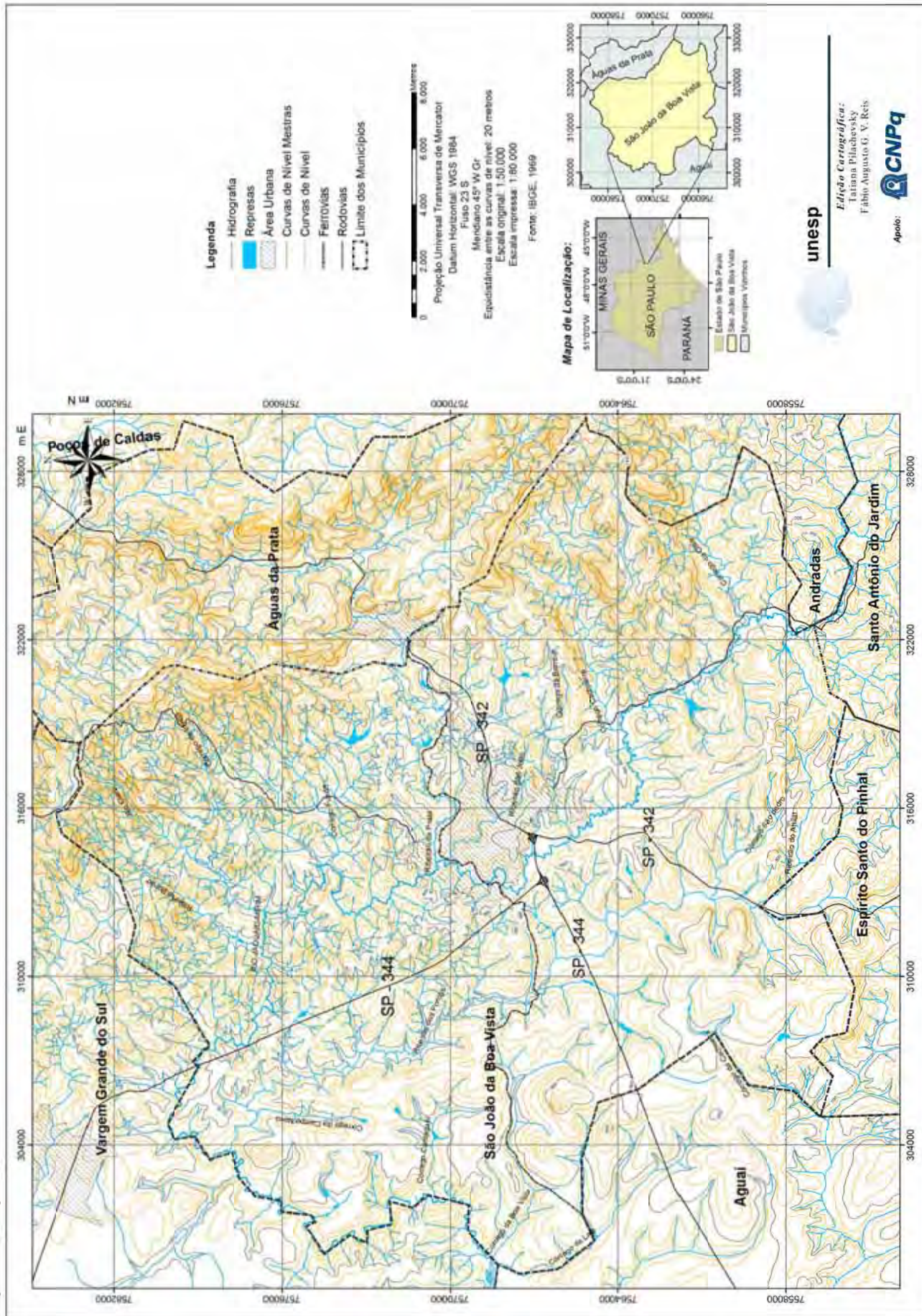
A bacia do Rio Mogi-Guaçu está subdividida em 5 sub-bacias, dentre elas, a bacia do Rio Jaguari-Mirim, que está localizada na porção sudeste do Estado de São Paulo e sul de Minas Gerais, drenando uma área de 2.154 km². Dentro do município de São João da Boa Vista, a bacia ocupa 497,82 km² do total de 516 km² da área municipal (CIPREJIM, 2010).

Dentre os canais fluviais existentes em São João da Boa Vista, o Rio Jaguari-Mirim merece destaque, pois, conta com cerca de 85 km de extensão dentro do município e seus canais possuem entre 15 e 45 metros de largura, cortando o município no sentido norte-sul (CIPREJIM, 2010).

O Rio Jaguari-Mirim nasce no município de Ibitiura (MG) e deságua no Rio Mogi-Guaçu, em Pirassununga (SP), sendo ele, um dos principais afluentes do Rio Mogi-Guaçu (CIPREJIM, 2010).

A figura 6 e o apêndice 1 representa a configuração das drenagens no município de São João da Boa Vista.

Figura 6 - Hidrografia no município de São João da Boa Vista



4.2.4. Cobertura Vegetal

De acordo com o Instituto Florestal do Estado de São Paulo (KRONKA, et al., 2005), o município de São João da Boa Vista possui 330 fragmentos de vegetação nativa espalhados em uma área de 4.434 ha.

Os tipos de vegetação mais comuns são: a vegetação secundária da floresta estacional ombrófila densa montana e a vegetação secundária da floresta estacional semidecidual. Ambas compõem a denominada “capoeira” que se caracteriza como uma “vegetação secundária que sucede a derrubada das florestas” (p.14). A capoeira apresenta árvores finas de porte arbustivo e arbóreo, e é constituída por indivíduos lenhosos e por espécies espontâneas que invadem as áreas desflorestadas.

A vegetação secundária da floresta ombrófila densa montana em termos altitudinais está localizada em áreas entre 500 e 1500 metros (KRONKA et al., 2005). Ela, geralmente, se desenvolve em ambientes tropicais com temperaturas elevadas e alta incidência de precipitação, bem distribuídas ao longo do ano. O dossel é uniforme, as folhas são pequenas e as cascas da vegetação são grossas e rugosas (IBGE, 1991).

Já a vegetação secundária da floresta estacional semidecidual está condicionada pela dupla estacionalidade climática; tropical (intensas chuvas seguidas por estiagens acentuadas) e subtropical (sem período seco e com inverno com médias inferiores a 15°C). Ela é constituída por fanerófitos (flores visivelmente observáveis) com gemas foliares protegidas da seca por escamas (IBGE, 1991).

A floresta ombrófila densa juntamente com a floresta estacional semidecidual constituem o domínio da mata atlântica, no entanto, como já mencionado, no caso de São João da Boa Vista em sua forma secundária, já que a vegetação original da região há muito foi suprimida ou descaracterizada pela ação do homem, desde os primeiros assentamentos até hoje. A instalação do ciclo cafeeiro no começo do século 20 deu início ao processo de supressão da vegetação original e este teve sua continuidade com a abertura de áreas de pastagens, cultivos de cana-de-açúcar, soja, algodão e laranja (IBGE, 1991).

A vegetação remanescente original ainda pode ser encontrada, ainda que em pequenas porções, nas matas de galeria ao longo de médias e grandes drenagens,

em núcleos de campos cerrados e campos sujos e em núcleos de reservas ecológicas (VELOSO; GÓES FILHO, 1982).

4.3. Aspectos do Meio Socioeconômico

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município de São João da Boa Vista possui população de 83.639 habitantes e densidade demográfica de 161,96 hab/km². Destes habitantes, 96,01% residem na área urbana e apenas 3,99% na área rural.

Segundo a classificação hierárquica da rede urbana, conforme Santos (1998) e Amorim Filho e Serra (2001) São João da Boa Vista é considerado um município de pequeno porte, já que possui menos de 100 mil habitantes.

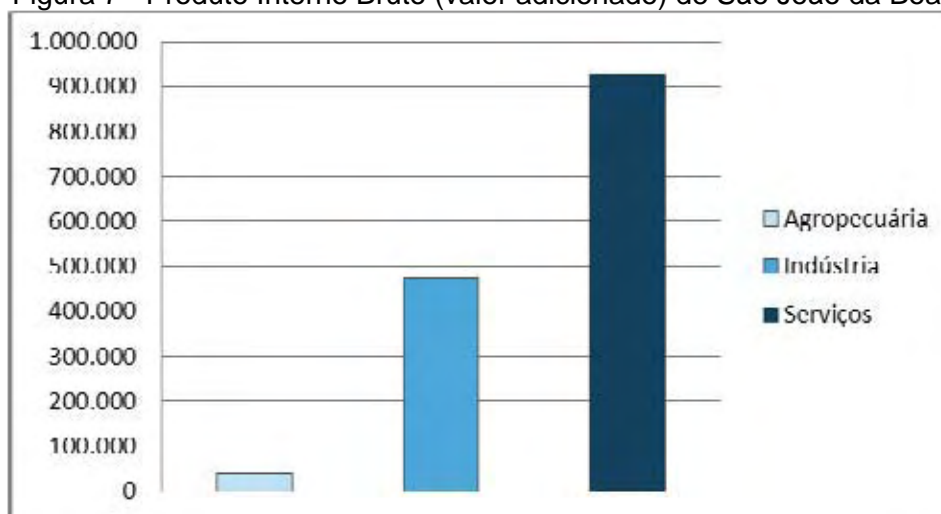
O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), elaborado pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2010), retrata algumas das principais características socioeconômicas do município em análise.

De acordo com esse índice, São João da Boa Vista ocupa a posição de 223º no ranking do indicador de riqueza municipal, 522º no ranking do indicador de longevidade e 153º no ranking de escolaridade, dentre os 645 municípios analisados do Estado de São Paulo.

Com os resultados apresentados, o IPRS classificou São João da Boa Vista no Grupo 4, que engloba os municípios com baixos níveis de riqueza e com deficiência em um dos indicadores sociais, nesse caso, o indicador de longevidade (SEADE, 2010).

Quanto à produção econômica, São João da Boa Vista foi caracterizado pelo IBGE como um município multi-setorial no ano de 2003, ou seja, vários setores da economia eram responsáveis por seu Produto Interno Bruto (IBGE, 2003). Já em 2010, o IBGE deu destaque ao setor de serviços e industrial na composição do PIB do município (IBGE, 2010). A figura 7 apresenta a contribuição desses setores e da agropecuária para o PIB do município, atualmente.

Figura 7 - Produto Interno Bruto (valor adicionado) de São João da Boa Vista



Fonte: IBGE, 2010.

No setor de serviços o município conta com cerca de 805 estabelecimentos de serviços que representam 29,35% em relação ao total de estabelecimentos (SEADE, 2010).

No setor industrial há a produção, principalmente, de óxido de alumínio, ferro silício, cimento hidráulico, tecidos, fios e cabos elétricos, ópticos e telefônicos, (IBGE, 2010).

Por fim, no setor agropecuário, destacam-se a produção de café e cana-de-açúcar (IBGE, 2010), além da pecuária, que em 2006 era composta por aproximadamente 347 estabelecimentos que ocupavam 6.119 ha de pastagem (IBGE, 2006). Em 2010 as principais culturas agrícolas do município de São João da Boa Vista estão destacadas na tabela 1 e 2 com suas respectivas características.

Tabela 1 - Culturas Permanentes no município de São João da Boa Vista em 2010

Lavoura Permanente	Quantidade Produzida (toneladas)	Área Plantada (hectares)	Rendimento Médio (kg/ha)	Valor Produzido (mil reais)
Café (grão)	3.960	3.000	1.320	11.207
Laranja	13.056	420	31.085	4.961
Banana	1.680	70	24.000	504
Total		3.490 há		16.672 mil reais

Fonte: Adaptado IBGE, 2010.

Tabela 2 - Culturas Temporárias no município de São João da Boa Vista em 2010

Lavoura Temporária	Quantidade Produzida (toneladas)	Área Plantada (hectares)	Rendimento Médio (kg/ha)	Valor Produzido (mil reais)
Batata Inglesa	1.830	70	26.142	856
Cana-de-açúcar	695.800	7.100	98.000	21.709
Feijão	360	200	1.800	648
Milho	27.780	4.420	6.285	7.820
Soja	480	200	2.400	300
Total		11.990 ha		31.333 mil reais

Fonte: Adaptado IBGE, 2010.

Cabe ressaltar também deve ser dado à mineração, pois no município são desenvolvidas atividades de extração mineral de areia e argila nas planícies e leitos do Rio Jaguari Mirim e seus principais afluentes, e de brita associadas às intrusões de diabásio. Também há potencial para existência de depósitos de rochas ornamentais e de revestimento, relacionadas aos migmatitos e granitóides e água mineral e potável de mesa junto às nascentes próximas as serras.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme descrito no capítulo 3, o zoneamento geoambiental é um instrumento de suporte ao planejamento da ocupação territorial e do uso da terra com o propósito de definir áreas homogêneas em função de suas características físicas, de acordo com a tolerância à intervenção antrópica e as potencialidades de conservação e manejo (OHARA, 1995). Considerando ainda a visão sistêmica, que propicia a análise de causa e efeito e permite o estabelecimento de relações de interdependência entre os sistemas físico e socioeconômico, esta pesquisa foi desenvolvida utilizando-se as seguintes etapas e procedimentos metodológicos apresentados na figura 8 e descritos detalhadamente no texto a seguir.

5.1. Revisão bibliográfica e levantamento da documentação cartográfica e de sensoriamento remoto

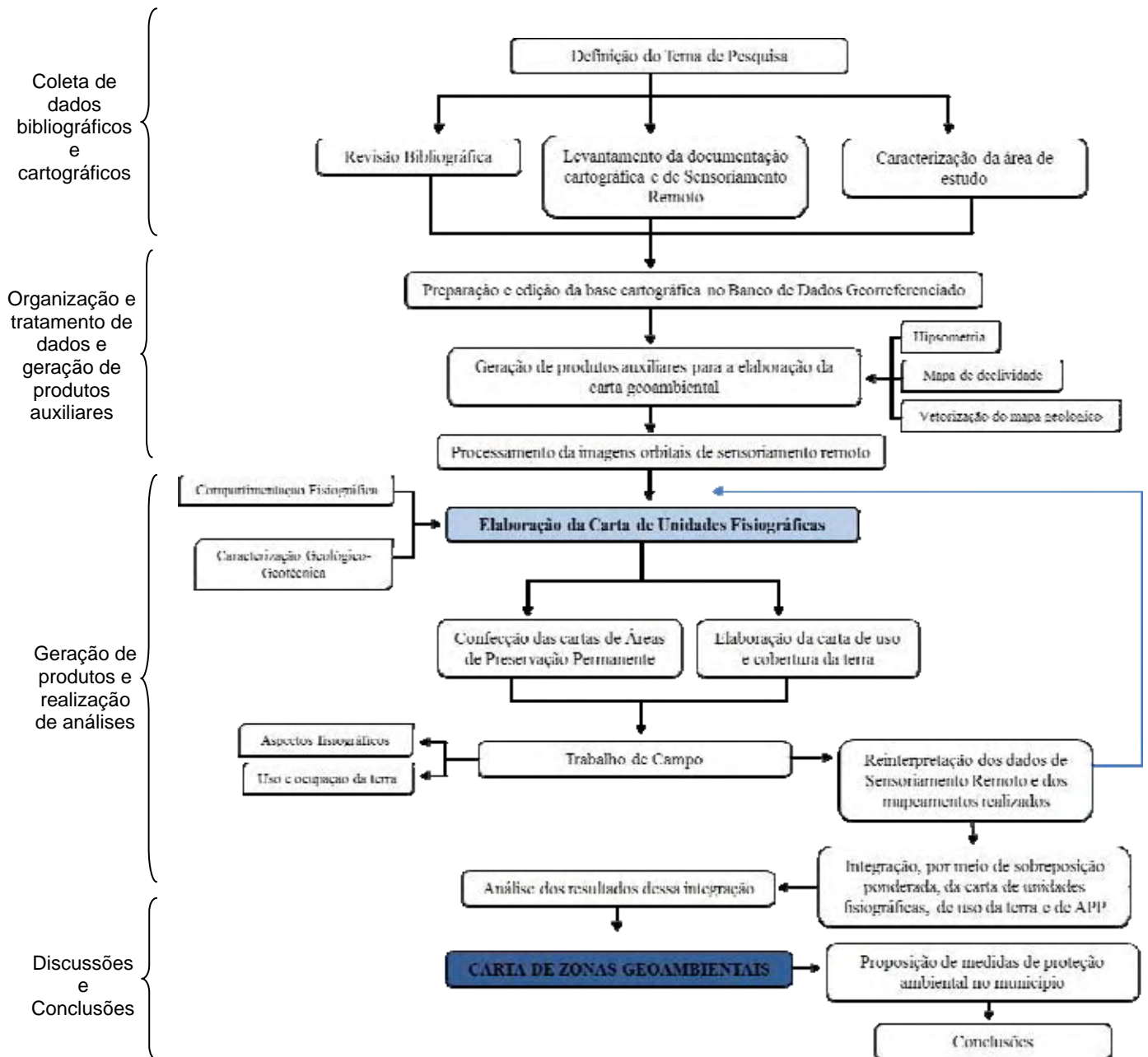
A primeira etapa do trabalho consistiu no levantamento das principais referências bibliográficas acerca da temática do zoneamento geoambiental e suas particularidades. Essa etapa consistiu na busca sistemática de artigos de periódicos na base de dados do Portal da Capes, na busca de teses e dissertações, especialmente, nas bibliotecas virtuais da UNESP, USP e UNICAMP, e na busca de obras de referência. Os principais autores buscados foram: Vedovello e Mattos (1993, 1998); Zaine (2011); Jiménez-Rueda et al. (1995) e Fontes e Pejón (2002, 2008).

As principais palavras-chaves utilizadas no levantamento foram: compartimentação fisiográfica (*physiographic subdivision*); zoneamento geoambiental (*geo-environmental zoning*); mapeamento geotécnico (*geotechnical mapping*) e áreas de preservação permanente.

Quanto aos materiais cartográficos, foram selecionadas para compor a base cartográfica da área de estudo as folhas topográficas 1:50.000 do IBGE (1972a, b, c, d) que compõe o município de São João da Boa Vista, sendo elas:

- Folha Aguaí: SF-23-Y-A-III-1;
- Folha Pinhal: SF-23-Y-A-III-2;
- Folha São João da Boa Vista: SF-23-V-C-VI-3;
- Folha Poços de Caldas: SF-23-V-C-VI-4.

Figura 8- Etapas da Pesquisa



Mapeamentos geológicos e geomorfológicos também foram utilizados para dar suporte às análises da compartimentação fisiográfica. Os materiais utilizados foram:

- Mapa Geológico na escala de 1:50.000, nas folhas de São João da Boa Vista e Aguai (IG, 1982; 1983) e na escala 1:250.000, nas folhas Campinas e Ribeirão Preto (DAEE/UNESP, 1982a; 1982b);
- Mapa geomorfológico na escala 1:1.000.000 (IPT, 1981a).

Além dos materiais cartográficos, imagens de sensoriamento remoto foram necessárias para a realização dos estudos. Para tanto, foi realizada uma busca dos materiais gratuitos disponíveis para a área do município.

Foram selecionadas imagens do sensor TM – *Landsat 5* do ano de 2010 (resolução 30 metros), disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), na passagem de 24/08/2010 na banda 5, e imagens sintéticas do satélite *Quickbird* do ano de 2006, de até 2,8 metros de resolução espacial, disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de São João da Boa Vista.

5.2. Preparação e edição da base cartográfica no Banco de Dados Georreferenciado

As cartas topográficas do IBGE (1:50.000), nas folhas São João da Boa Vista, Aguaí, Pinhal e Poços de Caldas, foram vetorizadas a fim da obtenção da base cartográfica a ser utilizada na elaboração do trabalho.

Essas cartas foram georreferenciadas e vetorizadas no software *ArcGIS*® 9.3. Para o georreferenciamento foram necessários quatro pontos de controle em cada carta, e em todas elas o erro apresentado foi menor que 1 metro.

Optou-se pela utilização da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e do *Datum WGS 84*, caracterizado pela adoção do sistema geocêntrico cujo elipsoide é o GRS-80 (*Geodetic Reference System 1980*), o mesmo utilizado pelo *Datum Sirgas 2000*.

Assim como as cartas topográficas, todos os materiais cartográficos foram georreferenciados e vetorizados.

Os documentos cartográficos de base e temáticos disponíveis, juntamente com os dados auxiliares integraram o Banco de Dados Georrelacional elaborado nesta pesquisa.

5.3. Geração de sub-produtos para a elaboração da compartimentação fisiográfica

A fim de auxiliar a elaboração da compartimentação fisiográfica foram gerados o mapa hipsométrico (através da ferramenta *tin* do *software Arcgis*) e o mapa de declividade (através da ferramenta *slope* do *Arcgis*).

Para a definição dos intervalos de declividade considerou-se os trabalhos de Ross (1995), Lepsh et al. (1983) e De Biase (1970). De acordo com o exposto e recomendado por esses autores, definiram-se os seguintes intervalos de análise da declividade:

- 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 Biase (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) 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 Biase (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 Biase (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 Biase, 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.

5.4. Processamento das imagens orbitais de sensoriamento remoto

Após o levantamento e a elaboração dos materiais complementares, foi realizado o processamento das imagens de sensoriamento remoto utilizadas como base para a compartimentação fisiográfica.

A compartimentação fisiográfica foi realizada em duas etapas, a primeira consistiu na análise das imagens do satélite *Landsat* TM 5 de resolução espacial de 30 metros, que segundo Boggione et al. (2009) corresponde a uma escala máxima de 1:60.000, e a segunda na verificação das unidades delimitadas com a imagem *Landsat* por meio da análise de imagem *Quickbird* de resolução espacial de até 2,8 metros (multiespectral), a fim da obtenção de um mapeamento na escala desejada de 1:50.000.

Foram realizados diversos testes e composições coloridas a fim de encontrar a melhor banda ou composição para as análises da fisiografia da área. Constatou-se que a banda 5 foi a que apresentou melhores resultados quanto à visualização das feições de relevo. Autores como Florenzano (1998); Lousada e Campos (2005); Ferreira e Penteado (2011), entre outros, também utilizaram essa banda para a realização de suas análises de compartimentação fisiográfica.

Dessa forma, a banda 5 foi primeiramente registrada com 8 pontos de controle e recortada no *software Spring 5.1.8*. Logo após, a fim de ressaltar visualmente os elementos do relevo, aplicou-se o processamento de Filtragem Linear de Realce de Imagem TM (Laplaciano), um tipo de filtro passa alta utilizado para a detecção de bordas que favorece as diferenciações e os aspectos texturais da imagem. Por fim, aplicou-se o realce de contraste linear com o objetivo de melhorar ainda mais a qualidade visual da imagem. Esses processamentos foram realizados no *software Spring 5.1.8*.

Em virtude da condição de sintética da imagem *Quickbird* (imagem em cor real sem a possibilidade de alteração das cores nas bandas do universo *RGB*), disponibilizada para a área de estudo, não foi possível realizar nela os processamentos realizados na imagem *Landsat*. Com isso, as imagens foram apenas georreferenciadas e mosaicadas.

5.5. Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados em duas etapas. A primeira etapa consistiu na realização de observações para a verificação geral empírica das características e formas da paisagem da área de estudo, antes do início do mapeamento para a produção do zoneamento geoambiental. E a segunda etapa consistiu na realização de trabalhos de campo para a conferência do mapeamento preliminar elaborado.

Nesta segunda etapa, os trabalhos de campo foram realizados com o objetivo de observar as feições de relevo (aspectos fisiográficos) para a verificação da homogeneidade das unidades de compartimentação e seus limites, as características geológico-geotécnicas e o uso da terra (o item 5.6.3. detalha os procedimentos metodológicos utilizados para a realização dos trabalhos de campo para a conferência do mapeamento do uso da terra).

Verificou-se também os locais com a ocorrência ou sujeitos aos processos do meio físico, especialmente, erosão, movimentos de massa e inundação.

Como materiais para auxiliar no campo foram utilizados GPS, máquina fotográfica e fichas de campo. Os resultados dos trabalhos de campo possibilitaram a reinterpretação da compartimentação fisiográfica e do mapeamento de uso e cobertura da terra.

5.6. Elaboração da Carta Geoambiental

Entende-se por “carta”, nesse trabalho, um documento cartográfico obtido a partir de extração, interpretação e associação de dados, sendo assim, formado por informações (ZUQUETTE; GANDOLFI, 2004).

A metodologia utilizada para a elaboração da carta geoambiental no município de São João da Boa Vista foi baseada, principalmente, nos trabalhos de autores

como Zaine (2011), Vedovello e Mattos (1993, 1998), Vedovello (2008), Soares e Fiori (1976) e Veneziani e Anjos (1982).

Considerando a proposição desses autores, a carta geoambiental foi elaborada na escala 1:50.000, partindo-se principalmente da associação de métodos e técnicas da análise fisiográfica, de acordo com os conceitos ecodinâmicos de Tricard (1977) e Goosen (1968).

Para a composição da carta geoambiental foram elaboradas a carta de compartimentação fisiográfica, a carta de uso e cobertura da terra e a carta de áreas de preservação permanente (APP). Sob a óptica da análise integrada do terreno foi realizada a compartimentação fisiográfica da área de estudo, e sob a óptica da análise paramétrica (multi-temática) associou-se os resultados da compartimentação fisiográfica com a carta de uso e cobertura da terra e a carta de APPs.

Esses procedimentos foram executados considerando as afirmativas de Vedovello e Mattos (1998) e Ross (1995). Para esses autores, na abordagem integrada o referencial de análise são os padrões da fisionomia do terreno, que permite gerar um “[...] produto único, onde os elementos ambientais são analisados integralmente e individualizados em unidades únicas” (VEDOVELLO; MATTOS, 1998, p. 3). Já na abordagem multi-temática são considerados produtos cartográficos de temas diversos, sem necessariamente constituírem padrões da fisionomia do terreno, como por exemplo, as áreas de preservação permanente e o uso da terra.

Desta forma, essa metodologia foi proposta visando o emprego dos aspectos positivos de cada abordagem (integrada e multi-temática). Com a utilização da abordagem integrada realizou-se a compartimentação fisiográfica do terreno, que envolveu a análise dos aspectos geológicos, geomorfológicos e de declividade, sem a necessidade da sobreposição de diferentes mapas temáticos e consequente diminuição de gastos e tempo (VEDOVELLO; MATTOS, 1998, ZAINÉ, 2011, TINÓS, 2011). E utilizando-se da abordagem multi-temática agrupou-se os mapeamentos da compartimentação fisiográfica, uso da terra e áreas de preservação permanente, já que o uso da abordagem integrada para o agrupamento desses mapeamentos seria inviável, por se tratar de temas muito distintos (VEDOVELLO; MATTOS, 1998).

5.6.1. Compartimentação fisiográfica do terreno

A etapa de compartimentação fisiográfica compreendeu dois procedimentos básicos conforme Vedovello (2008), sendo eles: o da compartimentação fisiográfica propriamente dita e o da caracterização geológico-geotécnica, detalhados a seguir.




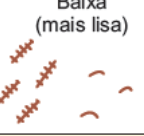
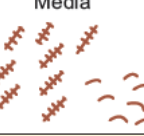

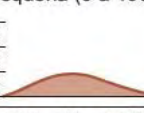
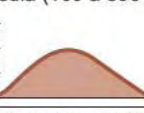
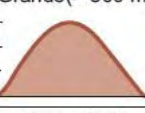


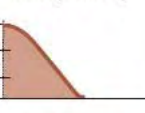

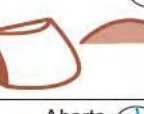





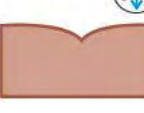






5.6.1.1. Compartimentação Fisiográfica

A compartimentação fisiográfica foi realizada com base na **interpretação pelo método lógico** (GUY, 1966; SOARES; FIORI, 1976), que consiste no estudo da textura, forma e estrutura através das etapas de fotoleitura - reconhecimento e identificação dos elementos da imagem; fotoanálise - associação e ordenação das partes da imagem analisada; e fotointerpretação - avaliação do significado em função dos objetivos e suas relações por métodos indutivos e dedutivos. Como nesse trabalho utilizou-se imagens orbitais de sensoriamento remoto ao invés de fotografias aéreas, as adaptações propostas por Veneziane e Anjos (1982) na metodologia, também foram aqui adotadas.

A etapa de fotoleitura consistiu na identificação das técnicas e dos processos realizados para a obtenção da imagem de satélite, bem como suas características (resolução espectral e espacial, bandas espectrais, entre outras). Nessa etapa também foi realizado o reconhecimento geral das feições da paisagem presentes na imagem.

A etapa de fotoanálise consistiu, conforme Soares e Fiori (1976), na análise da forma, da textura e da estrutura dos elementos do relevo e da drenagem. Essa análise foi baseada nos itens 1 e 2 do quadro 4 proposto por Zaine (2011) e no quadro 5 proposto por Oliveira (IPT, 1981a).

Quadro 4: Análise e interpretação dados geológicos em imagens de 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 Fiori (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	Profundidade do topo rochoso	Profundo	Intermediário	Raso a sub aflorante
	Espessura de materiais inconsolidados	Espesso	Intermediário	Delgada a inexistente
	Grau de escavabilidade	Pouco resistente	Resistência média	Muito resistente
Registros de processos geológicos	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).

Cont. quadro 4: Análise e interpretação dados geológicos em imagens de 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	Não orientada 	Pouco orientada 	Orientada 	Muito orientada
	b) Assimetria de relevo e drenagem (geometria das camadas)	Muito assimétrico 	Assimétrico 	Pouco assimétrico 	Simétrico
	c) Regra dos Vs	Horizontal a sub 	Mergulho p/ montante 	Mergulho p/ jusante 	Vertical a sub
	d) Sinuosidade* (drenagem)	Curvos/dendríticos 	Mistos 	Retilíneos não paralelos/espaçados 	Retilíneos paralelos/adensados
Propriedades a serem interpretadas	Planos de estratificação e foliação metamórfica		Ausentes a pouco marcantes	Espaçados	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	Partição em blocos: possibilidade de queda de blocos		Baixa	Média	Alta
Informações interpretadas por esta análise					
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	Solo exposto	Presente		Ausente	
	Afloramentos e blocos rochosos	Presente		Ausente	
	Presença de N.A. raso/aflorante	Profundo (> 5m)	Variável	Raso (aflorante < 2m)	

Fonte: Zaine, 2011.

Quadro 5 - Critérios analíticos utilizados na compartimentação fisiográfica.

Critério	Categoria	Intervalo	Conceito
Amplitude Local	pequena média grande	0-100m 100-300m > 300m	Altura máxima da unidade em metros, acima do assoalho dos grandes vales adjacentes.
Declividade	baixa média alta	0-15% 15-30% >30%	Inclinação média do perfil da encosta.
Densidade de Drenagem	baixa média alta	0-05 5-30 30	Número de cursos d'água perenes numa área de 10 km ²
Topos	extensos restritos	—	Convencional
Formas de Topos	aplainados arredondados angulosos	—	Convencional
Perfil das Vertentes	convexo retilíneo côncavo	—	Convencional

Fonte: IPT, 1981a.

Por fim, a fotointerpretação consistiu na identificação do significado das formas e características das unidades delimitadas no contexto de sua função para o ambiente.

A figura 9 resume as etapas realizadas para a elaboração da compartimentação fisiográfica.

Figura 9 - Método de compartimentação fisiográfica em São João da Boa Vista



5.6.1.2. Caracterização Geológico-Geotécnica

A caracterização geológico-geotécnica foi baseada nos resultados da interpretação das imagens e também na realização de trabalhos de campo. É necessário salientar que, aqui, a caracterização geológico-geotécnica foi considerada como um subproduto obtido a partir das análises fisiográficas, portanto, são consideradas de caráter preliminar, podendo ser detalhadas em estudos mais específicos.

As análises foram pautadas no item “Aplicações” da “Análise das formas e características do relevo” do quadro 4 (mostrado acima), proposto por Zaine (2011), e também na verificação da unidade geológica e ocorrência de processos da dinâmica superficial (erosão, assoreamento, movimentos de massa e inundação) na área de estudo a fim de que análises acerca das restrições e potencialidades do uso e ocupação da terra pudessem ser tecidas.

5.6.2. Elaboração da Carta de Uso e Cobertura da terra

Atualmente, não existe classificação de uso da terra que seja padronizada e única. Cada classificação possui determinado objetivo e apresenta suas próprias características. Além disso, as imagens de sensoriamento remoto são as principais ferramentas para a elaboração da classificação, e, portanto, a quantidade de informação sobre o uso da terra depende da altitude do imageamento e da resolução da imagem utilizada para a realização da interpretação.

Nessa pesquisa, entende-se que o termo cobertura da terra é utilizado para designar os tipos de cobertura vegetal ou artificial sobre a superfície da terra que a imagem de sensoriamento remoto é capaz de descrever sem interpretações, ou seja, é o que a imagem é capaz de mostrar. Já o uso da terra é caracterizado pelas atividades que as pessoas destinam à cobertura da terra (DI GREGORIO, 2004), ou seja, cabe ao intérprete associar refletâncias, texturas e padrões das formas para inferir informações sobre as atividades de uso que ocorrem a partir da cobertura da terra (ARAUJO FILHO; MENESES; SANO, 2007).

A classificação foi realizada com base em uma imagem síntese *Quickbird*, do ano de 2006, com resolução espacial de até 2,8 metros. Essa imagem possibilitou a interpretação dos alvos em nível de detalhe.

A classificação foi realizada de forma não automática, por meio da análise visual da imagem no *software ArcGis 9.3.1*. As classes adotadas foram definidas conforme a Subclasse do nível hierárquico II do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006), de modo que foram definidas 14 classes, sendo algumas de uso da terra e outras apenas de cobertura, sendo elas: vegetação arbórea, vegetação arbustiva, gramínea, campo sujo (planície aluvionar), cultura permanente, cultura temporária, pastagem, solo exposto, corpo d'água, barragem, área urbana, edificações, mineração e distrito industrial.

5.6.3. Verificação da exatidão cartográfica do mapeamento do uso e cobertura da terra

Para a aprovação da qualidade do mapeamento de uso e cobertura da terra foram adotados os procedimentos de verificação da estimativa de exatidão da classificação de mapas temáticos proposto por Valeriano (1985).

Esse autor, com base nas experiências de Ginevan (1979) e Genderen et. al. (1978), utilizou uma abordagem fundamentada estatisticamente para a análise do mapeamento da cobertura vegetal da terra aplicável em qualquer situação contextual. O objetivo de seu trabalho foi “[...] avaliar a exatidão dos resultados obtidos com o mapeamento realizado através da classificação dos alvos e possibilitar a comparação dos resultados por técnicas diversas”, além de fornecer dados de qualidade ao usuário do mapa, uma vez que o mesmo considera que “[...] a aceitação por parte dos usuários dos produtos derivados de interpretação de dados de sensoriamento remoto é função da relação custo/benefício, quando comparada a mesma relação obtida por outras técnicas, e da exatidão dos resultados” (VALERIANO, 1985, p. 33).

Segundo esses autores, o primeiro passo para a verificação da exatidão cartográfica é a definição do tamanho da amostra, ou seja, a quantidade de pontos amostrais a serem verificados em campo.

Neste sentido, de acordo com Ginevan (1979) uma amostragem de qualidade para a verificação de um produto cartográfico deve:

- ter baixa probabilidade de aceitar um mapa com baixa qualidade;
- ter alta probabilidade de aceitar um mapa de alta qualidade;
- requerer um número mínimo n de amostras para a verificação (p.43).

Na tabela 3, extraída do trabalho de Valeriano (1985) é possível encontrar a quantidade de pontos amostrais para cada situação desejada.

Tabela 3: Valores ótimos de n para X_c e para $\alpha = 0,05$ e $P_u = 0,85$, e correspondentes valores de β para $P_p = 0,90$; $0,95$ e $0,99$.

n	xc	Valores de β para		
		Pp= 0,90	Pp= 0,95	Pp= 0,99
19	0	0,8649	0,6226	0,1738
30	1	0,8163	0,4465	0,0361
40	2	0,7772	0,3233	0,0075
50	3	0,7497	0,2396	0,0016
59	4	0,7152	0,1719	0,0003
68	5	0,6859	0,1242	0,0001
76	6	0,6467	0,0856	0,0000
85	7	0,6247	0,0624	0,0000
93	8	0,5919	0,0432	0,0000
102	9	0,5746	0,0318	0,0000
110	10	0,5464	0,0221	0,0000
118	11	0,4959	0,0107	0,0000
126	12	0,4959	0,0107	0,0000
134	13	0,4731	0,0074	0,0000
142	14	0,4518	0,0052	0,0000
150	15	0,4318	0,0036	0,0000
158	16	0,4130	0,0025	0,0000
166	17	0,3954	0,0018	0,0000
174	18	0,3787	0,0012	0,0000
182	19	0,3630	0,0009	0,0000
190	20	0,3481	0,0006	0,0000
197	21	0,3252	0,0004	0,0000
205	22	0,3122	0,0003	0,0000
213	23	0,2998	0,0002	0,0000
220	24	0,2802	0,0001	0,0000
228	25	0,2693	0,0001	0,0000
236	26	0,2589	0,0001	0,0000
243	27	0,2421	0,0000	0,0000
251	28	0,2329	0,0000	0,0000
259	29	0,2242	0,0000	0,0000
266	30	0,2097	0,0000	0,0000
274	31	0,2020	0,0000	0,0000
281	32	0,1890	0,0000	0,0000
289	33	0,1821	0,0000	0,0000
296	34	0,1704	0,0000	0,0000
304	35	0,1643	0,0000	0,0000
311	36	0,1537	0,0000	0,0000
319	37	0,1483	0,0000	0,0000
326	38	0,1388	0,0000	0,0000
334	39	0,1339	0,0000	0,0000
341	40	0,1253	0,0000	0,0000
349	41	0,1210	0,0000	0,0000
356	42	0,1133	0,0000	0,0000
364	43	0,1094	0,0000	0,0000
371	44	0,1024	0,0000	0,0000
379	45	0,0989	0,0000	0,0000
386	46	0,0926	0,0000	0,0000
393	47	0,0867	0,0000	0,0000

Fonte: Valeriano (1985)

Nesta tabela “n” significa o valor amostral; “Pp” é o valor de exatidão do mapeamento, “Pu” é o valor de exatidão mínima do mapeamento, “Xc” é a quantidade de pontos classificados erroneamente, “α” ou “Ru” é o valor do risco do consumidor receber um mapa abaixo das especificações e “β” ou “Rp” é o risco do produtor do mapeamento ter que refazê-lo.

Deste modo, supondo que seja desejado verificar a exatidão de um mapeamento considerando $P_u = 0,85$, $P_p = 0,90$, $R_u = 0,05$ e $R_p = 0,15$, deve-se encontrar na tabela o valor mais próximo de $R_p = 0,15$ para $P_p = 0,90$. No caso, encontrou-se o valor 0,1483, obtendo-se $n=319$ e $X_c=37$ (VALERIANO, 1985).

É necessário considerar que, de acordo com os resultados apresentados no trabalho de Valeriano (1985), $n = 30$ é o valor amostral mínimo para a conferência da exatidão do mapeamento. Além disso, para tornar a realização do procedimento viável, devem-se considerar os custos para a realização das amostragens.

Para a elaboração da verificação do mapeamento do uso e cobertura da terra, neste trabalho, foi adotado $n= 110$, onde $P_u=0,85$, $P_p=0,90$, $R_u= 0,05$ e $R_p= 0,5464$. Optou-se em adotar um risco do produtor relativamente alto, em virtude dos custos com a realização de trabalhos de campo e à convergência estatística a partir de $n=20$, onde se notou que a cada 10 pontos amostrados havia uma tendência para o erro de cerca de 0,15.

A partir da definição desses parâmetros, a exatidão do mapeamento pôde ser verificada através da seguinte expressão: $P = 1 - \frac{x}{n}$, onde P é a exatidão do mapa, x é a quantidade de pontos classificados erroneamente e n é o tamanho da amostra.

É necessário considerar que a escolha dos pontos amostrais ocorreu de forma aleatória, e o método empregado foi utilizado para o mapeamento como um todo.

5.6.4. Confecção das cartas de Áreas de Preservação Permanente

Com base nas regulamentações do Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) foram elaborados dois mapeamentos de áreas de preservação permanente, sendo que o primeiro foi confeccionado a partir das disposições do capítulo 2 da lei nº 12.651 de 2012 que estabelece critérios gerais para a delimitação

das áreas, e o segundo considerando também as diretrizes sancionadas para áreas com ocupação consolidada.

Dos dois mapeamentos elaborados, selecionou-se apenas um para compor os produtos utilizados na confecção do zoneamento geoambiental. A escolha foi baseada na premissa de que o zoneamento ambiental deve contemplar o estudo de todas as áreas suscetíveis aos processos naturais e antrópicos.

Os mapeamentos foram realizados conforme as etapas descritas a seguir, considerando somente as diretrizes legais compatíveis com as características do município estudado.

5.6.4.1. Mapeamento das áreas de preservação permanente desconsiderando as diretrizes para as áreas consolidadas

a) Delimitação das APPs ao longo dos cursos d'água e nascentes

Na área de estudo, o canal principal do rio Jaguari-Mirim possui largura entre 10 e 50 metros, e o restante das drenagens largura menor que 10 metros. Considerando essas larguras, foram confeccionados *buffers* de 50 e 30 metros, respectivamente, através da ferramenta “*Buffer*” disponível no *software ArcGis*.

Para as nascentes, considerou-se um raio de 50 metros ao seu redor como área de preservação permanente. Para tanto, foram desenhados pontos em cada nascente e com base nesses pontos foram feitos os mesmos procedimentos realizados para os cursos d'água.

b) Delimitação das APPs de encostas com declividade superior a 100%

Para a delimitação das áreas com declividade acima de 100% utilizou-se a ferramenta *Raster Calculator* do *Spatial Analyst* disponível no *ArcGis*. Utilizando o mapa de declividade em formato *raster* aplicou-se a expressão [declividade] > 100 nessa ferramenta e se obteve as APPs de encostas com declives superiores a 100%.

O mesmo pode ser realizado para a delimitação das áreas com altitudes superiores a 1.800 metros a partir do modelo digital do terreno, mas o procedimento não foi realizado visto que o município não apresenta nenhuma feição com essa altitude.

c) Delimitação das APPs de topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°

Para a delimitação dessa APP, primeiramente, calculou-se a inclinação média de cada morro, monte, montanha e serra, e os que apresentaram inclinação média maior que 25° foram selecionados. Dos selecionados subtraiu-se o valor da curva de nível do topo pelo valor da curva de base, obtendo-se as áreas com altura maior ou igual a 100 metros.

As áreas que apresentaram, simultaneamente, altura mínima de 100 metros e inclinação média de 25° foram delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 de sua elevação em relação à base. Essas áreas foram consideradas de preservação permanente.

5.6.3.2. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente em áreas consolidadas

Para a delimitação das áreas consolidadas foi necessária a utilização do mapeamento do cadastro de imóveis rurais realizado pelo INCRA (2009) no município. O mapeamento dessas APPs só foi possível, pois São João da Boa Vista é um dos poucos municípios do Brasil que possui o cadastramento completo das propriedades rurais em sua área.

Com o auxílio do mapeamento dos imóveis rurais, e de acordo com o Código Florestal (2012), foram delimitadas:

- APPs de 5 metros ao longo de cursos d'água naturais para os imóveis rurais com área de até um módulo fiscal;
- APPs de 8 metros ao longo de cursos d'água naturais para os imóveis rurais com área superior a um módulo fiscal e de até dois módulos fiscais;
- APPs de 15 metros ao longo de cursos d'água naturais para os imóveis rurais com área superior a dois módulos fiscais e de até 4 módulos fiscais;
- APPs de 20 metros ao longo de cursos d'água naturais para os imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais; e
- APPs de 15 metros no entorno de nascentes e olhos d'água perenes em áreas rurais consolidadas.

Para a delimitação dessas áreas, primeiramente subdividiu-se as propriedades do cadastro fiscal do INCRA de acordo com os módulos fiscais estabelecidos na legislação. Cada módulo fiscal equivale a 22 hectares no município

de São João da Boa Vista, dessa forma, as propriedades foram divididas de 0 até 22 ha (para área com até um módulo fiscal), de 22,01 até 44 ha (para área superior a um módulo fiscal e até dois módulos fiscais), de 44,01 até 88 ha (para área superior a dois módulos fiscais e até 4 módulos fiscais), de 88,01 até 220 ha (para área superior a 4 módulos fiscais e até 10 módulos fiscais) e acima de 220,01 ha (para área com mais de 10 módulos fiscais). A separação foi realizada através da ferramenta *Select by attributes* no *ArcGis*.

Após a separação das propriedades por módulos fiscais, a rede de drenagem foi inserida no mapeamento e definiu-se os *buffers* de APP para cada tipo de propriedade (conforme a quantidade de módulos fiscais). Para tanto, realizando o procedimento de forma individual para cada tipo de propriedade, utilizou-se a ferramenta *Select by Location* (*ArcGis*) para selecionar as drenagens, por exemplo, inseridas nas propriedades com até um módulo fiscal, e a partir da ferramenta *Buffer* disponível no *Analysis Tools* (*ArcGis*) definiu-se a faixa lateral de APP da drenagem.

Para a delimitação das nascentes utilizou-se os mesmos procedimentos acima descritos. No entanto, ao invés de selecionar as drenagens foram selecionados, primeiramente os pontos (equivalentes às nascentes) inseridos em áreas consolidadas, nos quais se definiu *buffers* de 15 metros, e após, foram selecionados os pontos sem áreas rurais consolidadas, nos quais foram delimitados *buffers* de 50 metros.

As APPs em áreas não consideradas consolidadas foram delimitadas conforme as especificações do capítulo 2 da lei nº 12.651 de 2012, ou seja, para cursos d'água com até 10 metros de largura criou-se um *buffer* de 30 metros e para os cursos d'água com largura entre 10 e 50 metros um *buffer* de 50 metros.

No caso das APPs de topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25° a delimitação ocorreu da mesma forma do que em áreas não consolidadas.

5.7. Integração dos dados e análise dos resultados

A geração da carta geoambiental ocorreu por meio da integração dos produtos da compartimentação fisiográfica, da carta de uso e cobertura da terra e das Áreas de Preservação Permanente. Foi utilizada a abordagem multi-temática (ROSS, 1995, BENNET; DOYLE, 1997) por meio do método de sobreposição

ponderada, também conhecido como análise multicriterial para a geração dessa carta.

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).

Essa metodologia foi empregada e adaptada para a pesquisa de forma que considerou-se para compor a carta geoambiental, os produtos da classificação do uso e cobertura da terra, a delimitação das APPs e os resultados da compartimentação fisiográfica. Este último representando em um só produto o mapa geológico, geomorfológico, pedológico e de declividade ao invés de considerar cada mapa de forma isolada, já que a compartimentação fisiográfica fornece a síntese dessas informações.

Assim, a carta de zoneamento geoambiental foi considerada conforme 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). Considera-se aqui, que as suscetibilidades dos ambientes estão em função de suas características genéticas, ou seja, deve-se conhecer o ambiente integralmente, em termos de características do relevo, dos solos e das rochas para a realização do zoneamento geoambiental (ROSS, 1995).

Dessa forma, adotou-se 5 classes (pesos) de zoneamento, 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).

Para a escolha dos pesos de cada unidade que compõe cada uma das cartas que integraram a análise multicriterial, definiu-se os seguintes critérios:

- para a compartimentação fisiográfica as classes foram atribuídas conforme as análises fisiográficas e geológico-geotécnicas, de modo que para a unidade 1, unidade 7 e unidade 8 adotou-se o peso 5 (correspondente a mais alta suscetibilidade), a unidade 6 recebeu o peso 4 (alta suscetibilidade), a unidade 4 e 5 receberam o peso 3 (média suscetibilidade), a unidade 3 recebeu o peso 2 (baixa suscetibilidade) e a unidade 2 recebeu peso 1 (suscetibilidade muito baixa). Os

critérios utilizados para o estabelecimento dos pesos das unidades estão descritos no quadro 6:

Quadro 6 - Critérios utilizados para a definição dos pesos das unidades que compuseram a análise multicriterial

Pesos	Unidades	Principais características para a definição dos pesos
1 Suscetibilidade muito baixa	Unidade 2	- Baixas declividades (inferiores a 10%); - Relevo suave; - Baixa potencialidade de ocorrência de processos do meio físico;
2 Baixa suscetibilidade	Unidade 3	- Baixas declividades; - Relevo suave; - Formação arenítica podendo facilitar a ocorrência de erosão linear.
3 Média suscetibilidade	Unidade 4 Unidade 5	- Declividades médias; - Média amplitude altimétrica; - Potencialidade de ocorrência de erosão linear e escorregamentos.
4 Alta suscetibilidade	Unidade 6	- Relevo dissecado; - Médias declividades; - Presença de afloramentos rochosos superficiais; - presença de processos de erosão, escorregamentos localizados e rolamento de blocos.
5 Suscetibilidade muito alta	Unidade 1	- Baixas declividades; - Áreas sujeitas à inundação e ao assoreamento; - Possuem solos inconsolidados de baixa capacidade de suporte; - Nível de água aflorante a raso; - Presença de áreas de preservação permanente.
	Unidade 7 Unidade 8	- Altas declividades (superiores a 30%); - Alta potencialidade de ocorrência de processos da dinâmica superficial (escorregamentos, rolamento de blocos e erosão); - Presença de áreas de preservação permanente.

- para a carta de uso e cobertura da terra as classes foram atribuídas como mostra o quadro 7, conforme Ross (1995):

Quadro 7 - Classes de fragilidade de uso e cobertura da terra

Peso das classes	Uso e Cobertura da Terra
1. Muito Fraca	Vegetação arbórea
2. Fraca	Vegetação arbustiva
3. Média	Cultura permanente, área urbana, edificações, gramínea, campo sujo (planície aluvionar), corpo d'água e barragem
4. Forte	Cultura temporária, pastagem e distrito industrial
5. Muito Forte	Solo exposto e mineração

Fonte: Adaptado de Ross, 1995.

- e, por fim, consideraram-se de restrição as classes que compõe as Áreas de Preservação Permanente, conforme dispõe o Código Florestal (2012).

5.8. Proposição de medidas de proteção ambiental e conclusões

Com base nos resultados obtidos pelo zoneamento geoambiental, foram elaboradas propostas de medidas de proteção ambiental para a área de estudo destinadas a assegurar a qualidade ambiental no município. E, por fim, teceram-se as conclusões acerca dos resultados obtidos com a pesquisa.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Produtos auxiliares para a elaboração da carta geoambiental

Nesta seção são apresentados os produtos que auxiliaram na confecção da compartimentação fisiográfica e no mapeamento das áreas de preservação permanente, dando destaque para o mapa de declividade (figura 10) e a hipsometria (figura 11).

O mapa de declividade e a hipsometria são recursos importantes para a realização da compartimentação fisiográfica, principalmente quando esta é realizada a partir da análise de imagens orbitais, em que a utilização da estereoscopia fica limitada. A hipsometria permite a visualização das altitudes e formas do relevo e a declividade possibilita a verificação da inclinação das encostas na área analisada.

Através do mapa de declividade verificou-se que 37% da área do município apresenta até 5% de declividade, ou seja, a sua maior parte, especialmente a porção oeste, possui declives suaves com ausência de problemas de erosão linear e laminar. Declives entre 5 e 12% estão presentes em 24% da área do município, nos locais em que o relevo é ondulado e há a ocorrência incipiente de processos erosivos. Declividades entre 12 e 30% se encontram em 30,1% da área analisada. Porém, deste percentual, 19,7% das áreas apresentam declives entre 12 e 20%, onde as práticas agrícolas são dificultadas. As declividades entre 30 e 45% se apresentam em 6,2% da área. E por fim, declives superiores à 45% estão presentes em 2,7% do município. Esses dois últimos intervalos de declividade estão localizados na porção leste e apresentam muita suscetibilidade aos processos erosivos.

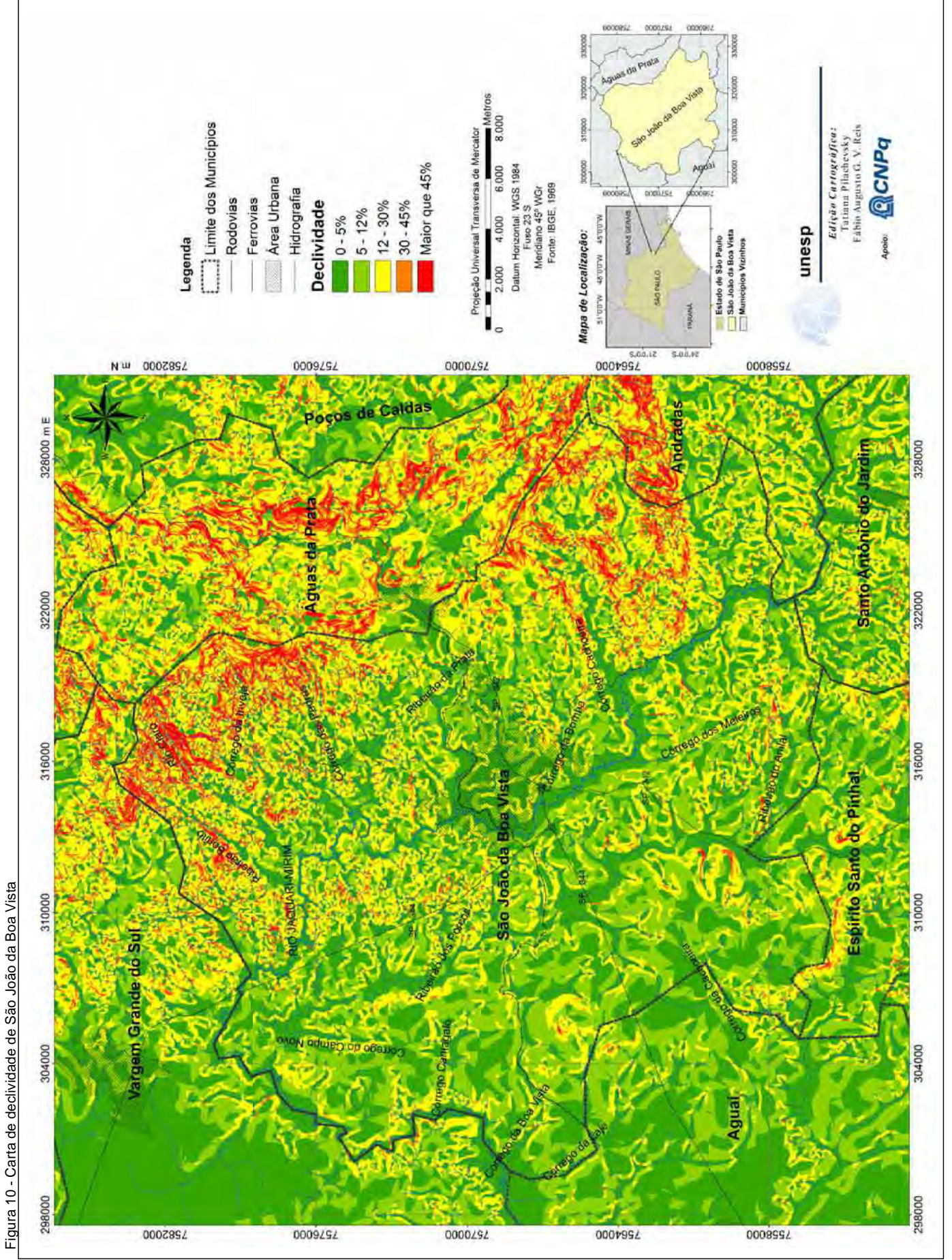
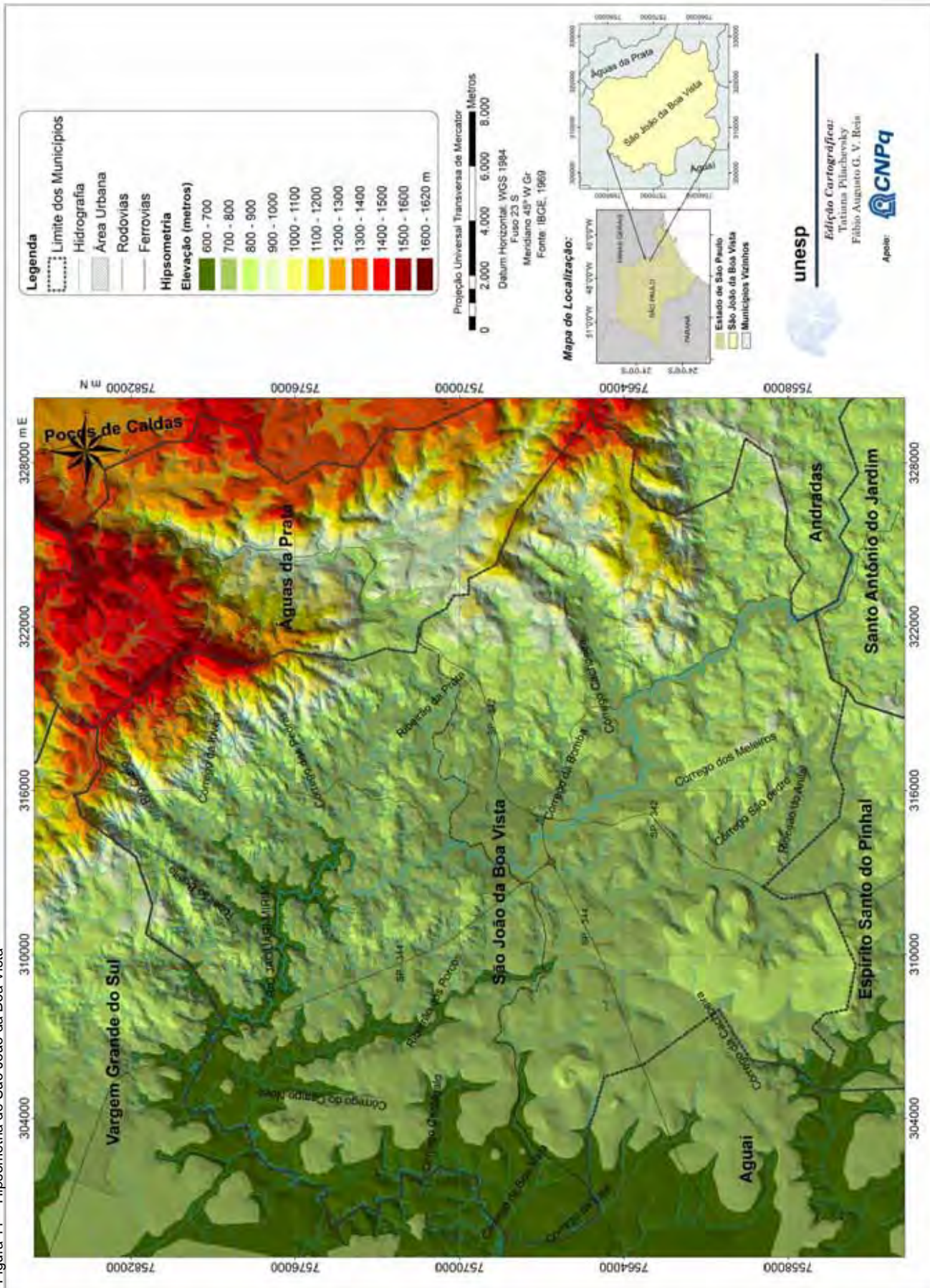


Figura 10 - Carta de declividade de São João da Boa Vista



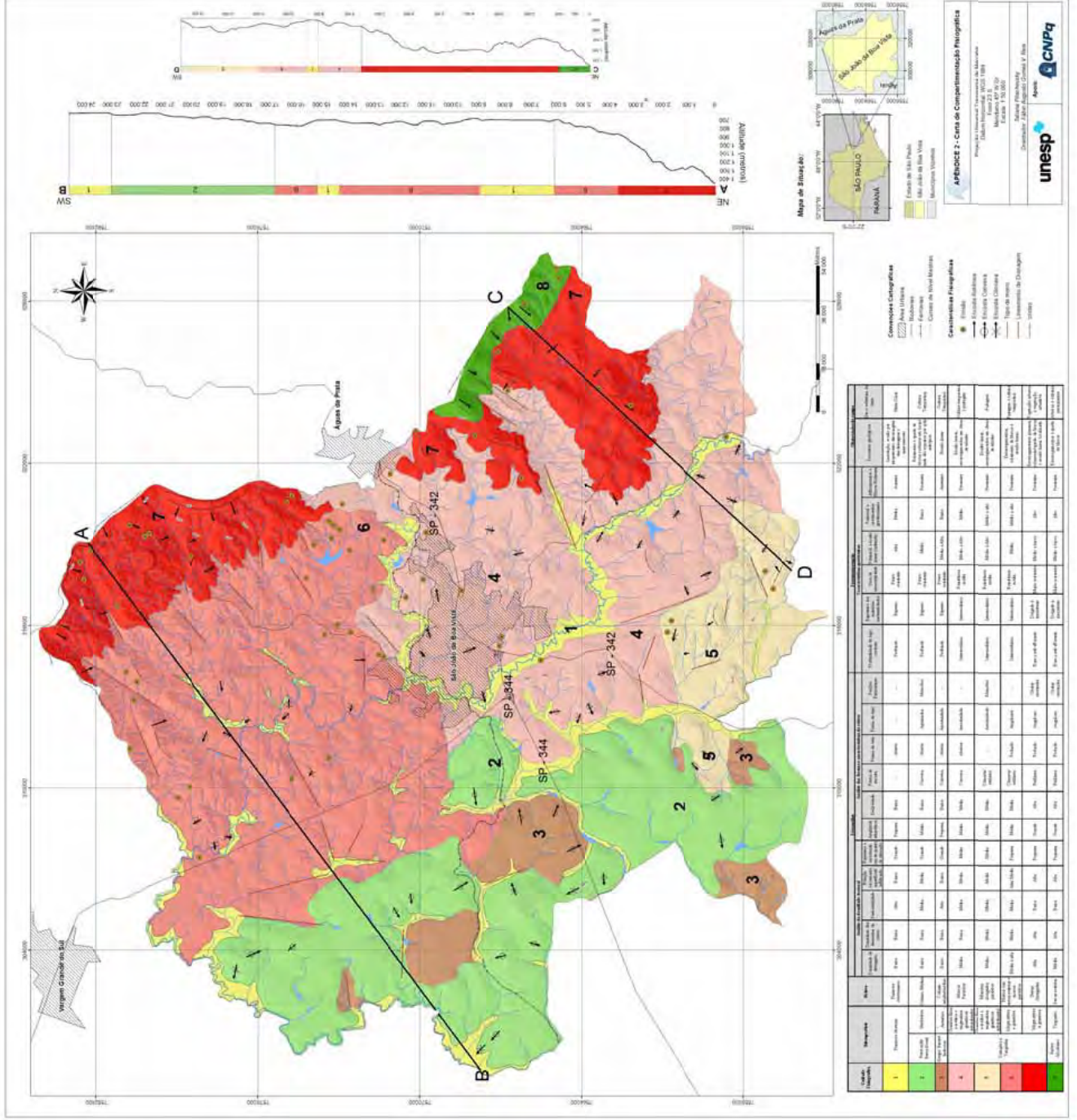
6.2. Carta de Unidades Fisiográficas

6.2.1. Caracterização fisiográfica

A utilização do método lógico de interpretação gerou como resultado 8 unidades fisiográficas distintas no município de São João da Boa Vista.

A zona da Serraria de Lindóia (Província do Planalto Atlântico) foi compartimentada em 4 unidades mais a planície aluvionar, a zona do Mogi-Guaçu (Depressão Periférica) em 2 unidades, além da planície aluvionar e a zona do Planalto de Poços de Caldas em 1 unidade. A representação cartográfica das unidades delimitadas a partir de critérios interpretativos e trabalhos de campo estão apresentadas na figura 12 e no apêndice 2 e suas características estão descritas a seguir.

Figura 12 - Mapa de compartimentação Fisiográfica



6.2.2. Unidade Fisiográfica comum à zona da Serraria de Lindóia e à zona do Mogi-Guaçu

6.2.2.1. UNIDADE 1 – Planície Aluvionar

A unidade 1 é caracterizada pelas planícies aluvionares que estão localizadas, principalmente, ao longo do rio Jaguari Mirim e Ribeirão dos Porcos. Geologicamente, esses depósitos quaternários são formados por sedimentos inconsolidados constituídos de areias de granulometria média e argilas orgânicas com alta plasticidade (IPT,1981b). Esses materiais estão associados principalmente ao retrabalhamento, envolvendo intemperismo, transporte e deposição de arenitos do Grupo Itararé Indiviso (predomínio nas planícies situadas a oeste do município) e do complexo migmatítico-granítico (com predomínio nas planícies a leste).

De acordo com as características interpretativas, a unidade está localizada nos fundos de vales, nos setores mais baixos do relevo regional, por isso, apresentam declividades médias em torno de 1% e conseqüentemente baixa velocidade do escoamento da água superficial. As altitudes variam entre 600 e 800 metros. As altitudes mais baixas estão localizadas na porção da zona do Mogi-Guaçu e as altitudes próximas à 800 metros na zona da Serraria de Lindóia.

Devido a essas características, são locais que, periodicamente, sofrem com o processo de inundação nos períodos de alta pluviosidade (janeiro e fevereiro). Em certos pontos, a inundação alcança a área urbana e os núcleos rurais, que ocupam a área de planície aluvionar, especialmente no rio Jaguari Mirim e Córrego São João.

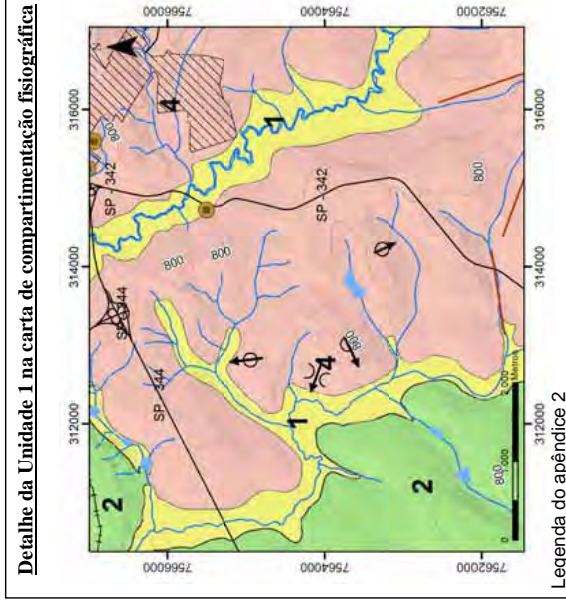
Essa unidade também está sujeita aos processos erosivos, associados basicamente ao solapamento das margens pela erosão hídrica, que é incrementada pela intensa exploração de areia no leito do rio Jaguari Mirim. O assoreamento ocorre nos leitos das drenagens principais, exibindo depósitos extensos nas épocas de baixa pluviosidade (junho a agosto).

As atividades minerárias para extração de areia para construção e argila para cerâmica vermelha é intensa nessa unidade, com várias cavas nas planícies e pontos de extração no leito do rio Jaguari Mirim.

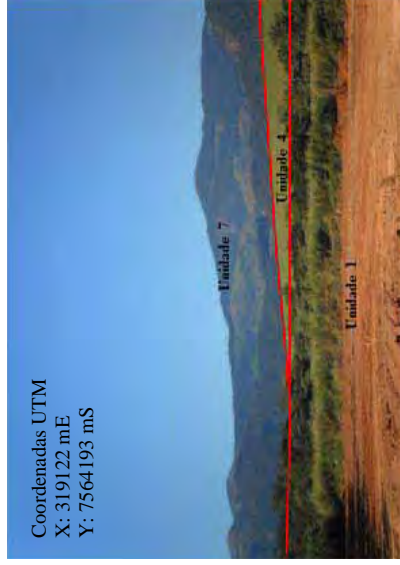
A prancha 1 apresentada na figura 13 mostra as características dessa unidade através das fotografias obtidas em campo e das características interpretadas no processo da compartimentação fisiográfica.

Figura 13 - Caracterização da Unidade 1

PRANCHA 1: Caracterização da Unidade Fisiográfica 1



Vista para leste da Unidade 1 para a Unidade 4 e 7. O ponto marcado na unidade 1 situa-se em antiga área de mineração recoberta por aterro.



Planície Aluvionar em antiga área de mineração recuperada.



Planície Aluvionar do Córrego São João em área urbana. Detalhe das edificações ocupando as margens do córrego.



Área urbana em planície aluvionar.



Áreas médias encontradas na unidade 1.



Vista da Unidade 1 em meio a Unidade 4 e 7.



Planície Aluvionar do Rio Jaguari-Mirim.



Unidade Fisiográfica	Subsuperfície	Relevo	Análise da densidade textural				Fotomaniáse				Análise das formas e características do relevo						Fotointerpretação						Observações de campo	
			Densidade de drenagem de elementos de relevo	Densidade dos elementos de relevo	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Forma de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições Particulares	Profundidade e do topo rochoso	Permeabilidade	Espessura dos materiais inconsolidados	Gravidade de escavabilidade	Potencial a erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Afloramentos e Blocos Rochosos	Processos geológicos	Uso e cobertura da terra			
Unidade 1	Planícies Aluviais	Planícies Aluvionares	Baixa	Baixa	Baixa	Grande	Pequena	Baixa	Alta	Aberto	--	--	Profundo	Alta	Pouco resistente	Alta	Média	Ausente	Inundação, erosão por solapamento das margens das drenagens e assoreamento	Mata Ciliar				

6.2.3. Unidades Fisiográficas da Zona do Mogi-Guaçu

A zona do Mogi-Guaçu está inserida no contexto da Depressão Periférica Paulista, com predomínio de topografia colinosa de origem denudacional.

O relevo colinoso não está associado diretamente às litologias sedimentares, visto que transgride seus limites e está presente em rochas graníticas, metamórficas e magmáticas (IPT, 1981). A divisão dessa zona em unidades confirma a afirmativa, de modo que na área de estudo o relevo colinoso está presente tanto em arenitos (Grupo Itararé) quanto em diabásios (Formação Serra Geral), como descrito a seguir.

6.2.3.1. UNIDADE 2 – Intrusões básicas em relevo de colinas médias

A unidade 2 é formada por intrusões básicas representadas por diabásios, constituídos de minerais de baixa resistência a decomposição (IPT, 1981b). Essa característica aliada à morfologia suave do terreno promove a formação de perfis de alteração profundos, principalmente, nos topos das colinas. Já nas porções de média encosta o perfil de alteração do solo tende a ser menos espesso, podendo estar recoberto por solos coluvionares. Pode-se encontrar blocos rochosos (matacões) na unidade, principalmente, nas porções de meia e baixa encosta.

Em campo foi verificado que na área as rochas apresentam textura afanítica e cor cinza escura, havendo a formação de solos argilosos de alteração, do tipo “terra roxa”. No sopé das colinas há a presença de solos coluvionares.

A interpretação das imagens orbitais demonstrou que o relevo é formado por colinas médias, com baixa declividade (menor que 10%), média amplitude altimétrica (cerca de 200 metros) e topos extensos e aplainados. O escoamento da água superficial tem intensidade média, resultante da baixa permeabilidade dos solos argilosos e do relevo pouco movimentado. As drenagens são predominantemente dendríticas e apresentam baixa densidade (menor que 1 km/km²).

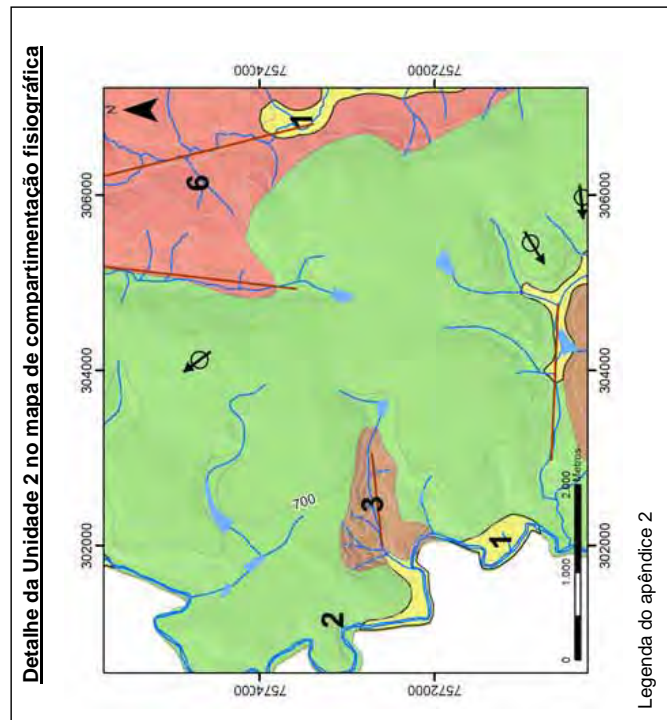
Devido à qualidade do solo e o relevo pouco dissecado (facilitando a mecanização), são áreas onde há um intenso desenvolvimento de atividades agrícolas, como o plantio de cana-de-açúcar, laranja, batata e algodão.

Nessas áreas há pequena possibilidade de ocorrência de rolamento e queda de blocos. Eles ocorrem, principalmente, em locais onde há o desenvolvimento de

atividades de extração mineral para produção de brita para construção civil ou em taludes de rodovias.

A figura 14 mostra as características interpretadas na unidade e as observações de campo.

PRANCHA 2: Caracterização da Unidade Fisiográfica 2



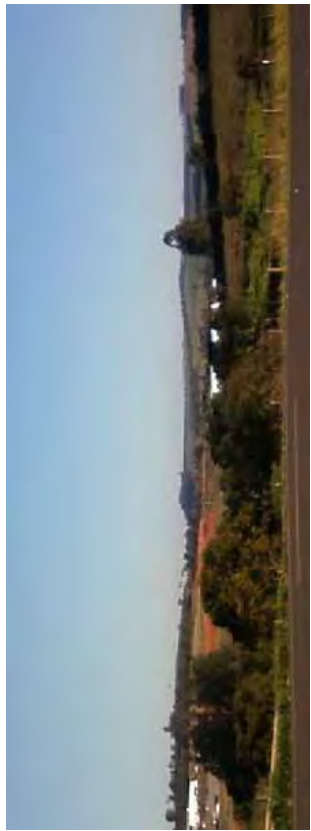
Detalhe da predominância de culturas temporárias na Unidade 2.



Limite do município de SIBV com ES do Pinhal. Destaque para as feições do relevo.



Vista da unidade 2. Detalhe para o relevo de colinas amplas presentes nessa unidade.



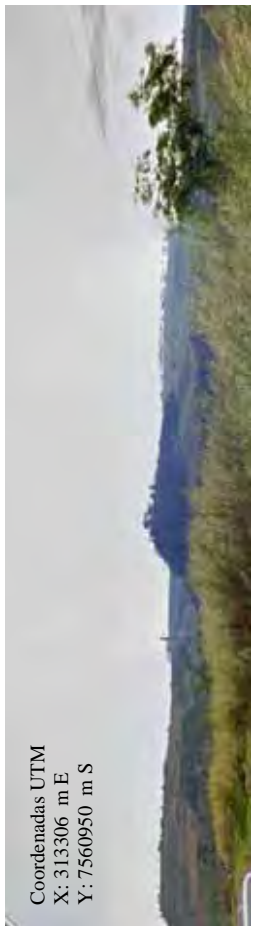
Vista Noroeste para Nordeste. Detalhe dos topos aplainados na Unidade 2.



Coordenadas UTM
X: 310410 m E
Y: 7563571 m S

Coordenadas UTM
X: 313306 m E
Y: 7560950 m S

Feições de relevo. Detalhe nos topos aplainados.



Unidade Fisiográfica	Subsuperfície	Relevo	Fotoanálise				Análise das formas e características do relevo				Fotointerpretação				Observações de campo						
			Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Relação escanamento superficial/ infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Forma de encosta	Forma do Vale	Forma do topo	Feições Particulares	Profundidade e do topo rochoso	Permeabilidade	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial a erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravacionais	Afloramentos e Blocos Rochosos	Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
Unidade 2	Formação Serra Geral	Colinas Médias	Baixa	Baixa	Média	Grande	Média	Baixa	Convexa	Aberto	Aplainado	Matacões	Profundo	Média	Espesso	Pouco resistente	Médio	Baixo	Presentes	Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
																				Roçamento e queda de blocos rochosos em locais onde são expostos por ação antrópica	Cultura Temporária

6.2.3.2. UNIDADE 3 – Grupo Itararé em relevo de colinas médias

O compartimento 3 é composto por áreas onde há presença de rochas do Grupo Itararé (IPT, 1981). Conforme observações de campo, ocorrem arenitos e siltitos, com solos areno-siltosos de granulometria fina a média, com boa capacidade de suporte. Os perfis de alteração apresentam espessura profunda, inclusive nos divisores de água.

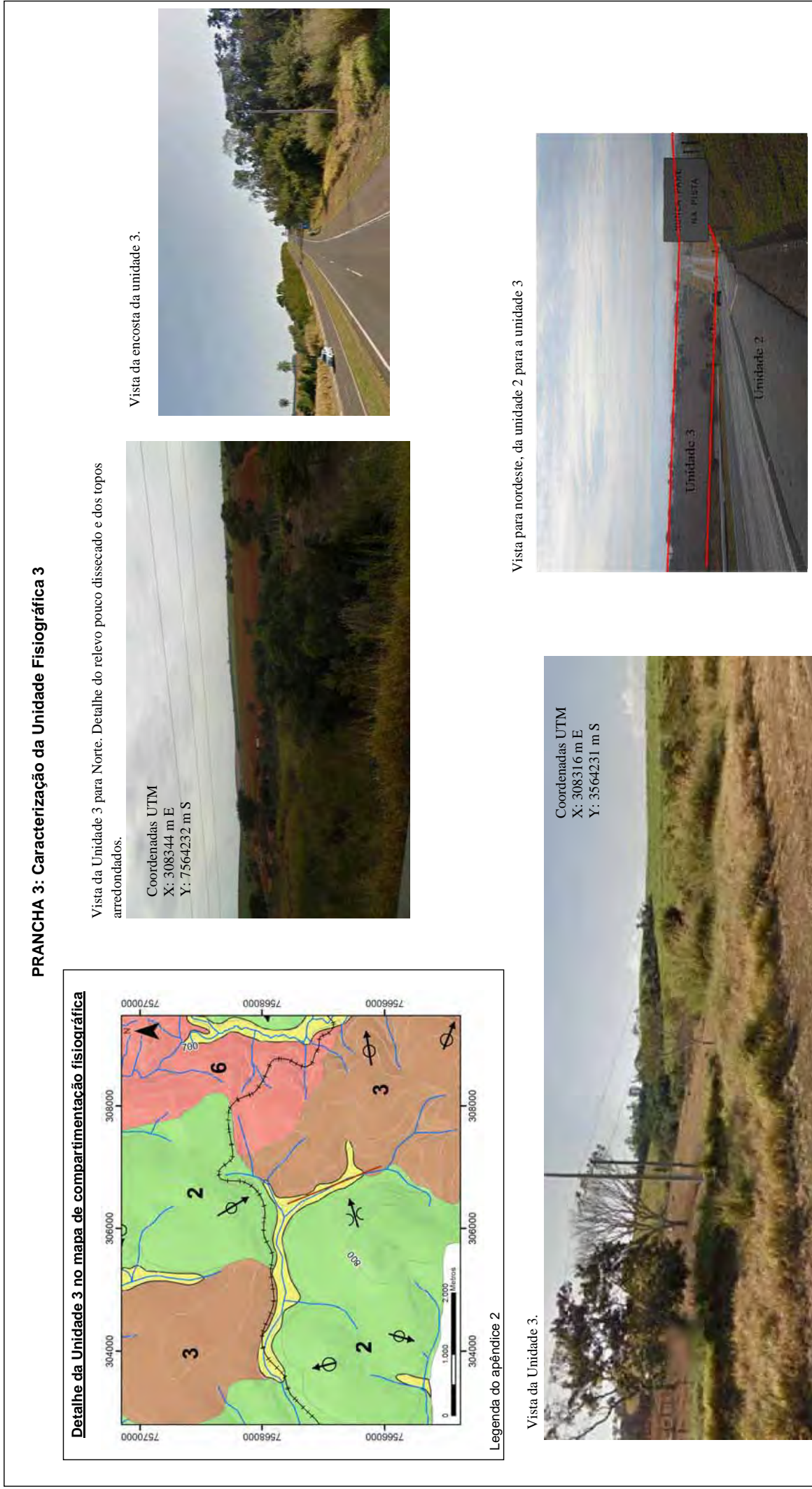
As interpretações das imagens orbitais indicaram que o relevo deste compartimento é formado por colinas amplas e médias, típico da Depressão Periférica Paulista. Os vales são abertos e as declividades são baixas (cerca de 5%). As características do relevo suave e a presença de arenitos e siltitos faz com que o escoamento da água superficial apresente baixas velocidades e a permeabilidade seja alta.

Devido à permeabilidade dos solos, principalmente nas áreas de influência dos arenitos, o nível de água subterrânea tende estar mais profundo do que 10 metros. Além disso, a unidade apresenta boa capacidade de suporte, visto que a atuação dos processos erosivos exerce influencia moderada sobre o modelado.

São áreas que favorecem a mecanização da agricultura, sendo basicamente usada para o cultivo da cana-de-açúcar.

A figura 15 mostra a prancha confeccionada a partir das características fisiográficas e das observações realizadas em campo sobre a unidade 3.

Figura 15 - Caracterização da Unidade 3



Unidade Fisiográfica	Subsuperfície	Relevo	Análise da densidade textural				Fotoanálise				Fotointerpretação						Observações de campo				
			Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Forma de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições Particulares	Profundidade do topo rochoso	Permeabilidade	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial a erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Afloramentos e Blocos Rochosos	Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
Unidade 3	Grupo Igarapé Indiviso	Arenitos médios	Baixa	Baixa	Baixa	Grande	Pequena	Baixa	Convexa	Aberto	Arredondado	--	Profundo	Alta	Espesso	Pouco resistente	Médio a Alto	Baixo	Ausentes	Erosão linear	Cultura Temporária

6.2.4. Unidades Fisiográficas da Zona da Serraria de Lindóia

Pertencente à Província do Planalto Atlântico, a zona da Serraria de Lindóia caracteriza-se por ser uma região de terras altas constituídas predominantemente por rochas cristalinas. Nesta zona há a presença de grandes fraturas que cortam as litologias, condicionando extensos trechos lineares de vales.

Na área de estudo, a zona foi compartimentada em quatro unidades, sendo que três delas apresentam feições características de um relevo de transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Atlântico.

6.2.4.1. UNIDADE 4 – Granitos finos a médios e migmatitos subordinados em relevo de morros paralelos

A unidade 4 é composta por rochas do Complexo Migmatítico-Granítico com a ocorrência de corpos graníticos de textura fina a média (IPT,1981b) e formação de solos arenosos e areno-siltosos de espessura média. Há a presença, ainda que em pequenas proporções, de matacões e de afloramentos rochosos localizados principalmente nas proximidades da unidade 7, conforme visualizado nas observações de campo.

Fisiograficamente, o relevo é formado por morros paralelos com topos extensos e arredondados, encostas convexas, médias declividades (entre 15 e 20%) e média amplitude altimétrica local (240 metros). Os processos mais atuantes são a erosão linear e os escorregamentos em taludes de corte e aterro.

Essa unidade apresenta potencial para desenvolvimento de extração de rocha ornamental e de revestimento, como também para britagem, sendo que antigamente existiram algumas empresas que exploraram as rochas dessa unidade para essas finalidades.

O uso da terra na unidade é composto basicamente por pastagens e culturas temporárias, visto que a mecanização é facilitada pela baixa densidade de elementos de relevo.

A prancha 4 da figura 16 mostra as características da unidade 4.

Figura 16 - Caracterização da Unidade 4

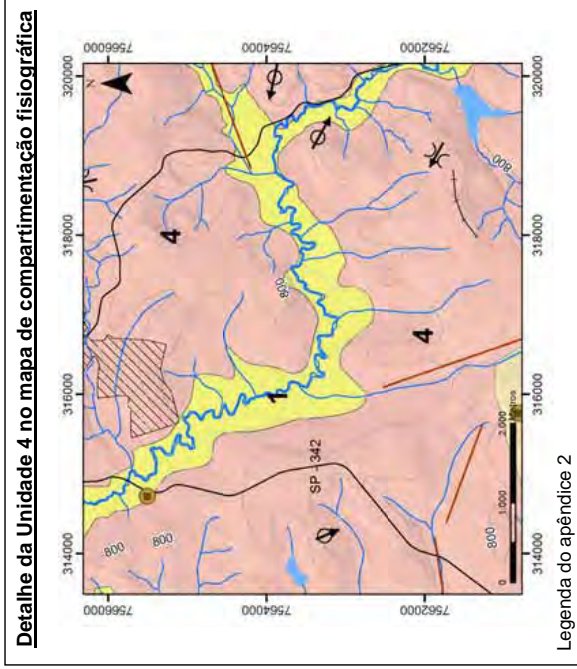
PRANCHA 4: Caracterização da Unidade Fisiográfica 4

Feições de morro encontradas na Unidade 4.



Coordenadas UTM
X: 320147 m E
Y: 7562404 m S

Feições de ravinhamento na unidade 4.



Unidade 4 presente na área urbana.



Unidade 6

Detalhe para o padrão paralelo no relevo da unidade 4.



Granitos porfiróides e migmatitos presentes próximo ao Rio Jaguari Mirim na Unidade 4.



Coordenadas UTM
X: 320142 m E
Y: 7562425 m S

Foto com vista de oeste para norte. Na porção esquerda e inferior da foto observam-se as feições do relevo presentes na unidade 4. Já na porção superior central e direita observa-se a unidade 7. O traço vermelho demarca o limite visual da unidade 4 com a unidade 7.



Unidade 7

Unidade 4

Coordenadas UTM
X: 323162 m E
Y: 7558308 m S

Unidade Fisiográfica	Subsuperfície		Relevo		Fotoneálise				Análise das formas e características do relevo				Características geológico-geotécnicas					Fotointerpretação			Observações de campo	
	Complexo Varginha	Granitos finos a médios e migmatitos graníticos subordinados	Densidade de drenagem	Densidade de elementos de relevo	Relevo	Relação escorimento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Forma de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições Particulares	Profundidade e do topo rochoso	Permeabilidade	Espessura dos materiais inconsolidados	Gravidade	Potencial a erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravacionais	Affonamento e Blocos Rochosos	Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
Unidade 4			Média	Baixa	Média	Média	Média	Média	Convexa	Abertos	Arredondado	--	Intermediário	Média	Intermediário	Média a Alta	Médio	Presentes		Erosão linear, escorregamentos em obras de taludes	Cultura temporária e pastagem	

6.2.4.2. UNIDADE 5 – Complexo migmatítico-granítico em relevo de morrotes alongados paralelos

A unidade V também é composta por rochas do Complexo Migmatítico-Granítico do embasamento cristalino, com presença de corpos graníticos finos a médios (IPT, 1981b). Os solos formados são arenosos e areno-siltosos de granulometria média a grossa, com presença constante de blocos rochosos na superfície do terreno.

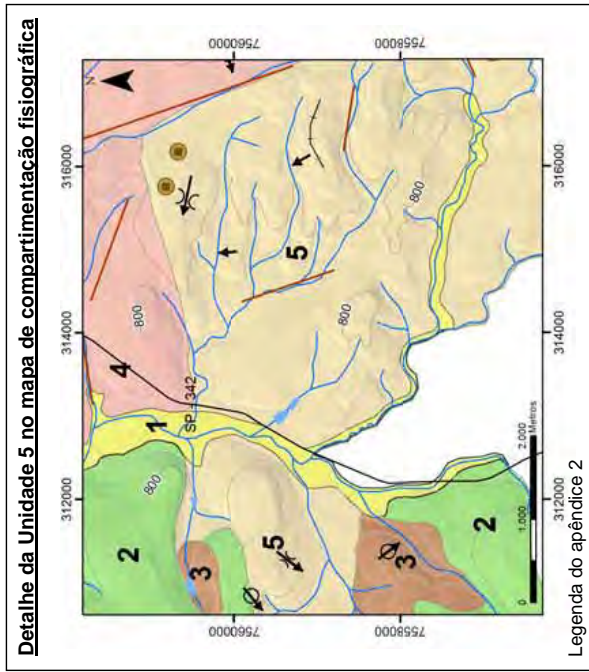
A declividade é média, a amplitude altimétrica é média (cerca de 200 metros), e os topos são arredondados e aplainados, com as vertentes côncavas e retilíneas, formando um relevo de dissecação média. Nesse contexto, a suscetibilidade a ocorrência erosão linear é alta.

O uso da terra é composto por pastagens e culturas permanentes. É reduzida a presença de culturas temporárias, pois a mecanização agrícola é dificultada nessa unidade em vista da presença de blocos rochosos na superfície.

A prancha 5 da figura 17 demonstra as principais características interpretadas na unidade 5.

Figura 17 - Caracterização da Unidade 5

PRANCHA 5: Caracterização da Unidade Fisiográfica 5



Unidade 5 nas proximidades do limite entre São João da Boa Vista e espírito Santo do Pinhal



Presença de erosão linear na Unidade 5

Coordenadas UTM
X: 312575
Y: 7559129



Vista da Unidade 5



Detalhe das encostas côncavas e retilíneas na unidade 5



Unidade Fisiográfica	Subsuperfície	Relevo	Fotoanálise				Análise das formas e características do relevo				Fotointerpretação				Observações de campo				
			Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Destividade	Forma de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições Particulares	Profundidade e do topo nobroso	Permeabilidade	Espessura dos materiais inconsolidados	Gravidade de escavabilidade	Potencial a erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Afloramentos e Blocos Rochosos
Unidade 5	Complexo Varginha Granitos finos a médios e migmatitos graníticos subordinados	Morros alongados paralelos	Média	Média	Média	Média	Côncava/retilínea	--	Arredondado	Matrizes	Intermediário	Média	Intermediário	Média a Alto	Médio a alto	Presentes	Presentes	Erosão linear, escorregamentos em obras e taludes	Pastagem

6.2.4.3. UNIDADE 6 - Complexo migmatítico-granítico em relevo de morros paralelos e restritos

O compartimento 6 é formado por morros com padrão paralelo e morros com serras restritas e média/alta densidade de drenagem em vales encaixados. Os solos são arenosos e areno-siltosos, provenientes do intemperismo dos migmatitos-graníticos, tendendo a ser pouco espessos devido, basicamente, as médias declividades e ao médio/alto escoamento das águas superficiais, que condicionam a baixa infiltração e retenção da água no solo.

Verifica-se a presença de depósitos coluvionares e de tálus nas porções de meia e baixa encosta, como também de afloramentos rochosos. Esses afloramentos tem um alto potencial para desenvolvimento de atividades de extração de rocha ornamental e revestimento e de brita para construção civil, o que ocorreu em alguns locais, especialmente nas décadas de 1980 e 1990, mas devido às exigências e restrições ambientais impostas pela legislação, essas atividades, na sua grande maioria, foram abandonadas.

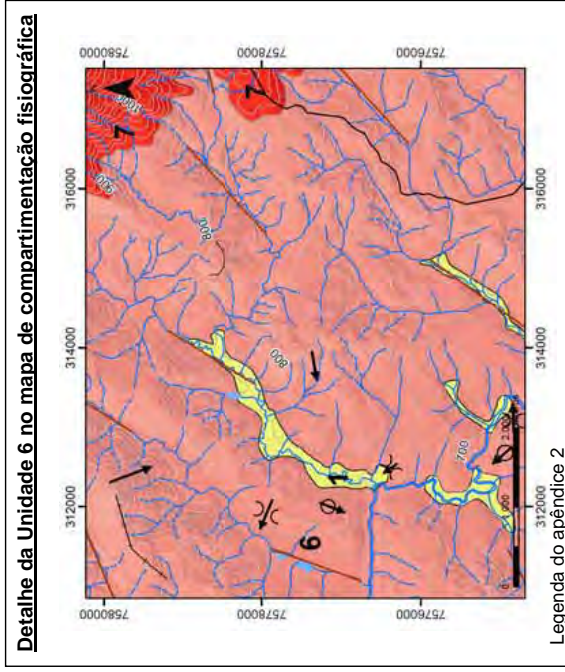
Os processos de dinâmica superficial são os seguintes: erosão linear, rolamento de blocos e escorregamentos, principalmente, em taludes de corte e aterro, limitando, em alguns locais específicos, a ocupação humana, de modo que o desenvolvimento de atividades agrícolas e pecuária é comum nessa unidade.

A mecanização também se torna de difícil implantação nessa unidade, devido à presença de blocos rochosos, de tálus nas baixas encostas e da média declividade, tornando a pecuária o uso de maior expressividade na área.

A prancha 6 mostra as características fisiográficas apresentadas nesta unidade.

Figura 18 - Caracterização da Unidade 6

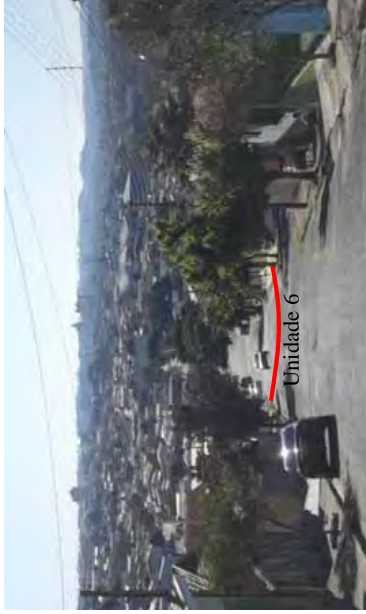
PRANCHA 6: Caracterização da Unidade Fisiográfica 6



Afloramentos rochosos na unidade 6.



Limite entre a unidade 4 e a unidade 6 na área urbana.



Limite entre a unidade 6 e a unidade 7.



Limite entre a unidade 4 e a unidade 6.



Vista Geral da unidade 6. Detalhe das rochas aflorantes.



Unidade Fisiográfica	Relevo		Análise da densidade textural			Fotoanálise				Fotointerpretação					Observações de campo										
	Subsuperfície	Morros com serras resstritas e morros paralelos	Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Relação escoamento superficial/infiltração	Amplitude altimétrica	Declividade	Análise das formas e características do relevo		Características geotécnicas				Afloramentos e Blocos Rochosos	Processos geológicos	Uso e cobertura da terra									
Unidade 6	Complexo Varginha	Migmatitos e granitos	Média a alta	Média	Alta/ Média	Pequena	Média	Média	Concava/ retilínea	Fechado	Angulosos	--	Intermediário	Permeabilidade Média	Espessura dos materiais inconsolidados	Intermediário	Grau de escavabilidade	Resistência média	Potencial a erosão linear (inubrida)	Médio	Potencial a movimentos gravitacionais	Médio a alto	Presentes	Escorregamentos, rolamento de blocos e erosão linear	Pastagem e cultura temporária

6.2.4.4. UNIDADE 7 - Complexo migmatítico-granítico em relevo de serras alongadas

A unidade 7 é caracterizada por áreas de relevo com altas declividades (superiores a 30%) e amplitudes altimétricas (cerca de 700 metros), formando serras com altitudes que chegam até 1.600 metros.

Em termos geológicos, há ocorrência do embasamento cristalino representado pelo Complexo Migmatítico-Granítico (IPT, 1981b). Conforme observações de campo, os solos são areno-siltosos e areno-argilosos e apresentam perfil de alteração pouco espesso. Há a presença de matacões e afloramentos do maciço rochoso, principalmente nas porções do terreno com maior declividade, formando depósito de tálus na base das serras.

O escoamento superficial da água é grande e a infiltração é baixa em decorrência, principalmente, da geometria do relevo.

A unidade apresenta topos angulosos e encostas retilíneas, de modo que o risco à ocorrência de movimentos de massa, especialmente os escorregamentos planares e o rolamento/queda de blocos, é comum.

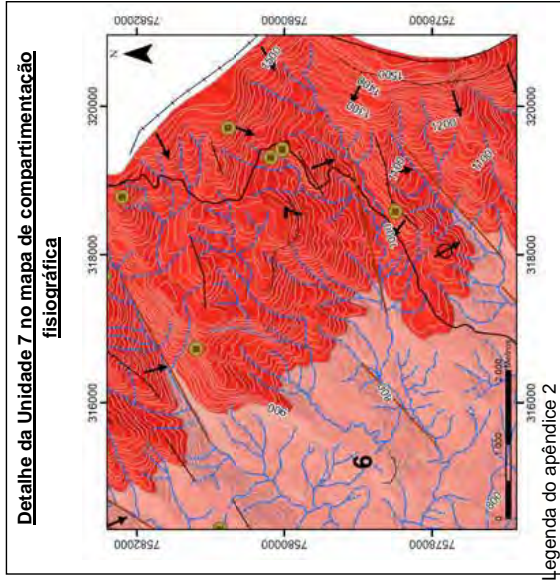
O uso da terra é composto, principalmente, por vegetação arbórea e arbustiva, e por pastagens, sendo esse último uso capaz de acelerar a potencialidade de movimentos gravitacionais de terra. Além disso, as altas declividades e a presença de blocos rochosos em superfície inviabilizam as práticas da mecanização agrícola.

A prancha 7 apresenta as principais características verificadas nessa unidade de análise.

Figura 19 - Caracterização da Unidade 7.

PRANCHA 7: Caracterização da Unidade Fisiográfica 7

Documentação Fotográfica:



Blocos rochosos na unidade 7. Observa-se depósitos de tálus na baixa encosta.



Rochas aflorantes na unidade 7.



Vista para leste. Vista da Unidade 7.

Coordenadas UTM
X: 323.162
Y: 7.558.308



Vista para leste. Outra vista da Unidade 7.

Vista para leste. Detalhe dos topos angulosos e altas declividades da unidade 7.

Coordenadas UTM
X: 314837
Y: 7565663

Unidade 7



Coordenadas UTM
X: 319122
Y: 7564193



Unidade Fisiográfica	Subsuperfície	Relevo	Fotocênalise				Fotointerpretação						Observações de campo								
			Análise da densidade textural		Análise das formas e características do relevo		Características geotécnicas						Processos geológicos	Uso e cobertura da terra							
Unidade 7	Complexo Varginha	Serras Alongadas	Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Forma de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Fações Partículas	Profundidade do topo rochoso	Permeabilidade	Espessura dos materiais inconsolidados	Gravidade escavabilidade	Potencial a erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Afloramentos e Blocos Rochosos	Escorregamentos planares, rolamento/queda de blocos e erosão linear localizada	Vegetação arborea e vegetação rasteira
			Alta	Alta	Alta	Pequena	Grande	Alta	Retilínea	Fechado	Anguloso	Cristas orientadas	Raso a sub aflorante	Baixa	Delgado a inexistente	Muito resistente	Médio a baixo	Alto	Presentes	Escorregamentos planares, rolamento/queda de blocos e erosão linear localizada	Vegetação arborea e vegetação rasteira

6.2.5. Unidade Fisiográfica da Zona do Maciço Alcalino de Poços de Caldas

O maciço alcalino de Poços de Caldas abrange uma pequena porção no extremo leste da área de estudo, formando o relevo da Serra Anelar, que limita a caldeira do Planalto do Maciço Alcalino Interno, no município de Poços de Caldas (MG), com o Embasamento Cristalino. Com a observação das áreas vizinhas, pode-se notar a estrutura circular do modelado que compreende serras com topos restritos (TINÓS, 2011).

6.2.5.1. UNIDADE 8 – Tinguaiços em relevo de serras restritas

A unidade 8 é composta por rochas do maciço alcalino de Poços de Caldas, especialmente tinguaiços (DNPM, 1979). Os tinguaiços possuem textura afanítica e coloração escura, apresentando os planos de fraturas bem definidos.

A interpretação das imagens orbitais possibilitou a observação de um relevo montanhoso com serras restritas, cristas bem desenvolvidas e topos angulosos. As declividades são altas (superiores a 30%) e a amplitude altimétrica chega a 300 metros em áreas inferiores a 1 km de extensão, com cotas que variam entre 1.000 e 1.460 metros.

As encostas são retilíneas e há alta densidade de elementos de relevo. Diversas nascentes de drenagem compõe o modelado, apresentando vales encaixados. O solo é pouco desenvolvido, havendo a presença de rochas aflorantes e sub-aflorantes.

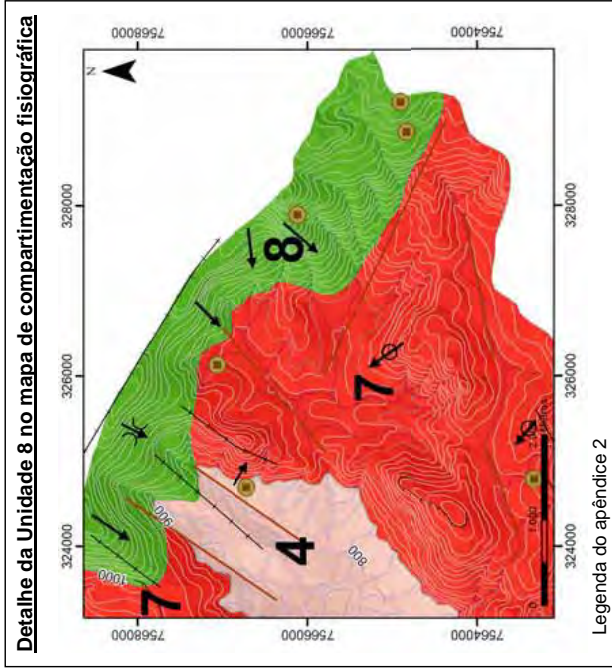
A unidade é predominantemente ocupada por vegetação arbórea (nativa e de reflorestamento), no entanto é observado o avanço de culturas agrícolas nas áreas de preservação permanente.

A prancha apresentada na figura 20 ilustra as observações de campo e as análises interpretativas das imagens orbitais na unidade 8.

Figura 20: Caracterização da Unidade 8

PRANCHA 8: Caracterização da Unidade Fisiográfica 8

Documentação Fotográfica:



Detalhe da Unidade 8 no mapa de compartimentação fisiográfica

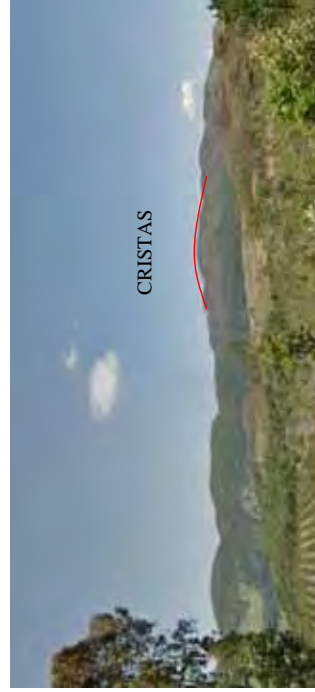
Unidade 8. Detalhe dos limites entre os compartimentos



Vista da Unidade 8



Ao fundo verifica-se a presença da unidade 8 nas porções de topo do relevo. As encostas dissecadas e os topos restritos são marcantes nessa unidade.



Vista da Unidade 8. No sentido de Poços de Caldas para São João da Boa Vista. Destaque para as cristas



Unidade Fisiográfica	Relevo		Análise da densidade textural				Análise das formas e características do relevo				Fotointerpretação				Observações de campo						
	Suites Alcalinas	Tinguitos	Densidade de drenagem	Densidade dos elementos de relevo	Relação escoamento superficial/infiltração	Espessura e características do manto de alteração	Amplitude altimétrica	Declividade	Forma de encosta	Forma do vale	Forma do topo	Feições Particulares	Profundidade do topo rochoso	Permeabilidade	Espessura dos materiais inconsolidados	Grau de escavabilidade	Potencial a erosão linear (induzida)	Potencial a movimentos gravitacionais	Aloramentos e Blocos Rochosos	Processos geológicos	Uso e cobertura da terra
Unidade 8		Serras Restritas	Média	Alta	Baixa	Alta	Pequena	Grande	Alta	Retilínea	Fechado	Anguloso	Cristas Orientadas	Raso a sub-afflorante	Delgado a Inexistente	Muito resistente	Médio a baixo	Alto	Presentes	Escorregamentos e queda de blocos	Vegetação arbórea e culturas agrícolas

6.3. Uso e Cobertura da terra

Com a utilização do método de verificação da exatidão cartográfica, adotado conforme Valeriano (1985), obteve-se os seguintes resultados apresentados no quadro 8. Nesse quadro, são mostrados os pontos verificados em campo, o uso e cobertura no ponto amostral, a confirmação (s) ou negação (n) de que o ponto havia sido classificado corretamente e a proporção de pontos classificados corretamente a cada acréscimo de 10 ao tamanho amostral.

Quadro 8 - Relação de pontos classificados em campo

Ponto	Coord. X	Coord. Y	Uso e cobertura da terra	Classificação correta	Proporção de pontos classificados corretamente à acréscimos de 10 ao tamanho da amostra
1	310898	7565375	Gramínea	n	0,80
2	312648	7566232	Pastagem	n	
3	312772	7567497	Gramínea alta	s	
4	311643	7568912	Pastagem	s	
5	312584	7569784	Pastagem com cupinzeiro	s	
6	315087	7571459	Pastagem	s	
7	315711	7572511	Pastagem com erosão	s	
8	315229	7571707	Pastagem	s	
9	316540	7574035	Cultura Temporária (solo exposto preparado para plantação de cana)	s	0,85
10	318719	7576358	Drenagem com mata ciliar	s	
11	318221	7575855	Pasto com erosão na parte superior da encosta	s	
12	317988	7575749	Pastagem	s	
13	317352	7575231	Pastagem	s	
14	316861	7574735	Cultura Temporária	s	
15	315954	7574785	Pastagem	n	
16	316233	7576395	Pastagem	s	
17	316706	7578109	Pastagem	s	
18	316752	7578743	Pastagem	s	
19	316749	7578561	Vegetação Arbórea	s	0,87
20	318059	7578351	Vegetação Arbustiva	s	
21	318845	7578963	Vegetação Arbustiva	s	
22	318705	7580734	Pastagem com grama alta	s	
23	319021	7581686	Gramínea	s	
24	318954	7582006	Pastagem	s	
26	316271	7571803	Vegetação arbustiva (mata ciliar)	s	
27	316732	7572232	Cultura permanente	s	
28	317723	7572800	Pastagem	s	
29	317913	7573625	Vegetação arbórea (mata ciliar)	s	
30	312526	7572982	Cana-de-açúcar	n	0,85
31	314250	7575308	Cana-de-açúcar	s	
32	313786	7575975	Cana-de-açúcar	s	
33	311817	7576730	Pastagem	n	
34	311608	7578186	Pastagem	s	
35	311335	7578591	Banana	s	
36	310656	7579220	Mata ciliar	s	
37	308968	7579404	Cultura temporária	s	

Cont. quadro 8

38	307570	7577016	Pastagem	s	0,84
39	308158	7575714	Cana-de-açúcar	s	
40	308988	7573495	Gramínea alta	s	
41	308154	7573355	Pasto (norte) e Cana-de-açúcar ao sul	s	
42	308757	7573515	Quiabo (Cultura temporária)	s	
43	309203	7573220	Cana-de-açúcar	s	
44	311975	7568425	Pastagem	s	
45	313587	7559975	Gramínea alta	n	
46	314259	7559535	Laranja	n	
47	314410	7559408	Gramínea	s	
48	312887	7558880	Pastagem	s	
49	303479	7562374	Mineração de Brita	s	
50	303408	7562344	Cultura temporária	s	
51	306626	7563576	Café (nordeste) e cana-de-açúcar (norte)	s	0,85
52	307585	7563936	Pastagem	s	
53	308344	7564232	Mata Ciliar	s	
54	309574	7563400	Cana-de-açúcar	s	
55	310410	7563571	Cana-de-açúcar	s	
56	309702	7561871	Laranja	s	
57	309856	7560402	Cana-de-açúcar	s	
58	309137	7558949	Cana-de-açúcar	s	
59	308320	7558936	Cana-de-açúcar	s	
60	308781	7560411	Cana-de-açúcar	s	
61	323162	7558308	Solo exposto e gramínea	n	0,84
62	322001	7559793	Vegetação Natural	s	
63	321012	7560912	Pastagem	s	
64	320142	7562425	Mata ciliar	s	
65	319941	7562925	Pastagem	s	
66	319688	7563155	Mata ciliar	s	
67	319713	7563048	Campo sujo	s	
68	319055	7564872	Pastagem	s	
69	319068	7564162	Solo exposto - antiga mineração	n	
70	316595	7566884	Área Urbana	s	
71	315661	7568310	Área Urbana	s	0,86
72	315762	7568118	Área Urbana	s	
73	315904	7567961	Área Urbana	s	
74	314833	7569214	Área Urbana	s	
75	312517	7566192	Aterro coberto por gramínea	n	
76	306419	7558994	Cana-de-açúcar	s	
77	311630	7558611	Café	n	
78	307840	7562162	Laranja	n	
79	312351	7556737	Gramínea	s	
80	312794	7559489	Mineração	s	
81	313414	7561035	Gramínea	s	0,85
82	314692	7562670	Arbustiva	s	
83	315134	7563150	Cana-de-açúcar	s	
84	314840	7564244	Cana-de-açúcar	s	
85	314985	7566817	Edificações - início área urbana	s	
86	314865	7565692	Mata ciliar	s	
87	314705	7564525	Pastagem	s	
88	314743	7563717	Café	s	
89	314954	7563860	Café	s	
90	309283	7556759	Cultura permanente	n	
91	309186	7556057	Mata ciliar	s	0,85
92	318961	7558117	Pastagem	s	
93	316747	316747	Cana-de-açúcar	s	
94	312147	7564975	Campo Sujo	s	
95	319942	7560551	Cana-de-açúcar	n	
96	307635	7578154	Área Urbana	s	
97	306830	7577043	Gramínea	s	

Cont. quadro 8

98	308773	7571793	Cana-de-açúcar	s	0,85
99	306979	7572101	Cana-de-açúcar	s	
100	308234	7571110	Cana-de-açúcar	s	
101	304775	7572594	Cana-de-açúcar	s	
102	311171	7567849	Cana-de-açúcar	s	
103	312204	7567518	Café	s	
104	308436	7565474	Cana-de-açúcar	s	
105	305693	7564724	Café	s	
106	319765	7561947	Pastagem	s	
107	317797	7564735	Pastagem	n	
108	317678	7563809	Mata ciliar	s	
109	323245	7559815	Campo sujo	s	
110	312198	7567522	Café	s	

* onde n= tamanho amostra

Através da observação da proporção de pontos classificados corretamente, notou-se a tendência de que a partir de $n = 20$ há uma convergência da proporção de acertos em torno de $P = 0,85$. Esse resultado indica que a exatidão do mapeamento é de 0,85.

A obtenção do resultado abaixo de 0,90 se deve ao ano da imagem, de 2006, e às mudanças contínuas no cenário agropecuário e urbano. Dessa forma, apesar da resolução espacial da imagem facilitar a classificação exata dos alvos, as mudanças nos cenários classificados resultaram na obtenção de um mapeamento com erro de aproximadamente 15%.

Dessa forma, considerando a imprecisão em torno de 15% no mapeamento de uso e cobertura da terra, obteve-se que o município de São João da Boa Vista possui cerca de 9202 ha de área ocupada por cobertura arbórea, 2278 ha de cobertura arbórea arbustiva, 1380 ha de campo sujo (planície aluvionar), 15513 ha de culturas temporárias, 4308 ha de culturas permanentes, 1800 ha de área urbana, 390 ha de corpos d'água, 231 ha de solo exposto, 78 ha de distrito industrial, 12601 ha de pastagem, 3492 ha de gramínea, 58 ha de mineração e 351 ha de edificações. O quadro 9 mostra a quantificação das classes de uso e cobertura conforme as unidades da compartimentação fisiográfica.

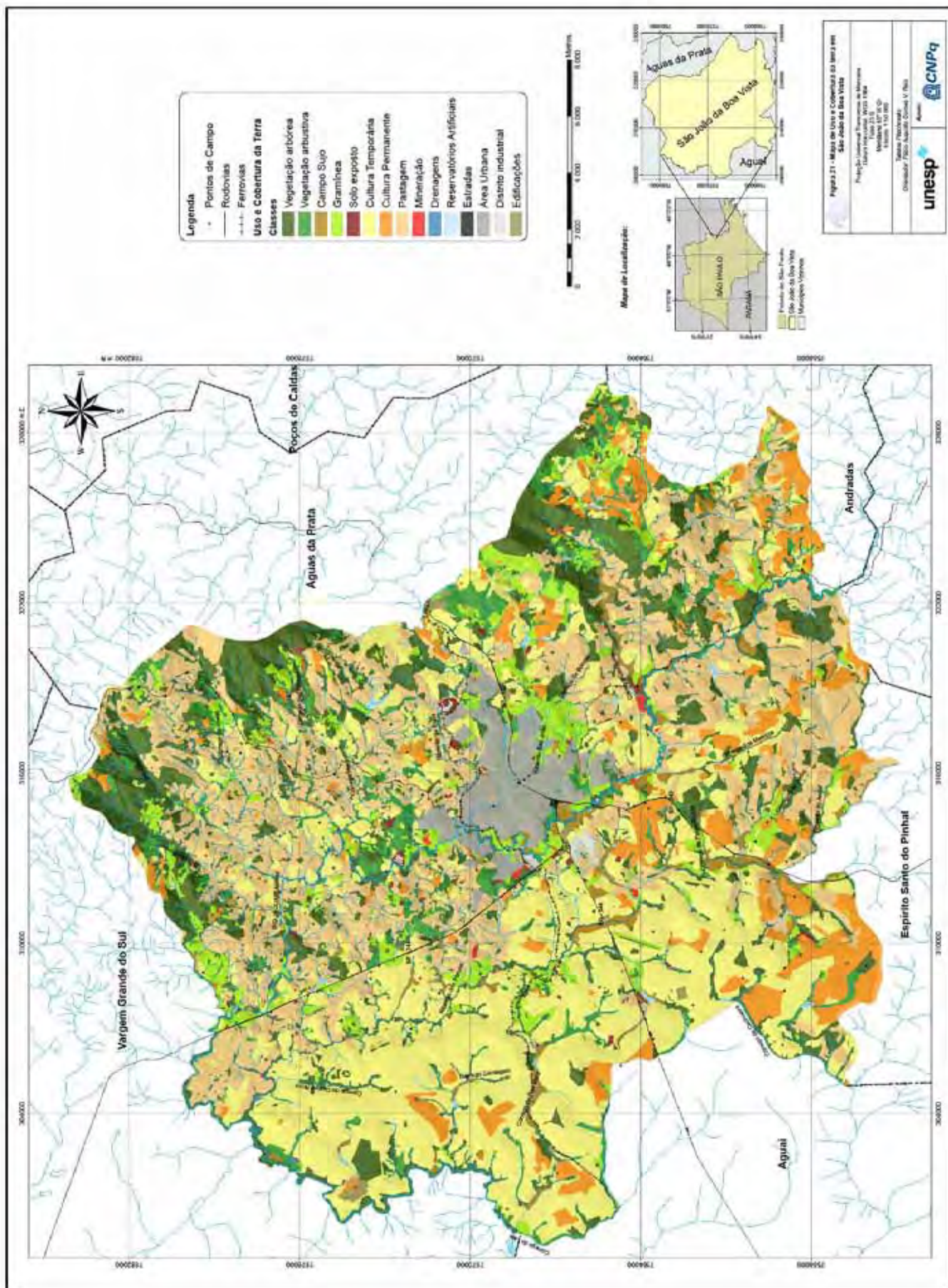
Quadro 9 - Uso e cobertura da terra conforme as unidades fisiográficas delimitadas

UF	Usos e Cobertura da terra	Usos Recomendados	
1	Cultura Temporária	23,00%	Vegetação arbórea, arbustiva, campo sujo e extração mineral
	Vegetação Arbórea	20,00%	
	Pastagem	17,00%	
	Campo Sujo	16,00%	
	Gramínea	10,00%	
	Vegetação Arbustiva	6,00%	
	Outros Usos	8,00%	
2	Cultura Temporária	68%	Qualquer tipo de uso, no entanto, precauções devem ser tomadas com cortes e taludes antrópicos.
	Cultura Permanente	13%	
	Vegetação Arbórea	10,00%	
	Vegetação Arbustiva	3,00%	
	Outros Usos	6%	
3	Cultura Temporária	75%	Culturas agrícolas
	Cultura Permanente	6%	
	Vegetação Arbórea	5%	
	Gramínea	5%	
	Outros Usos	9%	
4	Cultura Temporária	24%	Pastagem, culturas agrícolas, área urbana e extração mineral
	Pastagem	24%	
	Vegetação Arbórea	14%	
	Cultura Permanente	12%	
	Área Urbana e edificações	9%	
	Gramínea	8%	
	Outros Usos	9%	
5	Pastagem	50%	Pastagens (sob manejo adequados) e culturas permanentes.
	Vegetação Arbórea	15%	
	Cultura Permanente	15%	
	Cultura Temporária	12%	
	Outros Usos	8%	
6	Pastagem	38%	Pastagens (sob manejo adequados) e culturas agrícolas permanentes.
	Cultura Temporária	22%	
	Vegetação Arbórea	18%	
	Gramínea	8%	
	Área Urbana e edificações	4%	
	Outros Usos	10%	
7	Vegetação Arbórea	35%	Vegetação arbórea e culturas permanentes.
	Pastagem	24%	
	Vegetação Arbustiva	9%	
	Cultura Permanente	8%	
	Gramínea	10%	
	Outros usos	10%	
	Vegetação Arbórea	22%	
8	Vegetação arbórea	56%	Vegetação arbórea.
	Gramínea	17%	
	Vegetação arbustiva	9%	
	Outros usos	18%	

As culturas que mais se destacam são as culturas temporárias, com o predomínio de cana-de-açúcar, as culturas permanentes, com destaque para a plantação de café e laranja, a pecuária e a vegetação arbórea, presente principalmente ao redor das drenagens.

O mapeamento da figura 21 e o apêndice 3 ilustra os resultados obtidos com a classificação do uso e cobertura da terra.

Figura 21 – Mapeamento de Uso e Cobertura da terra



6.4. Áreas de Preservação Permanente

Pela análise das propriedades rurais, observou-se que a maior parte do município de São João da Boa Vista é ocupada por áreas consolidadas. Com isso, há uma tendência para a diminuição das Áreas de Preservação Permanente, conforme as imposições da legislação.

A observação da tabela 4 e da tabela 5 e suas respectivas figuras 22 e 23 possibilita a confirmação da afirmativa anterior. A tabela 4 demonstra a área ocupada pelas APPs e a figura 22 evidencia o mapeamento dessas APPs em sua forma ideal, ou seja, como se não houvesse áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008.

Tabela 4 - Área de Preservação Permanente delimitada em São João da Boa Vista com base no novo Código Florestal (desconsiderando as disposições sobre a delimitação das áreas consolidadas)

APP	Área em hectares
Topo de morro, montes, montanhas e serras	1269,82 ha
Declividade superior a 100%	18,54 ha
Longo dos Rios	6856,22 ha
Nascentes	763,75 ha
Total de APP	8908,33 ha

Já a tabela 5 mostra a área ocupada pela APP e a figura 23 demonstra o mapeamento das APPs considerando as áreas rurais consolidadas, ou seja, englobando todas as disposições previstas na legislação.

Tabela 5- Área de preservação permanente delimitada em São João da Boa Vista com base no novo Código Florestal (considerando as disposições sobre a delimitação das áreas consolidadas)

APP em áreas consolidadas	Faixa marginal	Área de Preservação Permanente (há)
Corpos d'água	5 metros	267,42
	8 metros	278,35
	15 metros	385,57
	20 metros	1618,11
	30 metros	899,17
	50 metros	610,98
Nascentes	15 metros	60,90
	50 metros	80,68
Topo de morro, montes, montanhas e serras		1269,82
Declividade superior a 100%		18,54
Total de APP		5489,54

Comparando os resultados dos dois mapeamentos, verificou-se que a área ocupada pelas APPs no mapeamento que considerou as áreas consolidadas é 38% menor em relação ao que não considerou essas áreas. Dessa forma, apesar desse mapeamento retratar a situação real (conforme a legislação) de como as áreas de preservação deveriam estar preservadas no município, nota-se que, no mapeamento da figura 22, a faixa de preservação ao longo do rios e nascentes são melhor representadas.

As áreas ao longo dos rios e nascentes são suscetíveis aos processos do meio físico, principalmente inundações, alagamentos e assoreamentos. Desta forma, a preservação dessas áreas se torna imprescindível para o controle desses processos, assim como para a regulação dos processos de troca entre os ecossistemas terrestre e aquático (desenvolvendo condições adequadas para a infiltração) e para a redução da possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas (FERREIRA; DIAS, 2004).

Considerando esses aspectos, o mapeamento da figura 22 foi considerado o mais adequado para compor a análise para a geração do zoneamento geoambiental.

Figura 22 - Carta de Áreas de Preservação Permanente em São João da Boa Vista desconsiderando as disposições sobre áreas consolidadas.

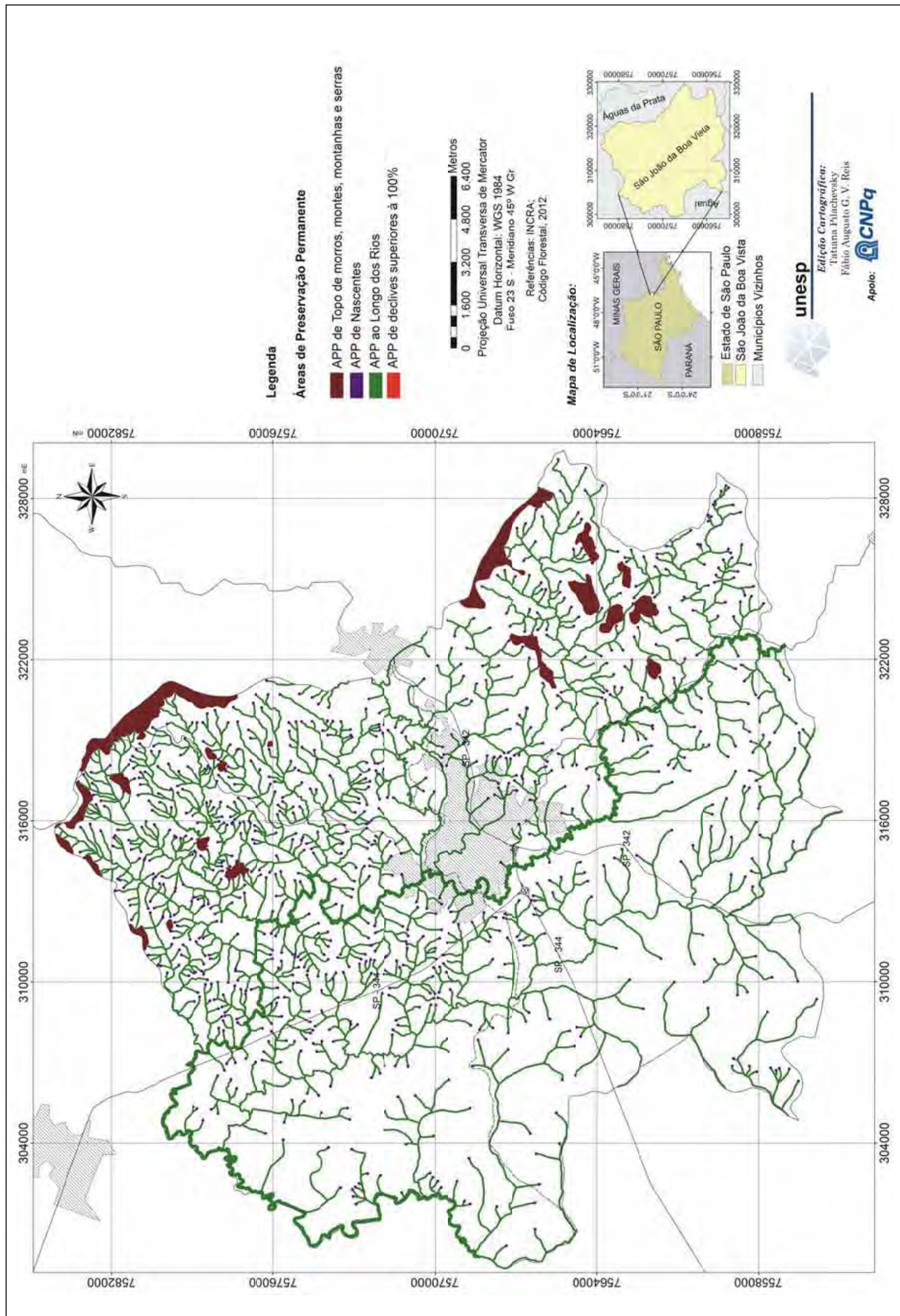
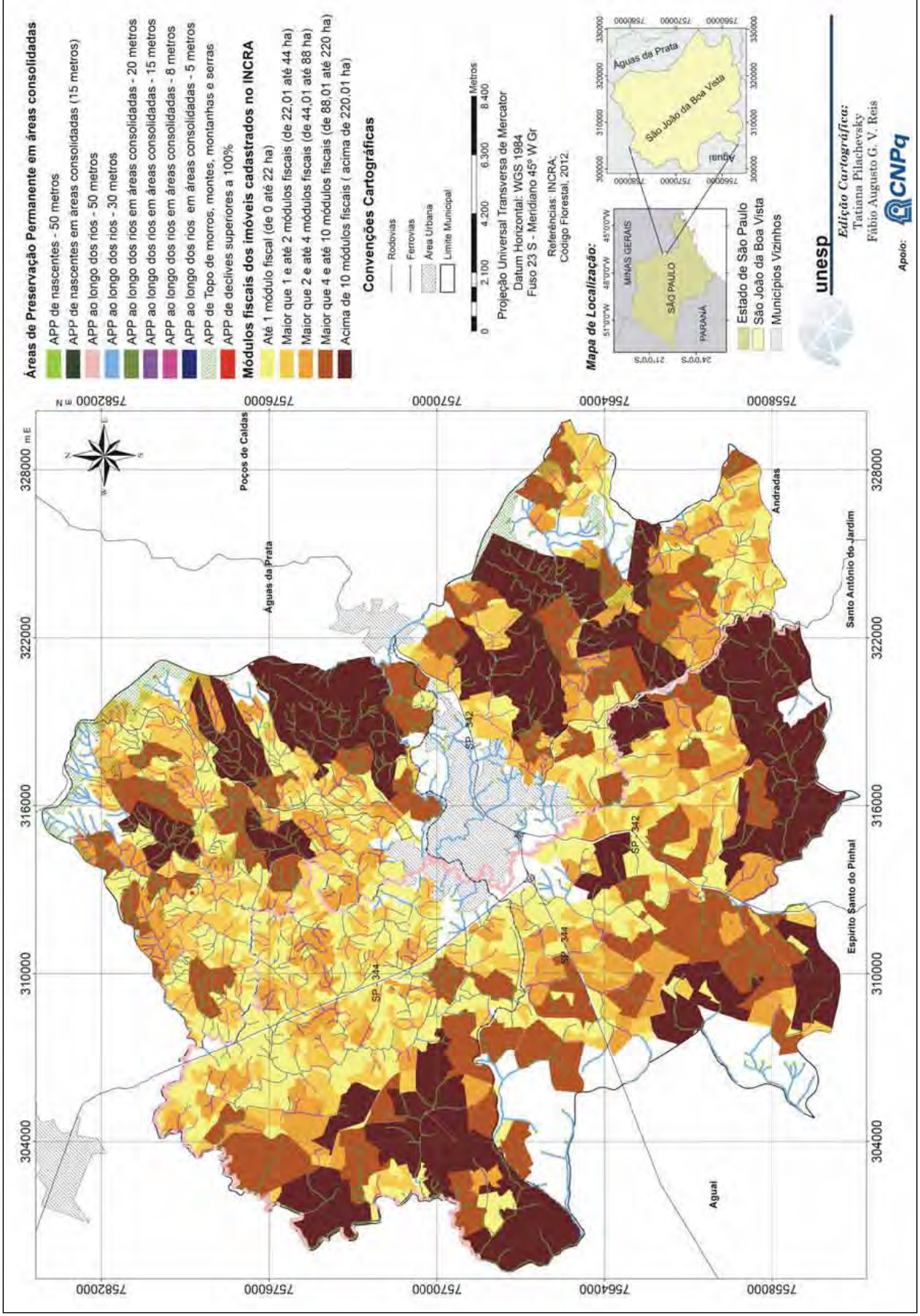


Figura 23 - Carta de Áreas de Preservação Permanente em São João da Boa Vista considerando as disposições sobre áreas consolidadas.



6.5. Carta Geoambiental: avaliações e recomendações

Por meio da interação dos resultados obtidos através do método de sobreposição, foi obtido o mapeamento das Zonas Geoambientais (figura 24 e apêndice 4). Esse mapeamento consistiu na divisão de unidades homogêneas conforme as potencialidades e suscetibilidades do terreno para ocorrência de processos do meio físico (tais como, movimentos de massa, erosão e inundação) e a adequabilidade do uso da terra no município de São João da Boa Vista.

As unidades resultantes foram as seguintes:

6.5.1. UNIDADE GEOAMBIENTAL A

A unidade geambiental A é caracterizada pela ocorrência de solos argilosos do tipo “terra roxa”, formados pela alteração de rochas intrusivas básicas e relevo de colinas médias, abrangendo a maior parte da unidade fisiográfica 2 anteriormente descrita.

Essa unidade pode ser dividida em duas sub-unidades geoambientais distintas quando se considera a atual ocupação da terra, ou seja, áreas onde as coberturas arbórea e arbustiva predominam (sub-unidade A1) e aquelas ocupadas por atividades agrícolas (sub-unidade A2).

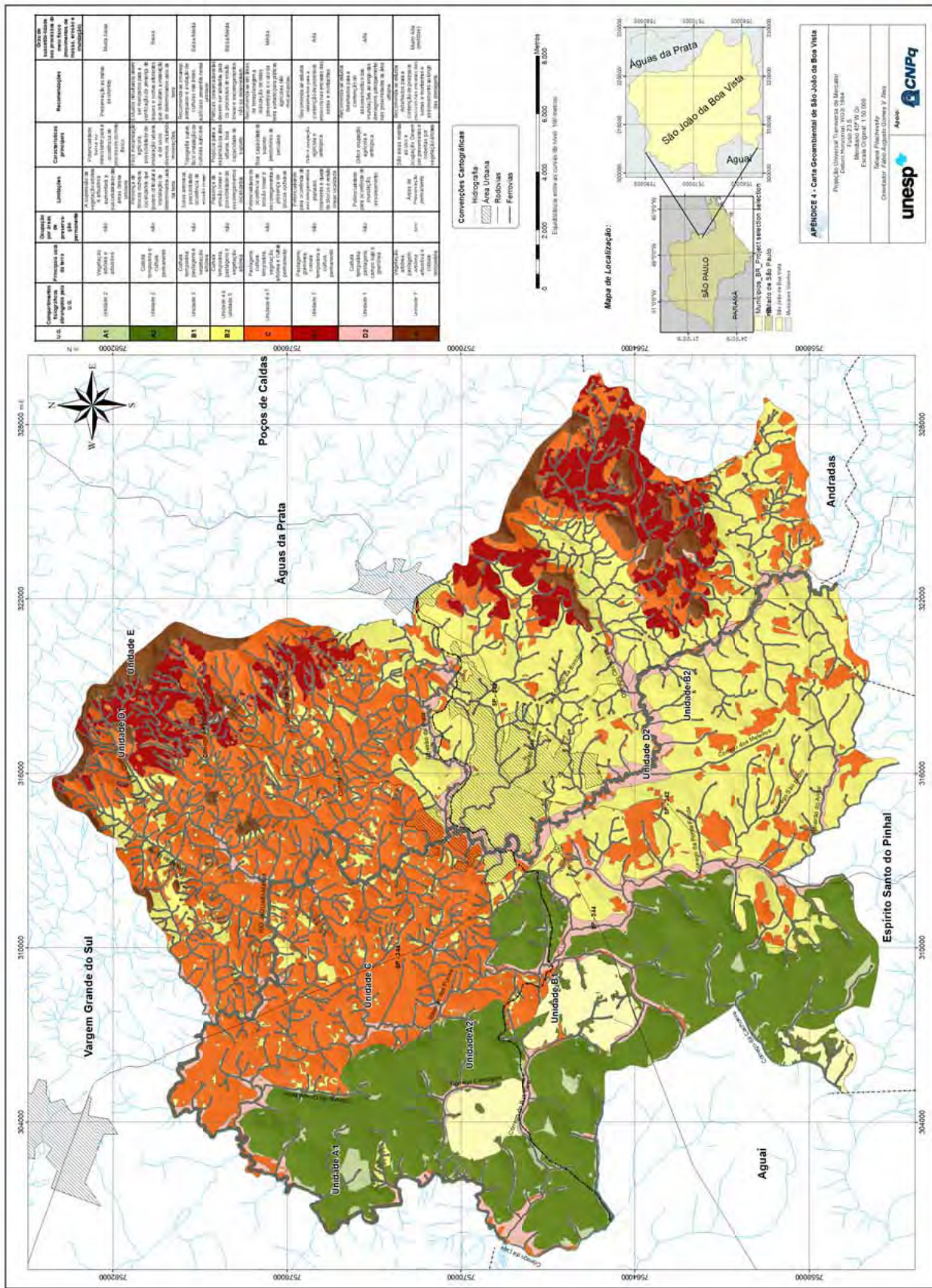
6.5.1.1. Sub-unidade geoambiental A1

Áreas que não apresentam processos relacionados a inundação, movimentos de massa e erosão, principalmente devido a 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 divisores topográficos, formando fragmentos florestais isolados, na porção oeste do município de São João da Boa Vista.

Essa sub-unidade 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, como também incrementar suas integrações por meio da implantação de corredores ecológicos.

Figura 24 - Carta Geoambiental



6.5.1.2. Sub-unidade geoambiental A2

Essa sub-unidade, por sua vez, apresenta intensa atividade agrícola já implantada, principalmente formada pelo cultivo da cana-de-açúcar. Essa cultura, juntamente com as demais culturas temporárias, ocupam 77% da área dessa sub-unidade, seguidas pelos cultivos permanentes que cobrem cerca de 14%.

Os processos erosivos podem ocorrer em pontos isolados, especialmente ao longo de estradas não pavimentadas, extrações de brita, em locais com solo exposto e em áreas agrícolas manejadas incorretamente, especialmente aquelas ocupadas por cultivos temporários. Já para inundação e movimentos de massa, não há suscetibilidade para ocorrência desses processos.

A sub-unidade A2 é adequada para a instalação urbana, no entanto, essa ocupação atualmente é pouco provável, devido à distância existente com a atual área urbana. Dessa forma, o desenvolvimento de atividades agrícolas mecanizadas se torna o uso mais apropriado (como pode ser visto na figura 25), visto que o relevo é suave e os processos geológico-geotécnicos são restritos e concentrados em taludes de rodovias e em atividades de mineração.

Recomenda-se que estudos detalhados sejam realizados nessa unidade para a verificação da presença de rochas aflorantes, que podem dificultar a instalação da ocupação urbana, industrial e a mecanização agrícola.

Figura 25 - Relevo suave da unidade A2 facilitando o cultivo de cultura temporária.



6.5.2. UNIDADE GEOAMBIENTAL B

A unidade B é composta por áreas de baixa/média suscetibilidade aos processos do meio físico. Elas são representadas pela maior parte dos compartimentos 3, 4 e 5, e possuem usos da terra diversificados, compostos por culturas temporárias (27%), pastagens (27%) e vegetação arbórea (21%), essa última se localizando especialmente nas áreas com o modelado mais dissecado em relação ao restante da unidade.

Houve a necessidade da subdivisão dessa unidade em B1 em B2 devido a ocorrência de rochas com características muito distintas, no caso da sub-unidade B1 pertencentes ao Grupo Itararé Indiviso e da sub-unidade B2 pertencentes ao embasamento cristalino (Complexo Varginha).

6.5.2.1. Sub-unidade geoambiental B1

A sub-unidade geoambiental B1 é composta pelo compartimento 3, formado pelo grupo Itararé Indiviso e por relevo de colinas médias e amplas.

Essa sub-unidade apresenta potencialidade aos processos erosivos, especialmente erosão linear, decorrentes de sua formação arenítica e de seu uso, constituído essencialmente por culturas temporárias. Além disso, o relevo aplainado forma aquíferos que devem preservados.

Recomenda-se o manejo adequado e a rotação de culturas nas áreas agrícolas presentes nessa unidade.

6.5.2.2. Sub-unidade geoambiental B2

A sub-unidade B2 é composta pelos compartimentos 4 e 5, compostos por rochas do embasamento cristalino. Ela apresenta potencialidade para o desenvolvimento de erosão linear e escorregamentos localizados em obras civis, especialmente, em locais onde são necessários cortes e aterros (como pode ser visualizado nas figuras 26 e 27).

Recomenda-se que o uso da terra nessa unidade seja destinado às atividades agrícolas pouco mecanizadas, à atividade pecuária e à expansão urbana. Entretanto, práticas conservacionistas devem ser adotadas para que os processos de erosão linear e rolamento de blocos não se desenvolvam.

Figura 26 – Cicatriz de escorregamento derivado de cortes antrópicos para construção de estradas



Figura 27 - Atividade pecuária na unidade geoambiental B. Detalhe nas feições de ravinamento causado por essa atividade



6.5.3. UNIDADE GEOAMBIENTAL C

A unidade geoambiental C representa as áreas com média suscetibilidade aos processos do meio físico (erosão, escorregamentos e rolamento de blocos). Essa unidade abrange grande parte do compartimento 6 do mapeamento das unidades fisiográficas.

O uso dessa unidade é composto principalmente por pastagens (que ocupam 32% da área); cultura temporária (19%) e vegetação arbórea (14%) e arbustiva (7%) nas áreas com o modelado mais dissecado.

Essa unidade apresenta alta densidade de drenagem, morros muito estruturados e presença de blocos rochosos que dificultam a ocupação humana. Por outro lado, a unidade oferece boa capacidade de suporte para implantação de obras civis.

Recomenda-se em áreas de terraplanagem a realização de obras preventivas contra a erosão e rolamento de blocos e o uso da terra voltado para atividades agrícolas não mecanizadas, especialmente de culturas permanentes, como é o caso do cultivo de café, laranja ou eucalipto. A expansão urbana para essa unidade poderá acarretar uma série de riscos relacionados aos processos de dinâmica superficial.

Atualmente, a unidade é composta por pastagens e culturas temporárias. As culturas temporárias e a pastagem sem o manejo adequado devem ser evitados, pois podem acelerar a ocorrência de processos erosivos, como pode ser visualizado na figura 28.

Figura 28 – Processos erosivos na unidade C



6.5.4. UNIDADE GEOAMBIENTAL D

A unidade geoambiental D é composta por áreas de alta suscetibilidade aos processos do meio físico (erosão, movimentos de massa e rolamento de blocos). Essa unidade foi subdividida duas, a unidade D1, abrangendo

essencialmente o compartimento fisiográfico 7, e a unidade D2, abrangendo grande parte das áreas das planícies aluvionares.

6.5.4.1. Sub-unidade geoambiental D1

São áreas compostas por altas declividades e amplitudes altimétricas, possuindo, conseqüente, potencialidade de ocorrência de escorregamentos (figura 29), processos erosivos severos (figura 30) e rolamento de blocos, que tornam a área inadequada para a ocupação antrópica.

A área é composta por usos diversos, sendo eles, principalmente, pastagens (31%), gramíneas (23%), culturas temporárias (21%) e culturas permanentes (19%), sendo que a vegetação arbórea e arbustiva são os usos mais adequados para a ocupação dessa unidade.

Recomenda-se a formulação de diretrizes para a contenção e prevenção de escorregamentos e erosão nas áreas de relevo montanhoso que compõe essa unidade, e a recomposição da ocupação da terra com reflorestamento.

Figura 29 – Cicatriz de escorregamento no alto da encosta em relevo montanhoso



Figura 30 – Erosão linear e *creeping* nas encostas das áreas montanhosas da unidade D1



6.5.4.2. Sub-unidade geoambiental D2

A unidade D2, também composta por áreas de alta suscetibilidade aos processos do meio físico (inundação e assoreamento), é formada pelas planícies aluvionares com baixa capacidade de suporte. São áreas inadequadas para a ocupação urbana e agrícola, visto que apresentam riscos de inundações, assoreamento e erosões, além da possibilidade de ocorrência de ondas de cheia em eventos pluviométricos excepcionais.

Os usos atuais são compostos por campo sujo (21%), cultura temporária (31%), pastagens (24%) e gramíneas (11%). As pastagens e as culturas temporárias podem agravar ainda mais a potencialidade de ocorrência de assoreamento e erosões.

Recomenda-se estudos detalhados em áreas com problemas de inundação, erosão e assoreamento, especialmente nas planícies aluvionares da área urbana, e a recomposição da mata ciliar nessas áreas.

6.5.5. UNIDADE GEOAMBIENTAL E

A unidade E representa as áreas de uso restrito, conforme prevê o Código Florestal (2012). Elas englobam Áreas de Preservação Permanente de nascentes, ao longo de drenagens, de áreas com declives superiores a 100% e de topos de morros e montanhas.

São áreas extremamente suscetíveis aos processos do meio físico. Nas áreas ao longo das drenagens, há possibilidade de ocorrência de assoreamento, erosão e inundações. Essas áreas estão presentes nas planícies aluvionares e apresentam baixa capacidade de suporte, se tornando, assim, inadequadas para a ocupação urbana e industrial.

Os usos da terra podem acelerar ainda mais a potencialidade de ocorrência de processos do meio físico. Atualmente, essa unidade é ocupada por vegetação arbórea (37%), arbórea arbustiva (8%), pastagem (24%) e cultura temporária (7%), sendo que essas duas últimas não são recomendadas para a ocupação dessa área.

A ocupação urbana inadequada nessa unidade pode ser visualizada através da figura 31, onde é clara a ausência da mata ciliar. Em seu lugar, há a ocupação das margens dos rios por edificações.

Figura 31 - Detalhe da ocupação irregular em áreas de planície aluvionar do Córrego São João. Essa ocupação irregular é afetada pela inundação do córrego nos períodos chuvosos



As áreas de topos de morros e montanhas, também inseridas nessa unidade, apresentam manto de alteração raso, altas declividades e são suscetíveis aos processos de escorregamentos, queda de blocos e erosão. Essas áreas devem ser ocupadas essencialmente por vegetação arbórea, visto que são de preservação permanente. Elas abrangem, principalmente algumas áreas das unidades 7 e 8 da compartimentação fisiográfica.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a realização dessa pesquisa demonstraram que os procedimentos metodológicos adotados podem ser realizados através de etapas de simples elaboração e baixo custo, facilitando a adoção em prefeituras de municípios de pequeno porte.

O mapeamento resultou em cinco unidades geoambientais distintas conforme as potencialidades e suscetibilidades das áreas presentes no município de São João da Boa Vista, possibilitando o planejamento para a implantação de novos empreendimentos e podendo auxiliar no planejamento das medidas de controle e prevenção de riscos associados aos processos do meio físico.

A metodologia adotada, que abarcou tanto a abordagem integrada de Zaine (2011), Vedovello e Mattos (1993, 1998) e Almeida (1964), quanto a abordagem multi-temática de Ross (1995), se mostrou eficiente. Através da adoção da compartimentação fisiográfica, não foi necessária a geração de diversos produtos (mapa geológico, pedológico, geomorfológico, etc.), contribuindo em termos de custos e tempo. E com a adoção da abordagem multi-temática foi possível realizar o cruzamento de temas muito distintos entre si, ou seja, de difícil delimitação em unidades homogêneas pela análise da fisiografia.

Além disso, com a realização dessa pesquisa chegou-se a conclusões semelhantes às verificadas na bibliografia específica. Conforme a afirmativa de Vedovello e Mattos (1993), os critérios interpretativos utilizados para a elaboração da compartimentação fisiográfica permitiram a inferência dos fatores geológico-geotécnicos de acordo com as verificações de campo. E conforme Oliveira et al. (2007), Vedovello e Mattos (1998) e Ross (1995), o mapeamento obtido por meio da análise geoambiental traz informações capazes de embasar estudos de planejamento territorial.

Outro aspecto a ressaltar, refere-se ao uso, nesse trabalho, de imagens de média resolução, como as imagens Landsat TM, que assim como nos estudos de Silva et al. (2010), Nascimento e Garcia (2005), Oliveira et al. (2007) e Cardoso et al. (2009), foram capazes de salientar satisfatoriamente os elementos texturais do relevo. O uso de imagens de alta resolução para o

suporte das análises, como proposto nos métodos desse trabalho se mostrou desnecessária para as análises fisiográficas. Por outro lado, foi possível verificar que a precisão do mapeamento do uso e cobertura da terra depende tanto da qualidade da imagem utilizada, quanto do cenário analisado. Imagens atuais possibilitam a realização de mapeamentos mais precisos.

Quanto as unidades geoambientais delimitadas, a unidade A e suas respectivas sub-unidades representam as unidades de menor suscetibilidade aos processos do meio físico e são as mais adequadas para a utilização da mecanização agrícola e a implantação de culturas temporárias.

A unidade B é a mais adequada para o avanço da área urbana, visto que já abrange a maior parte da cidade e apresenta o modelado pouco dissecado. Ainda assim, medidas de controle devem ser adotadas para a minimização da potencialidade de ocorrência de erosão.

A unidade C apresenta média suscetibilidade e apesar de apresentar boa capacidade de suporte essa unidade apresenta características fisiográficas (médias declividades e amplitudes, modelado dissecado, entre outras) que podem acelerar a ocorrência de processos do meio físico dependendo do uso a que se destina. Dessa forma, medidas de contenção do crescimento urbano para essa área devem ser tomadas.

A unidade D1 (abrangendo as áreas de serras) e D2 (abrangendo as áreas de planícies) são áreas de alta suscetibilidade aos processos do meio físico. São áreas em que a ocupação por qualquer uso se torna difícil exigindo práticas mitigadoras constantes.

A unidade E, por sua vez, abrange áreas de uso restrito, definidas pela legislação ambiental como áreas de preservação permanente. São áreas que devem ser preservadas e destinadas à recuperação ambiental, pois apresentam muito alta suscetibilidade de ocorrência de processos do meio físico. Apesar de essa área estar ocupada em sua maior porção por vegetação arbórea e arbustiva, outros usos são encontrados, devendo ser substituídos por reflorestamento.

Portanto, espera-se que os resultados aqui obtidos possam dar suporte às decisões de planejamento no município de São João da Boa Vista e os procedimentos metodológicos possam servir de apoio na elaboração de zoneamentos geoambientais nos diversos municípios brasileiros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M. **Os fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, v. 4, 1964.

AMORIM FILHO, O.; SERRA, R.V. Evolução e perspectivas do papel das cidades médias no planejamento urbano e regional. In: ANDRADE, T.; SERRA, R. V. **Cidades Médias Brasileiras**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001.

ARAÚJO FILHO, M. C.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. Proposta de um sistema hierárquico de classificação de cobertura da terra baseado na análise de imagens de satélite. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2291-2298. CD-ROM, On-line. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.12.47>>. Acesso em: 12/08/2011.

ASWATHANARAYANA, U. **Geoenvironment: an introduction**. Rotterdam: A.A. Balkema, 1995.

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

BOGGIONE, G. de A., et al. Definição da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1739-1746. CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.03.28/doc/1739-1746.pdf>. Acesso em 05/01/2012.

BOURNE, R. Regional survey and its relation to stocktaking of agricultural and forest resources of the British Empire. **Oxford Forestry Memoirs**, v.13, p. 7-62, 1931.

BRASIL. **Decreto nº 24.643**, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código das Águas, 1934.

BRASIL. **Decreto-Lei 1.985**, de 29 de março de 1940. Código de Minas. Brasília, DF, 1940.

BRASIL. **Lei nº 4.504**, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da terra. Brasília, DF, 1964.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Código Florestal. Brasília, DF, 1965.

BRASIL. **Lei nº 6.766**, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do solo urbano. Brasília, DF, 1979.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1981.

BRASIL. **Lei nº 9.785**, de 29 de janeiro de 1999. Altera a lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Brasília, DF, 1999.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 4.297**, de 10 de julho de 2002. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Brasília, DF, 1965.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos**. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia) – Instituto Nacional Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 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.

CARVALHO JUNIOR W. ; CHAGAS C. S. ; PEREIRA N. R. ; STRAUCH J. C. M. Elaboração de zoneamentos agropedoclimáticos por geoprocessamento: soja em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, 2003,p. 379.

CASTRO , J.C.; WEINSCHÜTZ, L.C.; CASTRO, M. R.. (2005) Estratigrafia de seqüências das formações Taciba e Rio Bonito (Membro Triunfo) na região de Mafra/SC, leste da Bacia do Paraná. In: **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 27-42, nov. 2004.

CAVALCANTE, et al. **Relatório Final de Geologia**. Brasília: Ministério das Minas e Energia - Departamento Nacional da Produção Mineral, 1979.

CHRISTIAN, C. S.; STEWART, G. A. **General Report on Survey of Katherine Darwin Region, 1946**. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, Land Research Series 1, 1953.

CIPREJIM. **Sistema de informação da bacia hidrográfica do Rio Jaguari Mirim bases para a conservação e proteção de mananciais superficiais relatório técnico**. 2010. Disponível em: http://www.ciprejim.net/index_arquivos/Diagn%C3%B3stico%20da%20Bacia%20do%20Rio%20Jaguari%20Mirim.pdf. Acesso em: 03/06/2012.

CORVALÁN, S. B. **Zoneamento ambiental da APA Corumbataí (SP) de acordo com critérios de vulnerabilidade ambiental**. 2009. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2009.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Banco de dados hidrometeorológicos**. 2012. Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=72%3Ahidrometeorologia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30. Acesso em 17/07/2012.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Folha Campinas. São Paulo, 1982a.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Folha Ribeirão Preto. São Paulo, 1982b.

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

DIAS, R. R.; MATTOS, J. T. zoneamento ecológico-econômico no Tocantins: comparação de resultados usando um mesmo método em diferentes datas. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 61, v. 04, 2009.

DI GREGORIO, A. **Land cover classification system (LCCS), version 2:** classification concepts and user manual. Rome: FAO, 2004.

DNPM. **Projeto Sapucaí :estados de Minas Gerais e São Paulo:** relatório final de geologia. Brasília: DNPM, 1979.

EMBRAPA. Desenvolvimento de metodologia em SIG para zoneamento ecológico: estudo de caso da bacia do Ribeirão do Gama, DF. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2001.

FENNEMAN, N. M. Physiographic subdivision of the United States. **Geology**, n. 24, nov. 1916. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1091163/pdf/pnas01946-0032.pdf>>. Acesso em: 30/03/2012.

FERREIRA, C. J.; PENTEADO, D. Mapeamento de risco a escorregamento e inundação por meio da abordagem quantitativa da paisagem em escala regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 11., 2011, São Paulo. **Anais...**, ABGE, São Paulo, 2011. CD-ROM.

FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. **Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rarv/v28n4/22611.pdf>. Acesso em 12/12/2012.

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

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.

FONTES, S. B. ; PEJON, O. J. . Uso da técnica de avaliação do terreno em estudos de zoneamento geoambiental. In: **8º Congresso Nacional de Geotecnia**, 2002, Lisboa. Anais do 8º Congresso Nacional de Geotecnia. Lisboa, 2002. v. 3. p. 1749-1757.

FRITZSONS, E.; CORREA, A. P. A. **O Zoneamento Ecológico-Econômico como Instrumento de Gestão Territorial.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2009. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/Doc190.pdf>>. Acesso em 12/11/2011.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE.
Apresenta informações e dados sobre os municípios paulistas. 2010.
 Disponível em: < <http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em: 28 fev. 2012.
 FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE.
Índice Paulista de Responsabilidade Social. 2010. São Paulo: Assembleia
 Legislativa do Estado, 2010. Disponível em: < <http://www.seade.gov.br/>>.
 Acesso em: 28 fev. 2012.

GENDEREN, J.L. van. Testing land-use map accuracy. In: **Photogrammetric engineering and remote sensing.** Vol. 43, N. 9, set. 1977, p. 1135-1137.

GINEVAN, M. E. Testing Land-Use Map Accuracy: Another Look.
Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. v. 45, n. 2, 1979, p. 167-176.

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.

GUPTA R.P., JOSHI B.C. Landslide hazard zoning using the GIS approach- A case study from the Ramganga catchment, Himalayas. **Engineering Geology**, v. 28, 1990, p. 119-131.

GUY, M. Quelques principes q quelque experience sur la metodologia de la photointerpretation. In: **Simposium International de Photointerpretation**, 2., 1966 Paris. Paris: Acte. v.1, 1966. p. 02-41.

HERBERTSON, A. The major natural regions: an essay in systematic geography. **Geographical Journal**, mar.1905.

INCRA. 2009. Cadastro de imóveis rurais. Disponível em: www.incra.gov.br. Acesso em 20/09/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de Aguaí.** São Paulo: IBGE, 1972a. SF-23-Y-A-3-1. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de Pinhal.** São Paulo: IBGE, 1972b. SF-23-Y-A-III-2. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de Poços de Caldas**. São Paulo: IBGE, 1972c. SF-23-V-C-VI-4. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de São João da Boa Vista**. São Paulo: IBGE, 1972d. SF-23-V-C-VI-3. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados e informações sobre as cidades brasileiras com base nas pesquisas e censo realizado no ano de 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 20/01/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados e informações sobre as cidades brasileiras com base nas pesquisas e censo realizado no ano de 2003**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 20/01/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados e informações sobre as cidades brasileiras com base nas pesquisas e censo realizado no ano de 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 20/01/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados e informações sobre as cidades brasileiras com base nas pesquisas e censo realizado no ano de 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 20/01/2012.

INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Formações Geológicas de superfície**: Folha Geológica Aguaí. São Paulo: IG, 1983. SF-23-Y-A-III-1. Escala 1:50.000.

INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Formações Geológicas de superfície**: Folha Geológica São João da Boa Vista. São Paulo: IG, 1982. SF-23-V-C-VI-3. Escala 1:50.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981a. Escala 1:1.000.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981b. Escala 1:500.000.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistemas de Informações Geográficas**, 2010. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/pgsere/Hara-L-T-1997/cap2.pdf>. Acesso em 14/08/2011. Acesso em: 26/08/2011

JIMÉNEZ- RUEDA, J.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.

JORGE, M. do C. O. **Zoneamento ambiental do município de Ubatuba – SP**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2004.

KAWAKUBO, F.S. et al. 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.

KRONKA, F.J.N, et al. **Inventário florestal das áreas reflorestadas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 2005.

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.

LIU, XIAOPING ; LAO, CHUNHUA ; LI, XIA ; LIU, YILUN ; CHEN, YIMIN. An integrated approach of remote sensing, GIS and swarm intelligence for zoning protected ecological areas. **Landscape Ecology**, v. 23, mar., 2012, p, 447 – 467.

LOUSADA, E. O.; CAMPOS, J. E. G. Integração de dados geológicos, geofísicos e de Sensoriamento Remoto para a locação de poços tubulares em aquíferos fraturados. **Revista Geociências**, UNESP, v. 24, n. 2, p. 173-180, 2005.

MAACK, R. **Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná**. Curitiba: IBPT, 1950.

MACHADO, F. B.; NARDY, A. J. R. ; OLIVEIRA, M. Geologia e aspectos petrológicos das rochas intrusivas e efusivas mesozóicas de parte da borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, p. 64-81, 2007.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2010.

MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo**: estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo: IGEOG, 1973.

NASCIMENTO P. S.R.; GARCIA G.J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.231-241, 2005.

OHARA, T. **Zoneamento geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul, SP, com sensoriamento remoto**. 1995. 235p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

OHARA, T.; JIMÉNEZ- 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**, 33(2-Suplemento), p. 173-182, junho de 2003.

OLIVEIRA, T. A. de, et al. Utilização de técnica de fotointerpretação na compartimentação fisiográfica do município de Cananéia, SP – apoio ao planejamento territorial e urbano. **Revista Geociências**, UNESP, v. 26, n. 1, p. 55-65, 2007.

PAULA, J. P. L. de; ZAINÉ, J. E.; LIMA M. S.; OLIVEIRA, E. M. de. Análise fisiográfica aplicada à elaboração de mapa geológico-geotécnico de região da Serra do Mar e Baixada Santista. **Revista Geociências**, UNESP, v. 27, n. 2, p. 249-264, 2008.

PONÇANO, W.L. et al. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2 v.,1981. (Publicação IPT 1183 - Monografias 5).

PULLEN, H. N.; PATTERSON, M. W. Applications and trends of remote sensing in professional urban planning. **Geography Compass**. v. 5, n. 5, p. 249-261, 2011.

RAY, R. G. **Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológicos**. São Paulo: IGG Agrônômico, 1963.

REIS, F.A.G.V.; FRANCO, A.C.M., PERES, C.R.; BRONZEL, D.; RAFAELA, E. PONTES, F.F.F.; GUIZARD, J.; RAFALDINI, M. E.; GIORDANO, L. C. Diadnóstico ambiental em minerações de areia e argila no rio Jaguari Mirim, município de São João da Boa Vista (SP). **Revista Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 115-134, 2005.

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

RIVERAU, 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.

RODRIGUEZ, J. M. Geografia das paisagens, geoecologia e planejamento Ambiental (entrevista). **Formação**, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Presidente Prudente, v. 1, n. 10, p. 7-27, 2003.

ROSTIROLLA, S.P.; APPI, C. J.; MANCINI, f; KRAFT, R.P.; BARTOSZECK, M. K. Fraturas controladoras da migração de fluidos nos arenitos Vila Velha, Grupo Itararé, Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, V. 31(3), P. 349-356, set., 2002.

ROSS, J.L.S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH, USP, São Paulo, n. 9, p. 65-75, 1995.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: HUCITEC, 1988.

SANTOS, M. **A urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1998.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

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

SHIMBO, J. Z.; MICHELIN, C. M.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Zoneamento geoambiental como subsídio ao planejamento agroambiental. Casos: Dois assentamentos rurais no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

SILVA, C. S. G. da.; AGUIAR FILHO, V. de A. O zoneamento ambiental como instrumento da política nacional do meio ambiente e do desenvolvimento: uma perspectiva sobre os centros urbanos. **Revista Jurídica Orbis**, 2010. Disponível em: <<http://www.cesrei.com.br/ojs/index.php/orbis/article/view/13/6>>. Acesso em: 20/01/2011.

SILVA, P.C. F. DA; 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, J. dos S. V. da; SANTOS, R. F. da. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p.221-263, maio/ago 2004.

SOARES, P.C.; FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícias Geomorfológicas**, v.32, n. 6, p. 71-104,1976.

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.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S. Metodologia para mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO

DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2005. p.3606-3615.

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

UNSTEAD, J.F. A system of regional geography. **Geography**, n. 18, p. 185-187, 1933.

VALE, R. C. ; BRITTO LOBAO, J.S. ; ROCHA, W. de J. S.; CSECO NOLASCO, M. Contribuicoes das geotecnologias ao zoneamento ambiental do setor sul do parque Nacional Chapada Diamantina/BA. **Ra'e Ga**, v. 16, jul. 2008, p.149.

VALERIANO, D. M. **Processamento digital de dados do MS-Landsat aplicado ao mapeamento da cobertura da terra da planície costeira do rio Tubarão, S.C.:** metodologia e estimativa de exatidão de classificação. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1985.

VAZ, L.F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. **Solos e Rochas**, São Paulo, v.19, n. 2, p.117-136, 1996.

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, Ipoçuca, PE. **Anais...**, CD-ROM.

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.

VEDOVELLO, R.; MATTOS, J.T. Zoneamento geotécnico, por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico – aplicação em expansão urbana. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., 1993, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: INPE, 1993. p. 155-162.

VELOSO, H. P.; GOES FILHO, L. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico Radam-Brasil**: série vegetação, n.1, p.1-80, 1982.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E.dos. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. Apostila do Curso de Sens. Remoto. São José dos Campos: INPE, 1982.

WERNICK, E.; PENALVA, F. Contribuição à geologia do Grupo Pinhal (SP e MG). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 10, p.43-62, 1980.

YANG, D.W. ; QIU, Q.Y. ; LIU, W.J.Complementary zoning frameworks for sustainable management of eco-economic capital: a case study of Lijiang, China. **Journal of Mountain Science**, v. 9, p.760-769, 2012.

ZACHARIAS, A. A. **A Representação Gráfica das Unidades de Paisagem no Zoneamento Ambiental**. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

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.; GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.