
ECOLOGIA

MEIRE MATEUS DE LIMA

**ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO
MUNICÍPIO E REGIÃO DE FRANCA-SP**



Rio Claro
Outubro/2009

MEIRE MATEUS DE LIMA

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO E REGIÃO DE FRANCA-SP

ORIENTADOR: PROF. DR. JAIRO ROBERTO JIMÉNEZ-RUEDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Ecóloga.

Rio Claro
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro/2009

574.5 Lima, Meire Mateus de
L732z Zoneamento geoambiental do município e região de Franca-SP /
Meire Mateus de Lima. - Rio Claro-SP : [s.n.], 2009
120 f. : il., figs., gráfs., tabs. + mapa

Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual
Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda

1. Ecologia. 2. Zoneamento geoambiental. 3. Planejamento. 4. Uso e
ocupação do solo e água. 4. Sustentabilidade. I. Título.

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

“Se não houverem frutos, valeu a beleza das flores,
Se não houverem flores, valeu a sombra das folhas,
Se não houverem folhas, valeu a intenção da semente.”

(Henfil)

Dedico este trabalho àqueles que me
apoiaram e acreditaram que eu era
capaz de seguir adiante, meus Pais,
Irmãos e Amigos queridos!

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Jairo Roberto Jiménez-Rueda, my corazón, pela paciência, apoio e orientação constantes neste longo período de “desenvolvimento” deste trabalho.

À Prefeitura Municipal de Franca-SP por ter disponibilizado hospedagem, alimentação e transporte para os campos.



À minha turma da Ecologia (2004), primeiro por terem camelado nos campos da disciplina, o que me deu vários dados =), especialmente à Faixa 11 (Bia, Chewbaquinha e But), foi bom trabalhar com vocês! E, depois, por terem me aguentado tanto tempo... Afinal, quatro anos passam rápido, mas neste tempo são vários trabalhos, vários grupos, vários campos, várias noites acordados para terminar um relatório, enfim, é tempo suficiente para fazer amigos pra vida toda. Obrigada!!!! E quaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaatro, quatro, quatro, quatro, quatro, 2004!

À minha agora ex-Rep., as Margarita's, que saudades que já tenho... A Gabi, ehh companheira pra toda hora, a Amira, não é por que as pessoas viajam pra longe que não são lembrados, né?!, a Mari, minha bixetezinha querida, que tantas vezes me emprestou o carro, e, é claro, a Nico, a cã de guarda mais linda e carinhosa que existe e minha companhia nos fins-de-semana. Valeu!

Ah é, agradecimentos especiais pela ajuda com o ArcGis e com o projeto como um todo, aos Léos que, além de serem os agregados 'mor' das Margarita's, me deram a maior força com o Gis; e ao pessoal da sala do Jairo: Fabiano, Daniel, Luziane, Marcel, Yuri, Sayuri e Elizandra, sempre dispostos a ajudar. Very, very thanks!

Aos meus PAItrocinadores oficiais, o seu Zé e a dona Graciana (tia Nana) a quem tantas vezes tive que recorrer. Amo vocês!

Putz, agora, citar nomes é tão difícil, né?! É tanta gente... Vai que me esqueço de alguém...

Assim, agradeço a todos que de alguma forma influenciaram ou fizeram parte da minha vida aqui em RC, afinal, são quase seis anos já. Nunca me esquecerei de vocês! Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
2.1. OBJETIVOS GERAIS	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	10
3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	10
3.2. URBANIZAÇÃO	10
3.3. DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	12
3.4. ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS	14
3.5. ECONOMIA	15
4. METODOLOGIA	16
4.1. DIAGNÓSTICO ZERO	16
4.2. COLETA DE DADOS E MATERIAIS	16
4.3. ELABORAÇÃO DE CARTAS BÁSICAS E CARTAS DE ANÁLISE.....	17
4.3.1 Hidrologia.....	18
4.3.2 Morfometria	19
4.3.3 Estrutural/Tectônico	19
4.3.3.1 Morfoestrutural	19
4.3.3.2 Feições Tectônicas	20
4.3.4. Geomorfologia/Fisiografia	21
4.3.5. Pedologia	21
4.4. ELABORAÇÃO DO ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL INTEGRADO	22
4.5. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS	22
5. DIAGNÓSTICO ZERO	23
5.1. GEOLOGIA E GEOTECTÔNICA	23
5.1.1. <i>Bacia do Paraná</i>	23
5.1.2. <i>Empilhamento Litoestratigráfico</i>	24
5.1.2.1. <i>Coberturas Cenozóicas</i>	24
5.1.2.1.1. <i>Coberturas Paleógenas-Neógenas Indiferenciadas</i>	24
5.1.2.1.2. <i>Formação Itaqueri</i>	25
5.1.2.2. <i>Grupo Bauru</i>	25
5.1.2.2.1. <i>Formação Marília</i>	26
5.1.2.3. <i>Grupo São Bento</i>	28
5.1.2.3.1. <i>Formação Pirambóia</i>	28
5.1.2.3.2. <i>Formação Botucatu</i>	28
5.1.2.3.3. <i>Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas</i>	29
5.2. GEOMORFOLOGIA	30
5.2.1. <i>Província Geomorfológica das Cuestas Basálticas</i>	31
5.2.2. <i>Domínios e Unidades de Relevo</i>	32
5.3. HIDROLOGIA	35
5.4. VEGETAÇÃO	38
5.5. CLIMA	40
5.6. PEDOLOGIA	43
5.6.1. <i>Latossolos</i>	44
5.6.1.1. <i>Correlação entre os Latossolos levantados por Brasil (1960) e por Oliveira et al. (1999)</i>	44
5.6.2. <i>Argissolos</i>	46
5.6.3. <i>Cambissolos</i>	47
5.6.4. <i>Solos Hidromórficos</i>	47
5.6.5. <i>Regosol</i>	48
5.6.6. <i>Neossolos</i>	48
5.6.6.1. <i>Subordem encontrada na região de Franca (classificação segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SBCS) (EMBRAPA, 1999)</i>	48

5.6.6.2. *Relação das classes de solos registradas no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960) e nas cartas-base utilizadas na elaboração do Mapa Pedológico (OLIVEIRA et al., 1999) com as classes estabelecidas pelo SBCS*49

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
6.1. CLIMA ATUAL x USO DO SOLO.....	51
6.2. HIDROLOGIA	57
6.2.1. <i>Padrão de Drenagem</i>	57
6.2.2. <i>Densidade de Confluências</i>	59
6.3. MORFOMETRIA.....	59
6.3.1. <i>Isobases</i>	60
6.4. ESTRUTURAL/TECTÔNICO.....	62
6.4.1. <i>Morfoestruturas</i>	63
6.4.2. <i>Morfotectônica</i>	66
6.4.2.1. <i>Lineamentos Estruturais</i>	67
6.4.2.1. <i>Traços de Fratura</i>	70
6.5. CLASSES DE DECLIVIDADE	72
6.6. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA.....	74
6.6.1. <i>Legenda Fisiográfica</i>	75
6.6.2. <i>Interpretação Fisiográfica</i>	78
6.7. SOLOS E SUBSTRATOS.....	81
6.7.1. <i>Pontos de Amostragem</i>	81
6.7.2. <i>Substratos encontrados</i>	83
6.8. ZONAS E SUBZONAS GEOAMBIENTAIS	85
6.8.1. <i>ZGA 1 – Depósitos flúvicos</i>	90
6.8.1.1. <i>SZGA 1.1 - Neossolos Regolíticos</i>	90
6.8.1.2. <i>SZGA 1.2 - Cambissolos Flúvicos/Neossolos Flúvicos/Organossolos</i>	91
6.8.1.3. <i>SZGA 1.3 - Gleissolos Gravitacionais/Cambissolos Gleicos</i>	92
6.8.1.4. <i>SZGA 1.4 - Neossolos Flúvicos/Cambissolos</i>	94
6.8.1.5. <i>SZGA 1.5 - Neossolos Flúvicos/Cambissolos Flúvicos/Argissolos Vermelho-Escuros</i>	96
6.8.2. <i>ZGA 2 – Depósitos gravitacionais</i>	98
6.8.2.1. <i>SZGA 2.1 - Argissolos Vermelhos</i>	98
6.8.2.2. <i>SZGA 2.2 - Cambissolos/Argissolos Vermelhos</i>	101
6.8.2.3. <i>SZGA 2.3 - Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos</i>	102
6.8.2.4. <i>SZGA 2.4 - Cambissolos</i>	104
6.8.2.5. <i>SZGA 2.5 - Cambissolos/Neossolos/Argissolos</i>	105
7. CONCLUSÕES	108
8. BIBLIOGRAFIA	110
9. ANEXOS	118
9.1. ANEXO 1: MAPA DAS UNIDADES FISIAGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE FRANCA-SP	119

RESUMO

O município de Franca-SP situa-se na Província Geomorfológica das Cuestas Basálticas no nordeste paulista, a qual possui características ambientais próprias. De uma forma geral, a região de Franca enfrenta problemas ambientais como a suscetibilidade à erosão linear e laminar, aos movimentos de massa e ao assoreamento dos canais de drenagem. Estes problemas, por sua vez, induzem a situações socioeconômicas, como o incremento da pobreza, aglomeração urbana e, uma emergente demanda da sociedade por mudanças no âmbito da gestão local. Assim, devem ser efetuados estudos detalhados sobre o meio, a fim de minimizar e/ou evitar tais problemas. Desta forma, propôs-se a realização do Zoneamento Geoambiental, o que implica no levantamento, análise, interpretação e correlação dos diferentes componentes ambientais, visando dar subsídio a órgãos públicos e proprietários rurais, tanto na fase de planejamento como na implantação de culturas agrícolas, pecuária, reflorestamento e uso da água superficial (lençol freático), de maneira racional e ambientalmente sustentável, garantindo assim a ocupação adequada do solo e a melhor conservação dos recursos naturais. O trabalho iniciou-se com a organização e reinterpretação dos dados pré-existentes (topográficos, geológicos, pedológicos, geomorfológicos, morfoestruturais, de coberturas de alteração intempérica e sócio-econômicos) e geração e/ou reorganização de novos dados e propostas para a minimização dos impactos sócio-ambientais (rede de drenagem, hipsométricos, morfométricos, tectônicos, geológicos, geomorfológicos, climáticos e bióticos) com a utilização de técnicas de fotointerpretação de diversos sensores remotos e de campo. Deste modo, a correlação de todas as informações geoambientais relativas ao município proporcionou a delimitação das suas zonas e subzonas geoambientais e de suas respectivas capacidades de suporte para seu uso, efetivando assim, o Zoneamento Geoambiental do município de Franca-SP, baseado numa abordagem interdisciplinar, voltado para um uso mais racional e se possível, uma reorganização física de seu ambiente.

Palavras Chave: Zoneamento Geoambiental, Planejamento, Uso e Ocupação do Solo e Água, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo é o maior centro econômico/financeiro do Brasil, onde estão instalados complexos industriais e empresariais. O nordeste paulista encontra-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Sapucaí/Grande. E, especificamente, o município de Franca situa-se na Província Geomorfológica das Cuestas Basálticas (IPT, 1981), a qual possui características ambientais próprias.

Os principais problemas ambientais da região envolvem a suscetibilidade à erosão linear e laminar, aos movimentos de massa e ao assoreamento dos canais de drenagem. Estes problemas, por sua vez, induzem a situações socioeconômicas, como o incremento da pobreza, aglomeração urbana e, uma emergente demanda da sociedade por mudanças no âmbito da gestão local. O que têm levado à busca de soluções que promovam o crescimento econômico com sustentabilidade ambiental. Através dos mecanismos à disposição do Poder Público, passíveis de serem utilizados no âmbito territorial, percebe-se que o Zoneamento Geoambiental têm se destacado como instrumento estratégico em busca da compatibilização entre o desenvolvimento econômico, a qualidade ambiental e o auxílio ao Plano Diretor dos Municípios (obrigatório pelo Art. 182 da Constituição Federal de 1988 para municípios com mais de 20.000 habitantes urbanos) que objetiva ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, os espaços habitáveis e o desenvolvimento econômico municipal.

Para que ocorra a utilização efetiva do Zoneamento e consequente Diagnóstico Geoambiental em ações diretas da administração pública. A escala de análise deve ser regional/local, para evitar generalizações excessivas e permitir a participação dos atores sociais envolvidos, com autonomia administrativa, para tornar possível a execução das políticas públicas.

Muitos dos problemas e das potencialidades do município de Franca só podem ser compreendidos em função de seu contexto regional. Daí a necessidade de se ter uma visão, ainda que sumária, da Região de Franca e das relações que se estabelecem entre seus componentes.

A elaboração do Diagnóstico Geoambiental pressupõe uma abordagem transdisciplinar, que considere a dinâmica do sistema ambiental e da relação socioeconômica,

estabelecendo interações e articulações entre os componentes. A aplicação destes princípios deve estabelecer o grau de vulnerabilidade da área, permitindo a projeção de seu comportamento futuro diante das diversas alternativas de expansão e integração da estrutura produtiva no processo de ocupação e uso do território. Assim gera-se uma visão geral da realidade regional, com a compreensão e dimensionamento dos problemas, para que se possa intervir adequadamente através de planos de ação normativos e prioritários.

Partindo desse contexto, foi proposto o *Zoneamento Geoambiental do Município e Região de Franca-SP*, com a finalidade de nortear ações de planejamento para o uso e ocupação do solo e da água, visando sua preservação frente às adversidades ambientais.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

- Realizar o Zoneamento Geoambiental do município e região de Franca-SP voltado ao uso e ocupação sustentável do solo e da água. Gerando subsídios para a administração pública, norteadas pelas disposições do Plano Diretor do Município de Franca, de 17 de janeiro de 2003, privilegiando a comunidade com propostas de soluções para problemas urgentes.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer o Diagnóstico Zero do município;
- Interpretar a geologia e pedoestratigrafia para definir as zonas de uso e propor a separação das classes do mesmo;
- Fazer a interpretação fisiográfica com base na imagem de satélite (1:200.000) e construir o mapa fisiográfico através da integração das informações de levantamentos anteriores e fotos aéreas;
- Estabelecer a evolução da paisagem mediante o método das isobases;
- Construir as cartas temáticas da fisiografia, geologia e pedologia da região, relacionadas à erosão, sua evolução e possíveis meios de controle, através da caracterização das zonas de variação de máximos; frequência de lineamentos estruturais e zonas de cruzamentos de lineamentos estruturais;
- Estabelecer as relações litoestratigráficas e aloestratigráficas locais;
- Determinar as Zonas e Subzonas Geoambientais para o município;
- Definir os usos e as ocupações mais adequados para cada subzona;
- Orientar a tomada de decisões quanto a medidas de controle para os problemas ambientais encontrados, bem como a melhor forma de uso sustentável do solo.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

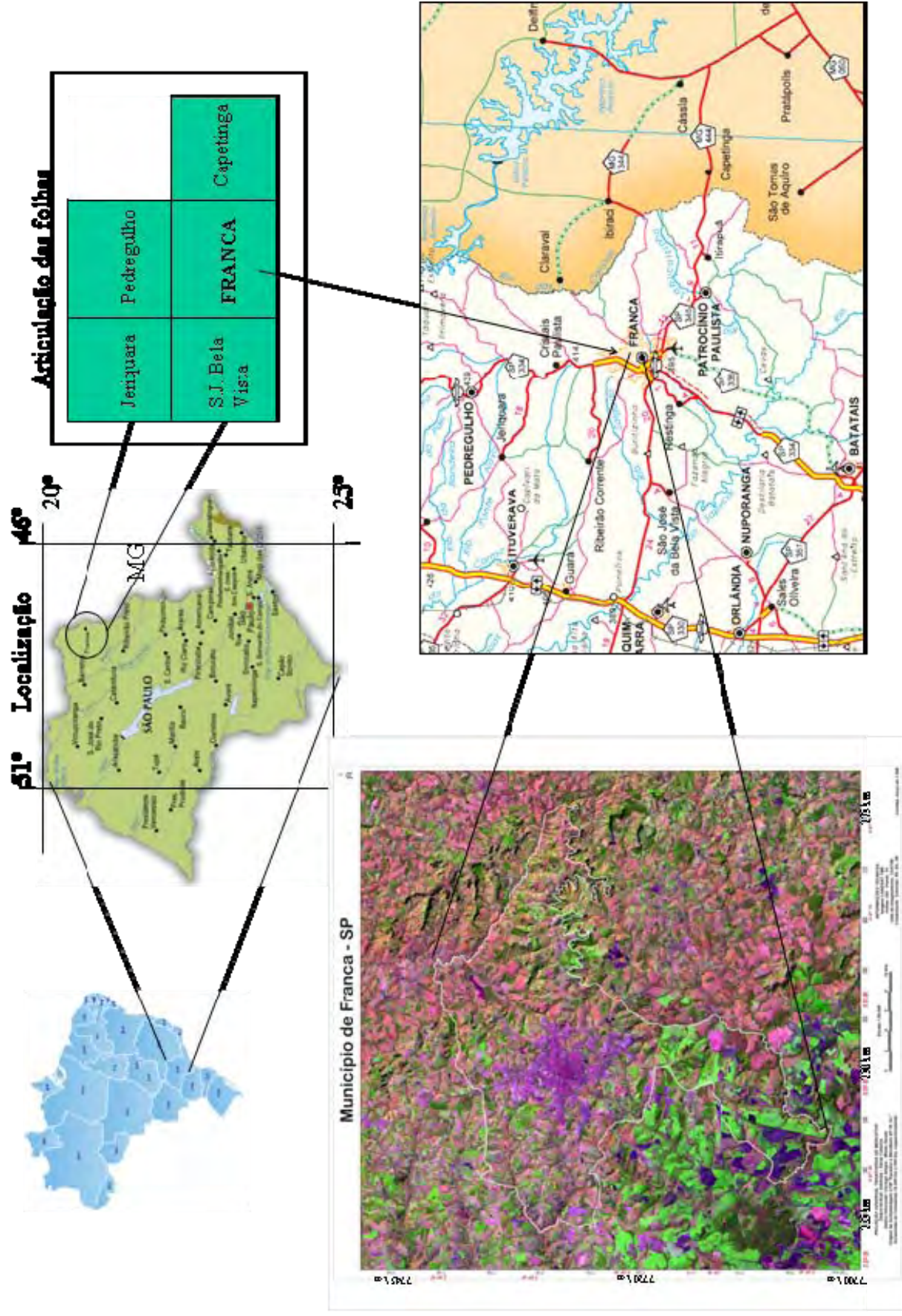
3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Franca localiza-se no nordeste do estado de São Paulo, ocupa uma área de 609 km², sendo 84 km² da área urbana (2002), fica a uma altitude média de 1.040 m (em planalto variando de 760 a 1.160 m) e distancia-se 401 km, por rodovia, da capital do estado. Limita-se com os municípios de Cristais Paulista, Batatais, Restinga, Patrocínio Paulista, Claraval, Ibiraci, Ribeirão Corrente e São José da Bela Vista (FIGURA 1).

3.2. URBANIZAÇÃO

O acelerado crescimento da cidade de Franca, ao longo dos últimos 25 anos, vem resultando num processo de ocupação que, além de extensivo, é predatório. Os processos erosivos se ampliaram, tanto pela canalização dos córregos e construção de avenidas às suas margens (que absorveram vultosos investimentos de recursos do município em obras inadequadas, sujeitas a contínuos desmoronamentos), quanto pela ausência de um controle efetivo sobre as obras de infra-estrutura dos loteamentos para a população de baixa renda.

Em Franca a expansão urbana vem se dando através de loteamentos aprovados pela Prefeitura, servidos por redes de água, esgoto tratado e energia elétrica. Não há ocorrências de loteamentos clandestinos e a população da única favela que se constituiu na cidade foi transferida para unidades habitacionais. Por outro lado, verifica-se que as questões relacionadas à erodibilidade do solo não foram consideradas para aprovação dos loteamentos, o que colaborou para a proliferação de voçorocas e o consequente aumento no número de moradores em situações de risco.



O Plano Diretor do Município, de 17 de janeiro de 2003, promulga (Seção V, art. 18) que o controle do uso e ocupação do solo, em cada macrozona, será direcionado pelos seguintes pressupostos:

- I. Adequação dos mecanismos de controle à dinâmica da cidade;
- II. Definição das atividades e do porte das edificações possíveis de se instalar, em função do sistema viário existente ou projetado, das condições morfológicas do sítio, das condições ambientais e do potencial de incomodidade de cada atividade;
- III. Definição de parâmetros de área construída, tamanho do terreno e inserção na malha urbana para avaliação de impacto urbanístico de grandes empreendimentos;
- IV. Definição de atividades geradoras de incomodidade;
- V. Definição de parâmetros que garantam a convivência de diferentes atividades não geradoras de incomodidades no território.

A urbanização, uma das formas mais drásticas de alterações ambientais, impõe estruturas pouco permeáveis, fazendo com que ocorra a diminuição da infiltração e o aumento da velocidade das águas superficiais.

O município de Franca é considerado um dos mais críticos em relação à ocorrência de processos erosivos oriundos da ocupação inadequada e representados por voçorocas de grande porte distribuídas por toda a área urbana e pela expansão de ravinas (IPT, 1995).

Devido às ravinas serem erosões lineares de grande porte causadas exclusivamente pela concentração do escoamento superficial, não há contribuição dos fluxos das águas subsuperficiais ou subterrâneas.

As voçorocas também podem se desenvolver por influência dos escoamentos superficiais, mas nesses processos são fundamentais os mecanismos desencadeados pela ação dos fluxos de água subterrânea.

Segundo estimativas do IBGE, em 2008, o município conta com uma população de 327.176 habitantes, sendo que cerca de 2,5% destes residem na zona rural (NOSSO SÃO PAULO, 2009).

3.3. DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

Até o início de 1985, Franca destinava os resíduos gerados na cidade para os lixões a céu aberto espalhados pelo município, a partir de abril deste ano, os resíduos passaram a ser depositados na antiga Voçoroca das Maritacas, ainda em forma de lixão e sem critérios técnicos de operação. O local, muito próximo aos bairros densamente habitados, acabou sendo

interditado por pressão da população. Com isso, os resíduos passaram a ser enviados e depositados em uma área da “Fazenda Municipal”, mantendo-se como um lixão.

Em maio de 1992, os resíduos de origem domiciliar passaram a ser enviados para a Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo “Antoine Laurent de Lavosier”, adquirida como alternativa de solução definitiva para os problemas ambientais instalados no município.

Os resíduos na Fazenda Municipal foram simplesmente cobertos com terra e o local foi abandonado, sofrendo erosão da superfície e afloramento de líquidos (chorume), ocasionados por taludes mal formados e excessivamente inclinados.

Com a implantação da usina de compostagem, os resíduos de serviços de saúde passaram a ser coletados separadamente e depositados precariamente em valas escavadas na Fazenda Municipal. Essa precariedade na destinação destes resíduos fez com que o incinerador municipal, após sofrer melhorias, voltasse a funcionar, entretanto, a licença para seu funcionamento não foi obtida.

Em 2002, a Prefeitura foi advertida (AIIPa nº 27000557 de 03/07/02) por dispor no solo de forma inadequada os resíduos de serviços de saúde gerados na cidade, tendo-se exigido a imediata paralisação dessa prática e os citados resíduos foram destinados para instalações aprovadas pela CETESB.

A disposição destes resíduos na Fazenda Municipal foi paralisada e no lugar do equipamento de incineração foi colocado um container para recepção dos resíduos coletados pela Prefeitura, que passou a ser encaminhado semanalmente para tratamento e disposição na cidade de Paulínia, pela empresa Silcon Ambiental. Os resíduos gerados pelo Hospital Regional de Franca e pelo Hospital Unimed são, atualmente, coletados pela empresa Ambitec que os trata e deposita na cidade de Guará.

Todavia, em nenhum momento as recomendações de qualidade do tratamento e disposição final dos resíduos foram atendidas.

No passado, além do despejo dos resíduos nos cursos d’água, boa parte dos esgotos industriais escorreram pelo solo ou então foram levados e despejados diretamente, seja como fertilizante em culturas agrícolas ou simplesmente descartados em terrenos com as mais diversas características.

Além do curtimento do couro com crômio, os retalhos, pós e serragem, oriundos do processo de preparação do primeiro também eram despejados nos cursos d’água e em terrenos baldios. Os retalhos, levados para os leitos dos rios pela enxurrada, se amontoavam às suas margens. Isto era comum na região de Franca e, com certeza, ainda ocorre em estados sem fiscalização.

As principais fontes potenciais de poluição do solo em mineração são a deposição de resíduos decorrentes do processo de beneficiamento e do material inerte.

Os resíduos sólidos perigosos caracterizam seu potencial poluente, geralmente, através do fenômeno da lixiviação ou do carreamento superficial. O que gera diferentes concentrações e, conseqüentemente, diferentes potenciais poluidores. As concentrações finais variam conforme a difusão no meio, sendo ela mais lenta no solo do que na água ou ar. Dessa forma, a alocação de resíduos sólidos no solo pode ocasionar problemas de difícil solução na sua estocagem final.

São vários os métodos de controle da poluição em solos, entre eles se destacam a deposição controlada de estéril de mineração e a reabilitação vegetal.

As indústrias que manufacturam o couro são fontes de poluição contínua. Todos os processos envolvidos produzem resíduos líquidos que contém, além de outros componentes tóxicos, cromo e cádmio. Estes resíduos são dispostos aleatoriamente nas proximidades e nos arredores da cidade ou mesmo nos cursos d'água.

Esses resíduos são despejados em valas, numa vertente de elevação constituída por basaltos fraturados de textura fina, tipo comum na região (Formação Serra Geral). Essa litologia propicia concentração nas fraturas e alguma distribuição dos poluentes pela matriz.

3.4. ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS

Segundo o CATI (2003), o município de Franca apresenta uma área cultivada de 32.194 ha (TABELA 1), sendo que os mais expressivos são a braquiária (19.916,50 ha), o café (4.424,90 ha), o milho (2.639,10 ha), as gramíneas (2.158,00 ha), a soja (911,30 ha) e a cana-de-açúcar (848,60 ha).

TABELA 1: Culturas e área cultivada no município de Franca-SP (CATI, 2003).

CULTURAS	ÁREA (ha)
Braquiária	19.916,50
Café	4.424,90
Milho	2.639,10
Gramíneas	2.158,00
Soja	911,30
Cana-de-açúcar	848,60
Eucalipto	627,30
Verduras e legumes	431,10
Frutas	94,40
Arroz	75,90
Sorgo	49,40
Outras florestais	9,70
Outras olerícolas	6,70
Viveiros (café e ornamentais)	1,10
TOTAL	32.194,00

3.5. ECONOMIA

O município de Franca é a maior cidade calçadista do país, possuindo mais de 700 indústrias de grande e médio porte. Com produção em grande escala voltada para exportação, a cidade leva seus produtos a várias partes do mundo, como EUA, Europa, Ásia e América Latina.

Segundo Vieira (1971), no pólo de Franca existe uma concentração de micros e pequenas empresas (MPE), que abrangem 70% do número total de empresas; as grandes empresas, 10% e as médias, 20% do total. Este pólo conta também com uma série de empresas prestadoras de serviços para a indústria calçadista, as chamadas “bancas de despono” (terceirização de etapas intensivas em mão-de-obra, como costura, pespono e corte do couro).

O município possui ainda um dos maiores pólos de lapidação de diamantes do mundo e o comércio também se destaca na cidade. Além da população local, grande parte dos moradores da região dependem do comércio francano.

4. METODOLOGIA

O estudo se dá a partir da implantação de uma sistemática de trabalho iniciada com a atualização e adequação do conhecimento anteriormente gerado por diversas fontes a nível regional, com relação aos constituintes bióticos e abióticos, e posteriores expedições de campo para observação *in situ* destes constituintes, resultando na melhor compreensão dos processos e evolução da paisagem.

Assim, para que fossem alcançados os objetivos previstos, as seguintes etapas foram seguidas:

4.1. DIAGNÓSTICO ZERO

O Diagnóstico Zero consiste num levantamento bibliográfico e cartográfico, permitindo o reconhecimento da área de estudo, reinterpretando e homogeneizando informações sobre o meio e detectando os problemas apresentados nos levantamentos anteriores. Uma revisão bibliográfica complementar foi realizada para dar base aos mapas geológico, pedológico e fisiográfico, assim como à sua interpretação, zoneamento e, posterior, diagnóstico ambiental.

4.2. COLETA DE DADOS E MATERIAIS

Foi utilizada bibliografia geral e específica, cartas topográficas dos municípios de Franca (SF-23-V-A-V-1), Pedregulho (SF-23-V-A-II-3), São José da Bela Vista (SF-23-V-A-IV-2), Capetinga (SF-23-V-A-V-2) e Jequara (SF-23-V-A-I-4) desenvolvidas pelo IBGE em 1972 (escala 1:50.000) e produtos de sensoriamento remoto (fotografias aéreas de agosto de 1995, em escala 1:25.000 e, imagens orbitais – LANDSAT 7 ETM+, path/row: 220/074, imageada em 30/04/2003, resolução de 15 m), que foram tratados de forma digital e/ou analógica; mapas temáticos; produtos e softwares GIS; além de observações e coletas em campo. Estes materiais foram obtidos através das bibliotecas universitárias e municipais, Departamento de Petrologia e Metalogenia (IGCE), assim como do Instituto de Biociências

(IB) da UNESP de Rio Claro, da prefeitura de Franca, órgãos ambientais e do setor de planejamento.

Convém ressaltar que a utilização de mapas e fotografias aéreas não dispensa a averiguação *in situ* dos detalhes observados, pois é esta ação que dá o dinamismo e a mobilidade da imagem, transformando-a em paisagem geográfica.

As áreas foram selecionadas após caracterização da geologia, geomorfologia e pedologia até então descritas, de acordo com seu potencial de representatividade frente à região.

Os pontos de amostragem foram localmente selecionados e interpretados e suas propriedades e características puderam ser extrapoladas para áreas homólogas adjacentes, definindo limites geológicos e pedológicos sem que, no entanto, características particulares fossem desconsideradas, objetivando a geração de mapas temáticos e informações atualizadas sobre a área, a partir da análise e extração de dados de cartas topográficas, como a análise da rede de drenagem, da morfoestrutura, morfometria e tectônica (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993). Para assim, poder propor um plano de manejo adequado para a área, com enfoque no manejo das bacias hidrográficas, visando promover a reorganização físico-espacial e o aperfeiçoamento do uso e ocupação do solo e água, através de práticas mitigadoras para a erosão.

4.3. ELABORAÇÃO DE CARTAS BÁSICAS E CARTAS DE ANÁLISE

A reinterpretação das condições hidrológicas (rede hidrológica e a densidade de drenagem), hipsométricas (altos e baixos topográficos), morfométricas (diferentes níveis de base e topos), morfoestruturais (alto e baixo estrutural), tectônicas (lineamentos estruturais, traços de juntas, áreas com grande fraturamento), geológicas, geomorfológicas, pedológicas e bióticas, adquiridas a partir de revisão bibliográfica e cartográfica e da interpretação de cartas topográficas e sensores remotos (através dos quais se adquire a fundamentação), permitiu estabelecer as zonas e subzonas geoambientais de acordo com a fisiologia da paisagem. Com isso, grandes limites geológicos e pedológicos puderam ser definidos sem que, no entanto, características particulares fossem desconsideradas, objetivando a geração de mapas temáticos e informações atualizadas sobre a área em questão.

Os mapas pedoestratigráfico, geológico, fisiográfico e de suscetibilidade ambiental foram organizados e reinterpretados tendo em vista o planejamento correto de uso e ocupação do solo e da água da região, para isso foram realizadas inspeções de campo para a verificação

e confirmação das zonas mapeadas e as feições morfoestruturais. O mapa pedoestratigráfico é a representação gráfica dos diferentes estratos característico-diagnósticos das sequências pedogênicas representativas das diversas modificações pelas quais a área em estudo passou.

Os Mapas de Cobertura de Alteração Intempérica e Morfoestrutural por se encontram em formato analógico foram scaneados e digitalizados, com o auxílio do *software AutoCad 2004*, para posteriormente serem inseridos em uma plataforma GIS, juntamente com os novos produtos.

De acordo com a metodologia desenvolvida na área do município de Franca, por Piedade (2006), partiremos para a análise das cartas topográficas e sua rede de drenagem que, segundo Hasuy (2000), são os elementos da paisagem mais sensíveis aos movimentos tectônicos e mais importantes para os estudos tectônicos e neotectônicos.

Os mapas serão formatados em ambiente GIS, possibilitando sua inserção em bancos de dados geográficos georreferenciados pré-existent.

4.3.1 Hidrologia

As cartas topográficas possuem grande quantidade de informações e para que essa não fique ainda mais saturada são representados apenas os principais canais de drenagem, geralmente os canais que se apresentam escoamento superficial (perene). No entanto, existem canais de drenagem que apresentam escoamento superficial apenas em épocas de chuvas (intermitente), sendo necessário a sua representação pelo adensamento da rede de drenagem, pois podem ser evidências de movimentos tectônicos mais recentes. Esse tem como base as curvas de nível, sendo as vertentes convexas receptoras de águas pluviais, que formam uma rede de canais intermitentes de 1ª e 2ª ordem, que dão origem ao ordenamento das Bacias Hidrográficas e, que ao se unir, à jusante, com os canais perenes, gera a carta básica de drenagem.

A análise da rede de drenagem permite conhecer a hidrodinâmica regional, obter informações sobre o arranjo estrutural regional e local e é de suma importância para avaliar as condições de estabilidade e suscetibilidade das diversas bacias afluentes. É um dos instrumentos para a análise da fragilidade ambiental e suscetibilidade a erosão. Foi realizada uma revisão e complementação do trabalho de PIEDADE (2006).

- *Carta básica*: Rede de Drenagem.

- *Carta de análise*: Densidade de Drenagem.

4.3.2 Morfometria

Corresponde à análise e definição das isobases (mesmo nível de base) e das superfícies de erosão generalizadas, sendo correlacionáveis com as superfícies geomorfológicas, depósitos sedimentares, movimentos tectônicos e a idade relativa desses (HERNÁNDEZ, 1994). Também permite estabelecer os altos e baixos topográficos locais que, quando relacionados com os altos e baixos morfoestruturais, indicam aspectos hidrológicos, como o nível do lençol freático e aquífero, e contribui na determinação da circulação de água e potencial erosivo da área (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993).

Assim, a partir das cartas básicas de drenagem, foi realizada a hierarquização da rede de drenagem, segundo Strahler (1952). Com a ordenação dos canais fluviais e a geração de isobases de mesma ordem, foi realizada a análise dos diferentes níveis de base e topos, possibilitando a compartimentação da área em diferentes blocos com características altitudinais semelhantes, proporcionando a definição da idade relativa dos movimentos tectônicos e das superfícies de erosão. Para a geração das isobases foi utilizado o *software SURFER 8* (método de interpolação por Krigagem). Os níveis de base e topos correlacionados com a bibliografia existente e os horizontes diagnósticos (VAI) fornecem informações sobre a gênese e origem dos depósitos sedimentares, movimentações tectônicas e formas de relevo, essa etapa foi realizada segundo Hernández (1994), denominada de análise morfométrica.

- *Carta básica*: Mapas de Isobases (várias ordens de drenagem).

4.3.3 Estrutural/Tectônico

Contribui para melhor delimitar as subzonas geoambientais, em função do grau de dissecação e variação altimétrica da área, como também, na definição da ruptibilidade, ductibilidade, erodibilidade e suscetibilidade ambiental.

4.3.3.1 Morfoestrutural

Permite identificar as anomalias da rede de drenagem e diferenciar feições estruturais existentes como altos estruturais (positivas) e baixos estruturais (negativas). Para a correta determinação das feições estruturais deve ser feito um reconhecimento em campo, a partir dos horizontes diagnósticos (PONTE, 1969; JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1989; JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993; IBGE, 1995).

- *Cartas de análise:* Assimetria; Linhas de Forma (altos e baixos estruturais), principais lineamentos e áreas muito fraturadas.

4.3.3.2 Feições Tectônicas

As feições tectônicas a serem analisadas são os alinhamentos (lineamentos estruturais) e lineações (traços de máximos de juntas) de drenagem.

A análise das lineações caracteriza as zonas de variações de máximo de traços de juntas, que apontam regiões com grande variação de tensão, sendo áreas rúpteis e com alta suscetibilidade à erosão (MATTOS et al., 2002). A extração e análise dos lineamentos estruturais e traços de juntas, a partir da rede de drenagem, possibilitam verificar a frequência, distribuição e sentido das falhas e juntas, identificando áreas com maior deslocamento e/ou rompimento na estrutura. O que permite delimitar áreas intensamente fraturadas, isto é, mais tectonizadas e instáveis, consequentemente, com maior potencial erosivo e necessidade de cuidados (CRISÓSTOMO NETO, 2002).

A extração das feições foi realizada segundo Veneziani e Anjos (1982), que definem as lineações de drenagem como segmentos retilíneos de elementos texturais e a disposição destes em linha reta definem os alinhamentos. Os traços de junta serão obtidos na carta básica de drenagem e extraídos a partir do reconhecimento de lineações de drenagem de 1ª e 2ª ordem, que constituem feições fortemente estruturadas unidirecionalmente, que indicam a principal direção da rede de drenagem (RODRIGUES, 2000). Os lineamentos estruturais serão obtidos a partir da drenagem de ordens maiores, devidamente alinhadas, esses evidenciam as áreas de alívio tectônico rúptil provocado, na maioria das vezes, por processo cataclástico, indicando maior ou menor ocorrência de cisalhamentos (RODRIGUES, 2000).

Com a extração dos traços de junta e lineamentos estruturais, foram gerados os mapas de zonas de variação de máximos, frequência de lineamentos estruturais, cruzamentos de lineamentos estruturais, utilizando os *softwares* ArcGis e *SURFER* (método de interpolação Krigagem), através do qual será gerada a representação gráfica das curvas de isovalores.

- *Cartas básicas:* Traços de juntas; Densidade (frequência de lineamentos).

- *Cartas de análise:* Zonas de variação de máximos de traços de juntas; Isovalores de Densidade de Lineamento.

4.3.4. Geomorfologia/Fisiografia

As Zonas Geoambientais foram delimitadas pela constatação dos limites físicos concretos, mais especificamente as aloformações e depósitos recentes. O uso da fotointerpretação é de grande importância no levantamento e identificação dos diferentes tipos de solo e unidades da paisagem representadas por eles, podendo definir os melhores locais para seu uso e ocupação. Assim, os produtos de sensores remotos foram interpretados pela análise fisiográfica proposta por Goosen (1968), Botero (1978) e Villota (2003), estabelecendo a compartimentação das principais unidades da paisagem e, posteriormente, a análise de elementos para um maior detalhamento das unidades. Foram avaliadas as propriedades geodinâmicas de acordo com o grau de dissecação de cada unidade.

- *Cartas de análise*: Mapa Fisiográfico.

4.3.5. Pedologia

A caracterização morfogenética das paisagens, mediante a análise das propriedades e respectivos registros das intensidades das interações dos fatores e processos intempéricos de mantos autóctones e alóctones, regolitizando-os e/ou saprolitizando-os parcial ou totalmente. Tais registros determinam e permitem definir em que ambiente exo-endogênico originaram-se as diversas sequências pedogênicas presentes em muitas das paisagens atuais.

O levantamento de solos permite estabelecer o potencial de uso e ocupação, tendo como objetivo o planejamento e o gerenciamento dos cultivos e criações, a serem implantados na área, e os impactos que poderão ocorrer na paisagem. As verificações de campo e laboratório, quando necessário, são de vital importância para a definição precisa das zonas e a divisão destas em subzonas.

Nos campos foram analisados e interpretados os perfis de estrada, tradagens e trincheiras (perfis estratigráficos, formais e aloformais), realizados ensaios expeditos de plasticidade, textura e mineralogia e, testadas as propriedades dos minerais para a melhor subdivisão e caracterização das zonas e subzonas geoambientais.

A nomenclatura dos solos aplicada em campo baseou-se no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos -SBCS (EMBRAPA, 2006), sendo que foram necessárias adaptações e critérios incluídos no texto, no que tange a legenda detalhada dos solos, que ainda não foram bem definidos no SBCS, podendo corresponder ao 5º, por vezes ao 6º, nível categórico.

- *Cartas de análise*: Zoneamento Geoambiental (zonas e subzonas).

4.4. ELABORAÇÃO DO ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL INTEGRADO

Para a definição das zonas geoambientais foram seguidos os seguintes critérios: quebra do relevo, variação textural, de tonalidades e drenagens, altitude relativa das formas de relevo, forma das vertentes, densidade e padrão de drenagem, assim como os reconhecimentos de campo.

A análise integrada das diferentes temáticas (cartas morfoestruturais, morfométricas, de lineamentos, variação de máximos e de zonas e subzonas geoambientais) permitiu interpretar e classificar as características do meio físico e sua relação com os impactos gerados pela implantação de obras de engenharia, uso agrícola e instalações urbano-industriais.

Para geração e integração das cartas de análise foram utilizados softwares de edição (AutoCad), geoestatística (Surfer) e geoprocessamento (ArcGis e Spring), obtendo uma melhor qualidade e confiabilidade do produto final, apresentado na escala de 1:150.000.

Os dados e informações foram armazenados em um banco de dados geográficos digital georreferenciado em ambiente GIS, com o apoio do *software ArcGis 9.0*, facilitando a manipulação, visualização, atualização e reprodução cartográfica (CAETANO, 2006). Para o tratamento e agrupamento dos diferentes dados e cartas temáticas foram utilizadas as técnicas de álgebra de mapas e operação *Booleana*, seguindo a proposta implantada por Crepani et al. (1996), Barbosa et al. (1998) e Caetano (2002).

4.5. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

A avaliação do mapeamento geoambiental, para suportar a interferência provocada pela implantação de culturas e criações inadequadas, foi elaborada a partir das propriedades geológicas/geotécnicas do meio físico, obtidas através da análise das zonas e subzonas e os demais aspectos estruturais, esculturais e geopedológicos. Dessa forma, a avaliação teve como objetivo modelar as interações entre a ocupação e o meio, definindo as potencialidades e limitações de uso do meio físico.

O Zoneamento Geoambiental contribui de forma decisiva em atividades agrícolas, recursos hídricos, gestão ambiental, planejamento urbano, obras de engenharia civil, dentre outros usos. Pois reúne informações integradas do meio físico e fornece subsídios a um planejamento e/ou gerenciamento ambiental adequado, através da proposição de planos de manejo para a área, com enfoque às bacias hidrográficas, visando otimizar o uso do solo e da água, por meio de práticas mitigadoras de voçorocamentos e assoreamento de corpos d'água.

5. DIAGNÓSTICO ZERO

5.1. GEOLOGIA E GEOTECTÔNICA

Franca encontra-se na região nordeste do estado de São Paulo e ocorre junto à borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, apresenta rochas do Permo-Carbonífero até o Cretáceo Superior, incluindo os derrames de rochas básicas intrudidos no pacote sedimentar e ainda sedimentos Neoceno-zóicos capeando as superfícies.

Segundo Almeida et al. (1980), esta porção da Bacia do Paraná sofre forte influência tectônica dos terrenos geológicos localizados no sudoeste do estado de Minas Gerais, os mesmos apresentam uma evolução tectônica Proterozóica bastante complexa comparada à evolução Fanero-zóica da bacia, pois regionalmente ocorrem unidades geotectônicas Pré-Cambrianas em contato direto com uma bacia sedimentar Fanero-zóica que, além de possuir um comportamento ascensional expressivo durante o Mesozóico, com atividades magmáticas gerais, apresenta forte controle estrutural balizado pela atividade Neotectônica durante o Cenozóico.

5.1.1. Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná estende-se na maior parte do estado de São Paulo, classificada como intracratônica, com acumulação de grande espessura de sedimentos, lavas basálticas e *sills* de diabásio (IPT, 1981a). No contexto regional, onde está inserida a área de estudo, ocorrem desde rochas sedimentares neopaleozóicas do Super-Grupo Tubarão (Sub-Grupo Itararé, Formação Aquidauana e Formação Tatuí) e do Grupo Passa-Dois (Formação Irati e Formação Corumbataí), rochas mesozóicas do Grupo São Bento (Formação Pirambóia, Formação Botucatu e Formação Serra Geral), *sills* de expressão regional (*Sill* Borda da Mata), Formação Itaqueri e Grupo Bauru, até coberturas cenozóicas e quaternárias indiferenciadas (colúvio-aluviais) mais recentes (SOARES e SOUZA, 1973; IPT, 1981a; HASUI e HARALYI, 1991; HELLMEISTER JR, 1997), conforme observa-se na Figura 2.

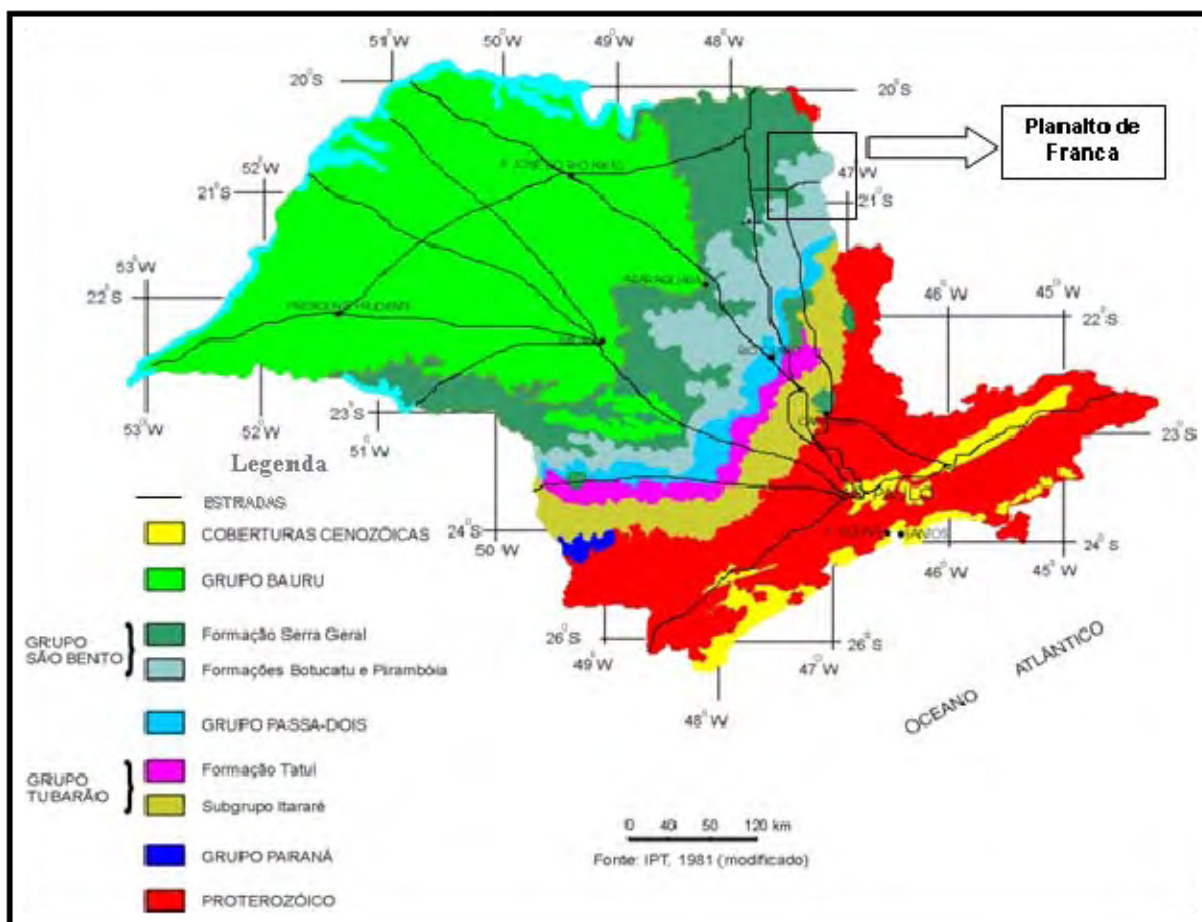


FIGURA 2: Mapa Geológico simplificado do estado de São Paulo com destaque para a região de Franca (IPT, 1981a).

5.1.2. Empilhamento Litoestratigráfico

5.1.2.1. Coberturas Cenozóicas

5.1.2.1.1. Coberturas Paleógenas-Neógenas Indiferenciadas

Fulfaro e Suguio (1974) identificam que esses sedimentos são mal estruturados e facilmente confundidos com solos residuais, pois muito se assemelham ao material de alteração das rochas regionais, denotando curto transporte com características torrenciais, a partir de altos regionais.

Também foram descritas as coberturas associadas aos vales dos principais rios, especialmente dos rios Pardo e Sapucaí-Mirim, eles têm origem fluvial (cascalhos, areias e argilas), com camadas de sedimentos texturalmente imaturos e são interpretados como testemunhos de discreta sedimentação fluvial pretérita, no caso dos terraços alçados, ou ocupam a planície de inundação dos atuais vales dos rios.

5.1.2.1.2. Formação Itaqueri

A Formação Itaqueri, definida por Almeida e Barbosa (1953), ocorre nas serras de Itaqueri e São Pedro, além de ocorrências isoladas no extremo nordeste do estado de São Paulo, entre os municípios de Pedregulho, Franca e Batatais.

Ocorre em mancha irregular no reverso da cuesta basáltica, isolada de outras coberturas pós-basálticas, suas partes mais elevadas representam testemunhos da antiga extensão do Planalto Ocidental, foi observada espessura máxima de 125 metros (ALMEIDA e BARBOSA, 1953). Litologicamente é constituída por “membros alternados de arenitos com cimento argiloso, folhelhos e conglomerados”. Predominam inteiramente os arenitos, sendo os demais de extensão limitada, geralmente corpos lenticulares alongados e camadas de “conglomerados basais”, existindo na maior parte da Formação.

Depósitos em situação semelhante ocorrem na região de Franca, compondo sequência de arenitos, siltitos e conglomerados oligomíticos com estruturas hidrodinâmicas, porém com seixos e calhaus de composição predominantemente quartzítica e quartzosa, que foi considerado por Hellmeister Jr. (1997) como Formação Franca de idade Terciário Inferior. Esta Formação apresenta área de ocorrência bastante interessante, pois ocorrem nos interflúvios das principais estruturas geomorfológicas da região de Franca, capeando, na maioria das vezes, os derrames basálticos da Formação Serra Geral.

O processo de ferruginização, segundo Ranzani et al. (1972), não está restrito a esses depósitos, podendo afetar os arenitos subjacentes. Esta situação caracteriza o final da elaboração da mais antiga superfície Pós-Cretácea, datando assim os depósitos em foco correlativos da Superfície do Japi, o que permitiria incluí-los na sequência Itaqueri.

5.1.2.2. Grupo Bauru

De acordo com Fulfaro et al. (1994), o Grupo Bauru distribui-se pelos estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná. Soares et al. (1980) e Almeida et al. (1980) classificam, da base para o topo, as formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

Já para Fernandes e Coimbra (2000), tal grupo é composto pelas Formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe (antiga Formação Adamantina definida por Soares et. al, 1980), Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília, incluindo ainda Analcimitos Taiúva (rochas vulcânicas localmente intercaladas na sequência). Assenta-se sobre basaltos do

Grupo São Bento, do qual é separado por não-conformidade, além de apresentar passagem gradual, lateral e recorrente para o Grupo Caiuá (Formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio).

O ciclo Bauru corresponde, segundo Soares e Landim (1973), a uma sedimentação fluvial com arenitos extremamente imaturos tanto nas texturas, quanto na mineralogia apresentada. Soares et al. (1980) apontam idade entre o Aptiano-Maastrichtiano (Cretáceo) para estes sedimentos.

Litologicamente, o Grupo Bauru é composto na base por arenitos e conglomerados polimíticos, com abundantes seixos de basalto, já o topo da sequência Bauru é composto por arenitos finos a conglomeráticos, com cimento calcífero, passando localmente a calcários conglomeráticos. Na região de Franca, o Grupo Bauru é representado pela Formação Marília, ocorrendo como manchas restritas de arenitos imaturos de caráter lamítico, recobrando também porções restritas de sedimentos da Formação Itaqueri (SOARES et al., 1980).

5.1.2.2.1. Formação Marília

Para Landin et. al (1980), esta Formação é composta por arenitos grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, ricos em feldspatos, raramente apresentam estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados, ocorrem raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos calcáreos. Eles afirmam também que tal Formação se diferencia facilmente das outras unidades pela dominância de grãos grosseiros, níveis de conglomerados com seixos de quartzo, opala, basalto e argilito, com o caráter maciço dos bancos. Ocorrem abundantemente nódulos carbonáticos irregulares esparsos nos arenitos, concentrados em níveis epigenéticos ou em bolsões ou lentes por retrabalhamento.

Já para Fernandes e Coimbra (2000) esta Formação está dividida em três Membros: Serra da Galba, Ponte Alta e Echaporã, descritos abaixo.

O *Membro Serra da Galba* é formado por estratos lenticulares de arenitos e arenitos conglomeráticos, de espessura decimétrica a métrica, com frequente estratificação cruzada, de médio a pequeno porte. Contêm ainda intercalações menos expressivas de lentes de conglomerados e lamitos. Segundo Barbosa et. al (1970), sua espessura máxima atual corresponde a 110 m. Fernandes e Coimbra (2000) afirmam ainda que tal Membro é formado por arenitos imaturos, frequentemente conglomeráticos, de coloração amarela pálida a avermelhada e por lamitos amarrozados, às vezes com clastos esparsos, imersos na matriz.

Em geral, os arenitos apresentam estratificação cruzada de médio e pequeno porte. Seu contexto deposicional corresponde a leques aluviais com sistemas fluviais entrelaçados associados, e eventual alternância de depósitos de pequenas dunas eólicas.

O *Membro Ponte Alta*, segundo Suguio et. al (1975), tem espessuras entre 10 e 20 m, sendo que este membro e o anterior ocorrem intimamente associados, o primeiro constitui intervalo estratiforme, definido por forte cimentação carbonática, no interior do segundo e, regionalmente, a passagem entre os dois é gradual. Fernandes e Coimbra (2000) afirmam que o *Membro Ponte Alta* é formado por calcários impuros, intensamente cimentados por CaCO_3 , o que lhes confere aspecto maciço, dentre eles estão o calcário arenoso de aspecto maciço (corpos lenticulares a tabulares com estratificação plano-paralela), o calcário conglomerático de matriz arenosa (formam lentes, às vezes com estratificação cruzada de médio porte e base erosiva) e o calcário fino fragmentado (de coloração esverdeada e textura de mosaico), predominando os calcários arenosos. Os autores afirmam ainda que a associação de litofácies que compõe o *Membro* sugere deposição fluvial entrelaçada (fluxos de alta energia e curta duração), de partes medianas a distais de leques aluviais marginais, a mesma do *Membro Serra da Galba* e que a diferenciação teve origem pós-sedimentar, devido à formação de zonas de calcretes de águas subterrâneas no *Membro Ponte Alta*.

Já o *Membro Echaporã*, segundo Fernandes e Coimbra (2000), ocorre na parte superior de espigões regionais, nas margens leste e norte da bacia, sustentando planaltos regionais escarpados, sendo constituído por estratos tabulares de aspecto maciço, com espessura média em torno de 1 m. Na base dos estratos é comum ocorrer discreta concentração de clastos e, no topo, zonas de maior desenvolvimento de nódulos e crostas carbonáticas, assim como intercalações de delgadas lentes de lamitos arenosos. O *Membro* é composto por arenitos finos a médios, imaturos, formando estratos de aspecto maciço, de coloração bege a rosa características, com cimentação e nódulos carbonáticos. Raramente exibem estratificação cruzada. Os mesmos autores afirmam ainda que seu contexto deposicional corresponde a partes distais de leques aluviais, acumuladas por fluxos em lençol, com intercalações de depósitos de pavimentos dentrícos de deflação e calcretes pedogenéticos formados em intervalos de exposição.

5.1.2.3. Grupo São Bento

5.1.2.3.1. Formação Pirambóia

É uma das unidades de maior ocorrência no centro-leste do estado de São Paulo (LANDIM et al., 1980). Soares (1973), baseando-se em critérios sedimentológicos e estratigráficos, caracterizou esta formação como uma unidade formada por arenitos argilosos com intercalações de camadas de siltito e folhelho.

Landim et al. (1980) afirmam que a Formação Pirambóia caracteriza-se por uma sucessão de espessos bancos arenosos, avermelhados ou rosados, de granulação fina a média, possui maior porção de fração argilosa na porção inferior, exhibe estratificações cruzadas planares, acanaladas e plano-paralelas, intercalando camadas de lamitos arenosos de cores que variam de tons claros a amarelo, roxo, vermelho e verde, evidências da ação paleoclimática dos climas tropicais durante um dos dois grandes e duradouros eventos no Terciário Inferior a Médio e Quaternário Superior à Inferior e/ou colorações verdes devido aos climas secos em condições de anaerobiose.

O ambiente deposicional desta Formação foi considerado como uma associação de depósitos eólicos de dunas, interdunas e lençóis de areias, entremeados por depósitos fluviais subordinados (ASSINE e SOARES 1995; CAETANO - CHANG e WU, 1995).

Segundo Giannini et al. (1999), a Formação Pirambóia apresenta espessura de, no máximo, 400 metros na Bacia do Rio Tietê, sendo medidos cerca de 270 metros em seções aflorantes na região de São Pedro. Landim et al. (1980) propuseram a provável idade da deposição dos sedimentos da Formação Pirambóia entre o Mesotriássico e o Eojurássico.

5.1.2.3.2. Formação Botucatu

Wazhburne (1889 *apud* IPT, 1981a) descreveu pela primeira vez o arenito Botucatu, designado “Grês de Botucatu”, arenitos com estratificações cruzadas de grande porte que recobriam as camadas paleozóicas.

A Formação Botucatu foi redefinida por Soares (1973) como uma unidade de arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média, com estratificação cruzada planar de grande a médio porte, muito friáveis ou solidificados, apresentando corpos de arenito na parte basal.

A espessura da Formação Botucatu é considerada por Almeida et al. (1980) como inferior a 150 metros, sendo a média de 50 a 70 metros e sua ocorrência restringe-se à parte inferior da Formação Serra Geral.

Para Caetano-Chang e Wu (1995) a Formação Botucatu é resultado da deposição em ambiente desértico e o domínio do sistema eólico, em condições de total saturação em areia, conduziu ao registro de monótonas sucessões de depósitos de dunas e interdunas.

Para Soares (1973) e Caetano-Chang (1993), os arenitos da Formação Botucatu devem ter idade Neojurássica a Eocretácea, já que se apresentam interdigitados com os derrames da Formação Serra Geral.

5.1.2.3.3. Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas

A Formação Serra Geral foi definida por White (1908, *apud* SCHNEIDER et al., 1974) para designar um conjunto de basaltos formados por derrames em extenso vulcanismo de fissura, com inclusão de pequenos corpos de arenitos intercalados, semelhantes aos da Formação Botucatu.

Ela caracteriza-se por espessa seção de lavas basálticas, toleíticas, de textura afanítica, coloração cinza escuro a preto, amigdaloidal no topo dos derrames e com desenvolvimento de juntas verticais e horizontais. Estão associados a essa Formação corpos intrusivos de mesma composição constituindo, sobretudo diques e *sills* (SINELLI, 1971; SOARES e SOUZA, 1973; SOUSA, 2002).

Os derrames de basalto no estado de São Paulo, aflorantes nos planaltos de rebordo das *cuestas*, podem cobrir grandes extensões, como no nordeste do estado. Os corpos intrusivos tabulares concordantes são muito frequentes na Depressão Periférica e na região nordeste do estado, onde também chega a suportar *cuestas* locais.

Dados geocronológicos mais recentes apontam à época das manifestações vulcânicas para o Eocretáceo, ou seja, esse evento vulcânico ocorreu a 132 ± 1 M.a., embora, derrames precursores tenham ocorrido no Neojurássico (NARDY et al., 1999).

5.2. GEOMORFOLOGIA

O objetivo principal da caracterização geomorfológica de uma região é representar as formas atuais da superfície e também incluir informações a respeito da morfometria, morfogênese e morfocronologia dos terrenos (ROSS, 1992).

De acordo com Ponçano et al. (1979) e Almeida (1964), com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:1.000.000 (FIGURA 3), o município de Franca acha-se incluído no compartimento denominado de *Província Geomorfológica das Cuestas Basálticas*. Esta Província caracteriza-se, morfologicamente, por apresentar um relevo escarpado nos limites com a Depressão Periférica, assim como de uma sucessão de grandes plataformas estruturais, de relevo suavizado, inclinadas para o interior, em direção à calha do Rio Paraná. Estas duas feições principais constituem a escarpa e o reverso das cuestas.

Assim, o sistema de relevo do município encaixa-se nas seguintes classes:

- I) *escarpas festonadas* no limite com a Depressão Periférica, a leste;
- II) *colinas médias e morros arredondados*, a oeste e a sul;
- III) *vertentes não escarpadas com cânions locais* no extremo oeste do município, no curso do Ribeirão Bom Jardim, representadas por sucessões de grandes plataformas estruturais de relevo abatido.

Por outro lado, esta província é classificada por Ross e Moroz (1997) como uma *unidade morfoescultural dos Planaltos Residuais de Franca e de Batatais*. Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais, cujo modelado é constituído por colinas de topos aplanados ou tabulares, com vales pouco entalhados. As altimetrias variam entre 800 e 1.100 m. Por se tratar de terras altas, circundadas por terras baixas, é um centro dispersor de drenagem.

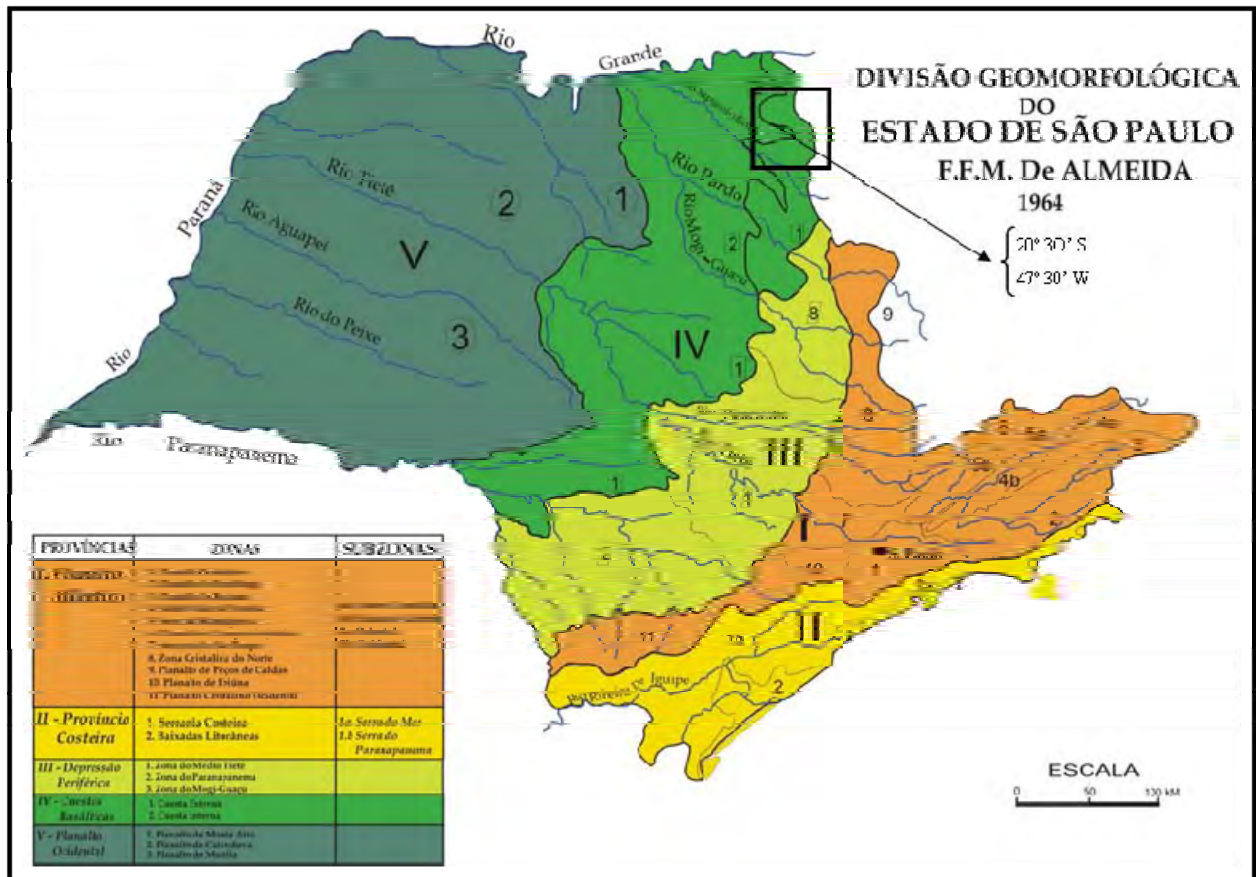


FIGURA 3: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1: 1.000.000. Em destaque a região de Franca-SP (ALMEIDA, 1964).

5.2.1. Província Geomorfológica das Cuestas Basálticas

Almeida (1964) propõe a caracterização das *Cuestas Basálticas* em duas linhas principais, denominadas de *Cuesta Interna* e *Cuesta Externa*. A *Cuesta Interna* é contínua em todo o Estado, do Rio Grande ao Rio Paranapanema; já a *Cuesta Externa* desenvolve-se em Minas Gerais, penetrando em São Paulo pela Serra de Monte Santo continuando pela Serra da Borda da Mata e, finalmente, perdendo altura para dar passagem ao Rio Pardo.

Segundo o IPT (1981b), a ação da erosão no reverso da cuesta é bem desenvolvida, pois as características das bacias de drenagem conduzem a diferentes entalhes e, assim, à formação de diferentes conjuntos morfológicos.

Desde a extremidade sul da Serra da Borda da Mata, o front da *cuesta* passa a recuar no sentido do mergulho das camadas, perdendo altura para dar passagem ao Rio Pardo. Todo reverso da *cuesta* nesse trecho é um planalto arenoso, de relevo ondulado, que desde as cristas das Serras de Monte Santo e Borda da Mata perdem altura para WNW, decaindo a cerca de 600 m de altitude junto às falhas da *cuesta* interna (ALMEIDA, 1964).

A *cuesta* interna é contínua através de todo o Estado de São Paulo, e seu *front*, sempre muito festonado, afunila-se para a passagem de grandes rios, gerando áreas amplas. Entre estas elevam-se planaltos tabulares sustentados pelos derrames do conjunto superior, com os quais se inclinam suavemente para NW (ALMEIDA, 1964).

O primeiro dos grandes planaltos do reverso da *cuesta* interna, definido por Almeida (1964), no nordeste paulista, é o de Franca, situado entre os Rios Grande e Sapucaí-Mirim. Sua borda oriental termina brutalmente num frontão serrano extremamente festonado, em que altas escarpas de arenito Botucatu intertrapiano são suportadas pelos derrames do conjunto superior. O recuo do *front* da *cuesta* vem deixando um relevo muito acidentado, pontilhado de baús, piões, torres e outros testemunhos areníticos, existentes nos vales dos Rios Canoas e Santa Bárbara.

Entre os rios Pardo e Sapucaí-Mirim, a *cuesta* interna avança para ESE, sentido da ascensão das camadas, adiantando-se para o promontório no reverso arenoso da *cuesta* externa.

O reverso da *cuesta* basáltica no divisor dos grandes rios Pardo e Sapucaí-Mirim é um planalto com relevo de campos suavemente ondulados, entalhados nos arenitos cretáceos, mas que nos principais vales da bacia do Rio Pardo expõem o substrato basáltico; nesta área encontra-se o município de Serrana, a 650 metros de altitude, exatamente no *front* serrano da *cuesta*. Ao se erguer, a drenagem se superimpõe aos derrames basálticos, a partir da cobertura Cretácea, fazendo-os ressurgir como grandes *cuestas* de *front* externo, devido a sua maior inclinação para o interior da bacia. Esta ocorrência de dois conjuntos principais de derrames, separados pelo arenito Botucatu intertrapiano, deu origem à duplicidade das *cuestas* como nos planaltos areníticos que os separa.

5.2.2. Domínios e Unidades de Relevo

A região do Planalto de Franca apresenta-se basicamente inserida em três grandes domínios geomorfológicos do nordeste paulista, nos Planaltos de Altitude, nas Escarpas de Serras e nas Depressões Colinosas, além de sub-compartimentos, como Planícies Aluviais Restritas e Morros Residuais, sendo eles:

- Planalto de Franca;
- Chapadões do reverso ocidental do Planalto de Franca;
- Depressão periférica colinosa de Ibiraci;
- Depressão monoclinal colinosa de Patrocínio-Itirapuã;

- Cristas quartzíticas interplanálticas do Vale do Rio Grande;
- Vale do Rio Grande;
- Vale do Rio Sapucaí-Mirim.

As unidades de relevo consequentes destes compartimentos geomorfológicos se caracterizam por feições de relevo típicas de áreas sedimentares, além de unidades específicas de regiões de borda de bacias. As unidades de relevo encontradas na região de Franca correspondem às colinas amplas e médias (nos altos dos planaltos e nas depressões), como no Planalto de Franca e nas depressões de Patrocínio Paulista e do Rio Canoas; aos morros arredondados e morros testemunhos (anteface de escarpas das serras), próximos a Claraval e Itirapuã; às escarpas locais, escarpas com cânion e escarpas festonadas (escarpas da Serra de Franca), próximas a Pedregulho e ao Rio Santa Bárbara, na confluência com o Rio Sapucaí-Mirim.

O Mapa Geomorfológico do Extremo Nordeste do Estado de São Paulo (IPT, 1981b - FIGURA 4) identifica quatro tipos de relevo: Agradação, Degradação, Residuais e de Transição.

Ocupando grande parte da área em estudo, ocorre um relevo de degradação originado pela ação contínua de processos de denudação sobre as áreas planálticas da região. Esse relevo de degradação abrange, na área, quatro compartimentos:

- I) *Colinas Amplas*: predomínio de baixas declividades e amplitudes locais normalmente inferiores a 100 metros, com ocorrência de interflúvios com área superior a 4 km², topos extensos e aplainados e vertentes com perfis retilíneos a convexos.
- II) *Colinas Médias*: predomínio de terrenos com baixas declividades e amplitudes locais normalmente inferiores a 100 metros. Os interflúvios apresentam áreas de 1 a 4 km², topos aplainados e vertentes com perfis convexos a retilíneos.
- III) *Morros Amplos*: predomínio de baixas declividades e amplitudes locais entre 100 e 300 metros, constituindo interflúvios arredondados com área superior a 15 km². Os topos são arredondados a achatados e as vertentes apresentam perfis retilíneos a convexos.
- IV) *Morros Arredondados*: predomínio de declividades médias a altas e amplitudes locais de 100 a 300 metros, com ocorrência de topos arredondados localmente achatados e vertentes com perfis convexos a retilíneos. São comuns nessas feições exposições de rocha, além de espigões curtos localizados.

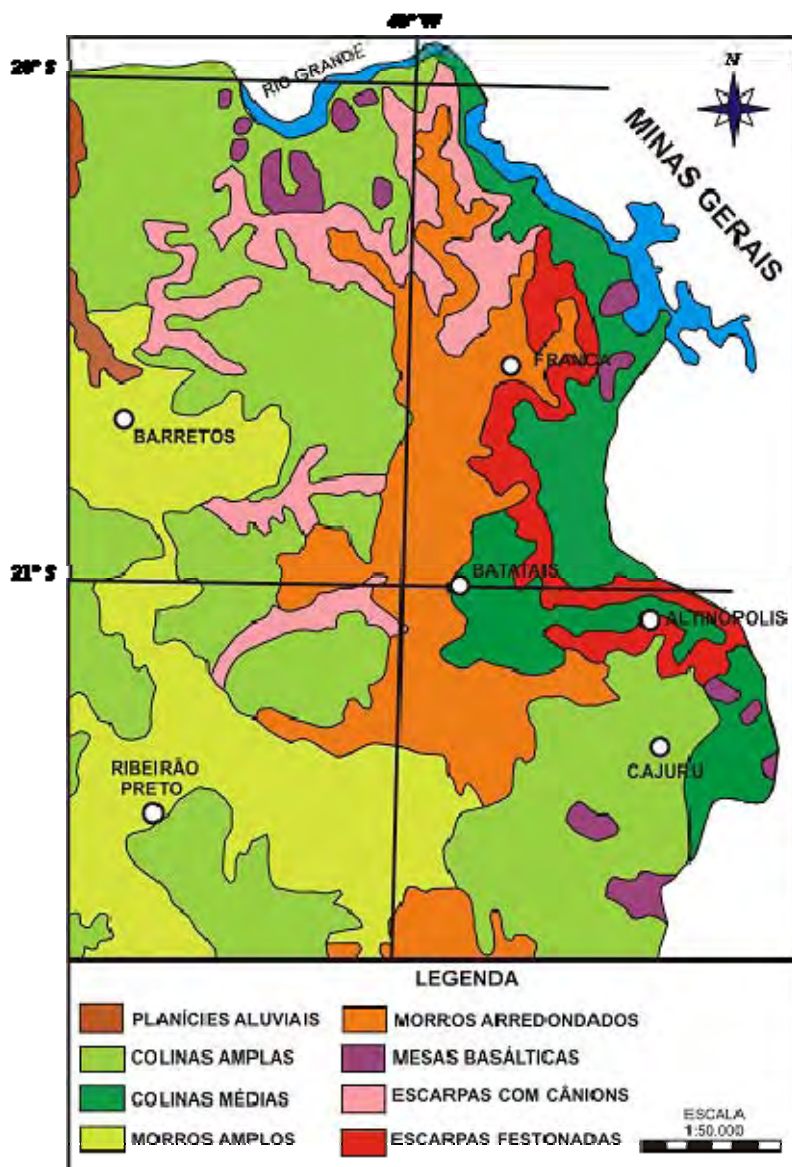


FIGURA 4: Mapa Geomorfológico do Extremo Nordeste do Estado de São Paulo (IPT, 1981b)

Por fim, ocorre uma faixa de terreno que forma um relevo de transição – *Escarpas Festonadas* – onde predominam altas declividades e amplitudes locais maiores que 100 metros. Estas escarpas são desfeitas em anfiteatros separados por espigões, apresentando topos angulosos e vertentes com perfis retilíneos. A rede de drenagem é de alta densidade, com padrão subparalelo a dendrítico e vales fechados.

Associadas aos relevos de colinas e escarpas ocorrem ainda *Mesas Basálticas*, caracterizadas por morros testemunhos isolados (peões e baús), topos aplainados a arredondados.

Para a compreensão dos processos erosivos é essencial o levantamento de elementos a respeito da morfometria e morfologia/morfografia de uma dada área, visto que os

condicionantes morfológicos, as curvas de declividade e a forma das vertentes têm grande influência na energia e velocidade do escoamento superficial, sendo, pelas razões mencionadas, indutores para o desencadeamento e desenvolvimento da erosão. Nesta linha de raciocínio, as vertentes convexas representam o tipo mais suscetível ao desencadeamento dos processos erosivos, no qual a velocidade do escoamento apresenta razão diretamente proporcional aos valores das curvas de declividade.

Os sedimentos modernos aparecem recobrimdo todo o Planalto de Franca e constituem-se, de uma forma geral, por areias, arenitos, argilas, leitos de cascalho e concreções limoníticas. Estes são friáveis, com erosão acentuada e frequente voçorocamento.

O Planalto de Franca corresponde a uma parcela das *cuestas* internas, contínuas em todo Estado de São Paulo, com *front* recortado. É considerado um dos remanescentes mais bem preservados dos chapadões do setor norte ocidental da Bacia do Paraná.

Na estrutura superficial da paisagem os depósitos modernos podem ocorrer sob a forma de “*stone line*” e depósitos de cobertura. A “*stone line*” aparece como um horizonte de material grosseiro, em discordância com o sedimento que aloja, acompanhando as irregularidades do relevo.

5.3. HIDROLOGIA

O estudo hidrológico é fundamental para a identificação dos componentes naturais e antrópicos envolvidos no fluxo hidráulico.

O município de Franca é bem drenado, cortado pelo Rio das Canoas a nordeste; pelos Ribeirão do Macaco e do Pouso Alto a norte; pelo Ribeirão do Salgado a noroeste; pelo Rio Sapucaí a sul e; pelo Ribeirão das Macaúbas a sudeste, sendo que o Rio Sapucaí é o de maior volume de água e, conseqüentemente, importância na região. Segundo o SIGRH (2006), tais rios pertencem a Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande e são gerenciados pelo comitê de tal bacia, correspondendo à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do SAPUCAÍ/GRANDE - UGRHI 8 (Lei nº. 9.034, de 27/12/94), conforme pode-se observar na Figura 5.

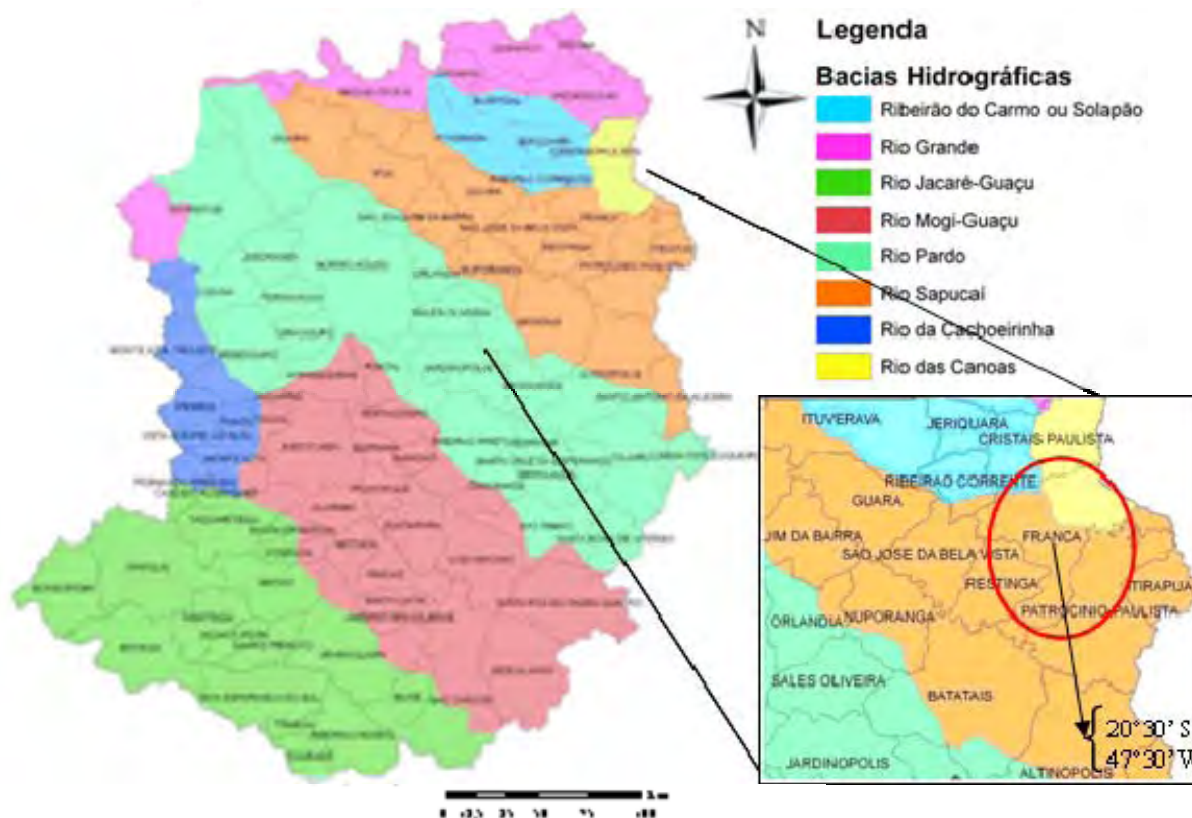


FIGURA 7: Localização das Bacias Hidrográficas na região de Franca-SP (ABAG-RP, 2009).

A Bacia Hidrográfica Sapucaí-Mirim/Grande possui aproximadamente 9.166 Km² de extensão e é definida, principalmente, pela Bacia do Rio Sapucaí e seus tributários, além de porções de áreas drenadas diretamente para o Rio Grande, compreendendo os municípios do nordeste paulista, dentre eles Franca, São José da Bela Vista, Patrocínio Paulista, Cristais Paulista, Restinga e Batatais.

O abastecimento de água na UGRHI 8 é de responsabilidade da SABESP, atendendo uma população de 266.617 habitantes em Franca, além do que é exportado para o município de Restinga e do que é perdido, que corresponde, aproximadamente, a 29%.

Com relação às águas subterrâneas, na região de Franca ocorrem três unidades aquíferas, sendo elas: o Aquífero Superficial (Cobertura Cenozóica), a Formação Serra Geral (mais importante da região de Franca) e o Aquífero Botucatu (em suas porções livre e confinada).

Segundo relatório do IPT (1998), no município de Franca, a maioria das indústrias geradoras de efluentes enquadram-se como indústrias de curtume e fabricação de sapatos. Como grande parte da água consumida em Franca provém dos aquíferos da região, esta prática de disposição pode comprometer a qualidade dos mesmos tornando-os vulneráveis à

contaminação. Além de que as características climáticas e o regime de chuvas da região comprometem o seu abastecimento em determinados períodos do ano e, devido ao uso dos insumos químicos neste período, a intensidade de contaminação do lençol aumenta, levando para a população águas mais concentradas em contaminantes.

Através da drenagem e do relevo é possível interpretar a morfoestrutura da região. O princípio desta análise baseia-se na premissa de que muitas morfoestruturas podem ser refletidas em superfície, e que é passível de identificação com produtos de sensoriamento remoto (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993).

Tal caracterização morfoestrutural, ou seja, o estabelecimento de zonas estruturalmente anômalas, positivas ou altas (estruturas dômicas ou antiformas) e negativas ou baixas (depressões estruturais), ou ainda, descontinuidades estruturais (lineamentos e falhas), permite definir o uso e manejo adequados do solo para fins urbano e rural, em razão do condicionamento que as estruturas exercem sobre os fenômenos exogênicos/endogênicos e sua influência na evolução fisiográfica. Jiménez-Rueda et al. (1993) determinou, através da caracterização morfoestrutural da área, as zonas propícias para a implantação de aterros sanitários para o município de Franca-SP (FIGURA 6). E, na Tabela 2, está descrita a correlação entre baixos e altos topográficos e estruturais, assim como a possibilidade de mecanização e fertilidade de cada área.

TABELA 2: Morfoestruturas e suas aplicações. Onde, +/A corresponde a alto estrutural/alto topográfico; +/B, a alto estrutural/baixo topográfico; -/B, a baixo estrutural/baixo topográfico e; -/A, a baixo estrutural/alto topográfico (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993).

PEDOLÓGICAS			
+/A	+/B	-/B	-/A
Intemperismo muito forte; Fertilidade atual baixa e potencial média.	Intemperismo forte; Fertilidade atual média e potencial alta.	Intemperismo fraco; Fertilidade atual e potencial muito alta.	Intemperismo moderado/forte; Fertilidade atual e potencial média/baixa.
Pedogênese maior que morfogênese.	Morfogênese maior que pedogênese.	Morfogênese maior que pedogênese.	Pedogênese maior que morfogênese.
Erosão quase nula.	Erosão moderada/forte (exorréica).	Erosão muito forte (endorréica)	Erosão forte/moderada (exorréica).
Mecanização intensa; circulação de água intensa.	Mecanização moderada restrita; circulação de água média/moderada.	Mecanização restrita; circulação de água alta direcionada.	Mecanização moderada restrita; circulação de água baixa direcionada.

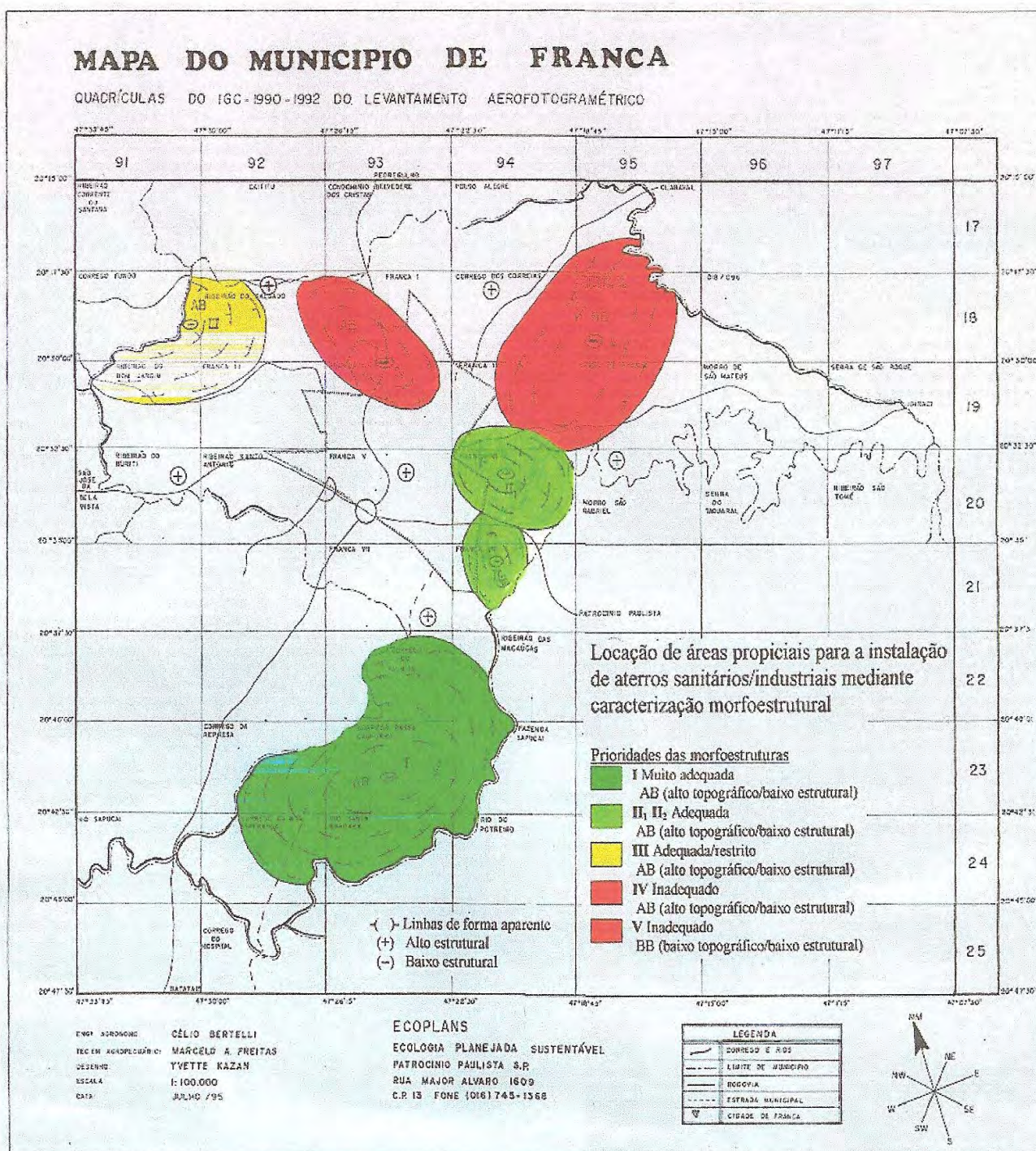


FIGURA 6: Localização de áreas propícias para a implantação de aterros sanitários/industriais, mediante a caracterização morfoestrutural (Fonte: Jiménez-Rueda et al., 1996).

5.4. VEGETAÇÃO

Toda a região de Franca apresentava como cobertura vegetal original, vegetação sob os domínios de Mata Atlântica e Cerrado, encraves de Cerrado e ecótonos, áreas de contato

principalmente, entre Savana e Floresta Estacional Semidecidual. A partir de meados do século XIX houve uma redução significativa dessa vegetação natural devido à expansão da fronteira agrícola, com a introdução da cultura do café na região de mata (solo fértil), à exploração da madeira para uso como lenha ou dormentes ou ainda, matéria-prima para casas e móveis, e em parte, às pastagens (ABAG-RP, 2006).

Ab'Saber (1968) classifica a área de Franca dentro de uma faixa de transição entre o domínio dos chapadões florestados (dominantes no Planalto Ocidental Paulista) e os chapadões revestidos de cerrados (dominantes no Triângulo Mineiro e no sudeste de Goiás), mostrando-se como um “mosaico cerrado-mata”. Esta área é transicional tanto do ponto de vista das formas de relevo como das condições ecológicas do solo, da vegetação e da história do povoamento. O mesmo autor considera a área como um dos remanescentes mais bem preservados dos chapadões do setor norte-oriental da Bacia do Paraná.

Segundo levantamento da ABAG-RP (2006), os tipos vegetacionais encontrados no município de Franca são: Cerrado (1267,2 ha), Floresta Estacional (2262,4 ha), Floresta Secundária (364,2 ha), Vegetação Ripária (7266,0 ha) e reflorestamento com eucalipto (33,1 ha), sendo este último praticamente insignificante, conforme demonstra a Figura 7.

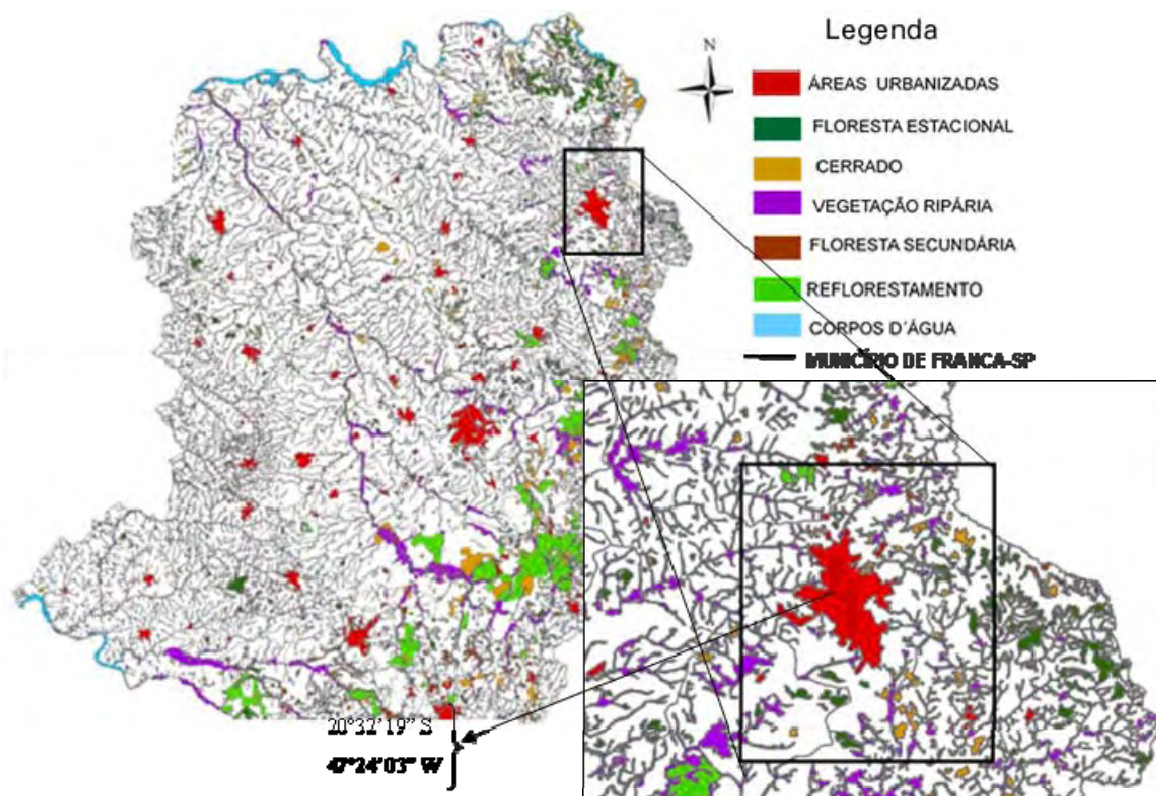


FIGURA 7: Vegetação natural remanescente e área de reflorestamento dos municípios da região da ABAG-RP, mapeadas em escala 1:50.000. Em destaque a área do município de Franca-SP (ABAG-RP, 2009).

Em alguns casos, certas perturbações ligadas ao histórico da área tornam-se mais importantes do que, por exemplo, seu tamanho. É o caso da caça, do uso de agrotóxicos em ambientes vizinhos, do fogo, do corte seletivo de madeira, da invasão de espécies exóticas, pastagens e exploração agropecuária, entre outras. Estas perturbações, normalmente, estão ligadas a algum outro fator na fragmentação, como é o caso das queimadas, que podem aumentar o efeito de borda, desestruturar a vegetação original e até extinguir espécies de baixa densidade.

No município existe uma Unidade de Conservação de administração municipal, o Jardim Zoobotânico de Franca, com 200 ha de área total, dos quais 90 correspondem a áreas de vegetação nativa. Tal Parque constitui-se num refúgio para a vida silvestre nativa na região.

5.5. CLIMA

O clima de Franca é classificado como Tropical de Altitude, de acordo com o sistema Köppen, caracterizado pelo inverno seco e verão chuvoso. Já Setzer (1966) identificou três tipos climáticos na região: o *Aw* (tropical úmido com estiagem no inverno), o *Cwa* (quente úmido, com inverno seco) e o *Cwb* (temperado úmido com estação seca).

Segundo Thornthwaite (1948), o clima predominante em Franca é do Tipo *Mesotérmico Úmido*, sem ou com pequena deficiência hídrica (*B2rB'3a'*). Essa classificação é utilizada como recurso para superar as limitações da classificação climática proposta por Köppen, que se baseia exclusivamente na vegetação natural como a melhor forma de expressão do clima.

O setor do Planalto Residual de Franca, em função da altitude (em torno de 700 m) e da disposição das vertentes (voltadas para sul e sudoeste), é a região que recebe maior quantidade de chuvas originadas dos sistemas frontais.

Para maior entendimento do clima, utilizaram-se os dados de precipitação e temperatura média do período de 1995 a 2006 (disponíveis pelo site do INPE, 2009) e de 2007 e 2008 (disponíveis pelo site do CIIAGRO, 2009). A partir da temperatura média mensal calculou-se a evapotranspiração potencial (Método descrito por Holdridge, 1959) para tal período, gerando gráficos anuais onde se podem observar, com maior facilidade, as fases de deficiência hídrica para cada ano (TABELAS 3 a 5 e GRÁFICOS 1 a 14).

TABELA 3: Temperatura Média Mensal (°C) no período de 1995 a 2008, para o município de Franca-SP (Dados disponíveis pelo INPE, 2009 e CIIAGRO, 2009).

TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C)														
Mês/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Janeiro	24	24	23	25	24	23,5	24	23,5	23,5	23,5	24	24	22,8	22,8
Fevereiro	24	24,5	24	25	24	23,5	25	23	24,5	23	23,5	24	23,3	23
Março	24	24	22	25	23,5	23,5	24	24,5	24	22,5	23,5	23,5	24,6	22,5
Abril	22	22,5	22	24	22,5	22,5	23,5	24,5	22,5	22	24	22	22,9	22
Maio	20	20	20	20	19	20,5	20	21	19	20	20,5	19	19,8	19,3
Junho	19	19	18,5	19	19	20,5	19	21	20	20	20	19,1	20,3	20
Julho	20,5	19	19	20,5	21	19	21	19,5	19,5	18,5	19	20	19,6	19,6
Agosto	23,5	21	21	22,5	21,5	21,5	21	22	20	20	21,5	22	21,7	21,9
Setembro	23	21	24,5	23	23	22	22,5	21	23	24,5	22,5	21,4	23,8	22,2
Outubro	23	23	24,5	22,5	23	25,5	22,5	25,5	23,5	22,5	25	22,3	24,8	24,1
Novembro	23	23	24	24	22,5	23,5	24	24	24	23,5	23,5	22,3	22,8	23,2
Dezembro	24	23,5	24,5	23,5	23,5	23,5	23	24	24,5	24	23	23	23,9	22,5

TABELA 4: Precipitação Média Mensal (mm) no período de 1995 a 2008, para o município de Franca-SP (Dados disponíveis pelo INPE, 2009 e CIIAGRO, 2009).

PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)														
Mês/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Janeiro	225	275	550	200	250	450	175	200	550	250	300	250	484,6	339,3
Fevereiro	375	175	125	325	175	425	75	300	125	275	100	275	163,7	216,7
Março	125	175	150	125	175	200	225	150	225	150	225	200	131,8	210,9
Abril	75	75	75	75	25	25	37,5	13	125	100	75	75	75,4	152,6
Maio	75	62,5	75	75	13	13	62,5	25	75	75	125	13	46,4	45,7
Junho	13	13	100	13	25	0	13	0	0	13	13	13,6	0,2	12,2
Julho	13	13	13	13	0	13	13	13	13	25	13	10,8	64,9	0
Agosto	13	37,5	0	75	0	13	62,5	13	25	13	13	26,8	0	29,2
Setembro	37,5	100	62,7	37,5	75	125	37,5	75	25	13	75	40,8	6,6	14,4
Outubro	125	175	125	200	75	62,5	125	62,5	75	125	125	269,2	67,1	119,3
Novembro	200	225	250	175	125	175	150	150	175	200	250	359,6	191,2	135,2
Dezembro	275	275	225	275	250	200	275	275	200	275	275	448,3	231,5	413,6
TOTAL	1551,5	1601	1750,7	1588,5	1188	1701,5	1251	1276,5	1613	1514	1589	1982,1	1463,4	1689,1

TABELA 5: Evapotranspiração Potencial (mm) calculada para o período de 1995 a 2008, para o município de Franca-SP, a partir dos dados disponíveis pelo INPE (2009) e CIIAGRO (2009).

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (mm)														
Mês/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Janeiro	118	118	113	123	118	116	118	116	116	116	118	118	112	112
Fevereiro	118	120	118	123	118	116	123	113	120	113	116	118	115	113
Março	118	118	108	123	116	116	118	120	118	111	116	116	121	111
Abril	108	111	108	118	111	111	116	120	111	108	118	108	113	108
Maio	98	98	98	98	93	101	98	103	93	98	101	93	97	95
Junho	93	93	91	93	93	101	93	103	98	98	98	94	100	98
Julho	101	93	93	101	103	93	103	96	96	91	93	98	96	96
Agosto	116	103	103	111	106	106	103	108	98	98	106	108	107	108
Setembro	113	103	120	113	113	108	111	103	113	120	111	105	117	109
Outubro	113	113	120	111	113	125	111	125	116	111	123	110	122	118
Novembro	113	113	118	118	111	116	118	118	118	116	116	110	112	114
Dezembro	118	116	120	116	116	116	113	118	120	118	113	113	118	111
TOTAL	1328	1300	1313	1347	1310	1323	1325	1345	1318	1298	1328	1291	1329	1294

A temperatura apresentou variação de, no máximo, 2°C para o mesmo mês ao longo dos anos. Ocorrendo temperaturas mais baixas nos meses de junho e julho (18,5 a 20,5°C) e mais elevadas de dezembro a março (22,5 a 25°C) (TABELA 3).

Quanto a precipitação, nota-se que as grandes chuvas concentram-se de novembro a fevereiro. E, ao longo de cada ano, observa-se uma grande variação na quantidade de água precipitada, variando de 0-13 mm, no período de “seca” (inverno), a 450-550 mm, no verão. Quanto a precipitação média anual, destacam-se os anos de 1999, 2001 e 2002, nos quais ela foi baixa (aproximadamente 1200 mm) e 2006, em que ela se aproximou dos 2000 mm (TABELA 4).

Já a evapotranspiração (TABELA 5) variou de 91 a 103 mm nos meses do inverno e, de 111 a 123 mm no verão. Quanto a evapotranspiração potencial anual, a variação também não é muito grande, variando dos 1291 mm (2006) aos 1347 mm (1997).

Em se tratando de eventos climáticos oceânicos influenciadores da temperatura e precipitação continentais, os mais notórios são o El Niño e a La Niña. O primeiro causa um aumento drástico na quantidade de chuvas entre os meses de dezembro/janeiro e, o segundo, diminuição das mesmas, gerando déficits hídricos elevados (INPE, 2007).

Com base na análise feita, pode-se confirmar as ocorrências do El Niño que, segundo o INPE (2007), apresentaram-se fortes em 1997/1998, e moderadas em 2002/2003. Assim, pode-se inferir que, possivelmente, tal fenômeno também atuou no ano de 2007/2008.

No caso da La Niña, segundo o INPE (2007), apresentou ocorrências de intensidade moderada em 1998 e 2001. A partir disto pode-se inferir que, possivelmente, o ano de 2005 também sofreu influência de tal fenômeno.

Como o clima exerce forte influência sobre as atividades humanas, acredita-se que ações antrópicas inadequadas provoquem alterações nas condições climáticas, interferindo no ciclo hidrológico e na disponibilidade de água superficial, através dos desmatamentos, queimadas, urbanização, industrialização, desencadeamento de processos erosivos, assoreamento de corpos d'água, entre outros.

Assim, estudos de detalhe sobre os atributos locais do clima possibilitam, por exemplo, o gerenciamento dos recursos hídricos, o planejamento regional e a produção econômica de forma mais adequada, com a finalidade de prevenir e/ou minimizar os efeitos adversos do clima.

5.6. PEDOLOGIA

O Estado de São Paulo conta, desde 1941, com um Mapa de Solos, trata-se de um dos primeiros mapas de solos relacionando os materiais litológicos da Bacia do Paraná com o desenvolvimento dos mesmos proposto por Setzer. Um esforço mais dirigido pela Comissão Nacional de Solos, na década de 1960, gerou o Mapa de Solos (BRASIL, 1960 - FIGURA 8).

Atualmente, verifica-se que o referido mapa se encontra desatualizado, tanto no que se refere à nomenclatura taxonômica como às informações cartográficas. Por outro lado, a progressão dos conhecimentos pedológicos, o aperfeiçoamento de técnicas de prospecção e a existência de mapas-base mais precisos e atualizados, além de fotos aéreas, tornaram mais confiáveis as informações posteriormente geradas (OLIVEIRA, 1999).

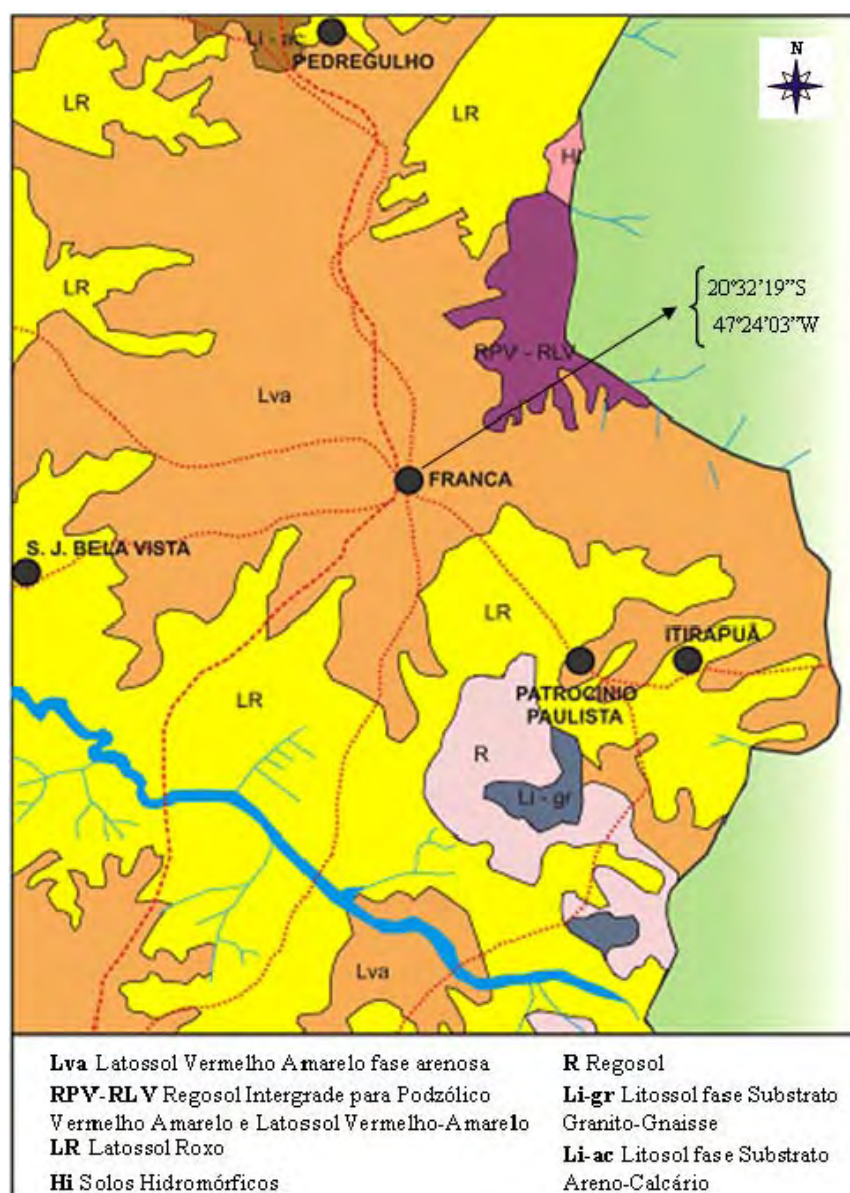


FIGURA 8: Mapa de Solos, escala 1:50.000 (BRASIL, 1960).

Em 1999, o Instituto Agronômico de Campinas (OLIVEIRA et al., 1999; FIGURA 9) atualizou o mapa pedológico de 1960, compilando-o aos mapeamentos em escala 1:100.000 do IAC para grande parte do Estado de São Paulo.

Atualmente, devido ao fato de se contar com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SBCS), da EMBRAPA (1999), foi feita a correspondência entre as legendas dos mapas-base utilizados e as classes deste Sistema.

Os solos presentes na região do município de Franca foram Latossolos Vermelhos (Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-escuro), Distroféricos e Eutroféricos, A moderado, com textura argilosa. Já os solos dominantes no município de Franca, segundo o EMBRAPA (1999), foram Latossolos Vermelho-Amarelos (predominantemente), Distróficos e A moderado e, Neossolos Quartzarênicos (areais quartzosas, areias quartzosas hidromórficas).

5.6.1. Latossolos

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresentar mais de 150 cm de espessura.

O horizonte B latossólico é o mais importante para a definição e caracterização dos latossolos e pode ser dividido em subhorizontes B₁, B₂ e B₃ pouco diferenciados, com transição gradual e/ou difusa entre eles.

Segundo Oliveira (1999), em geral, são solos com boas propriedades físicas e situados, na maioria dos casos, em relevo favorável ao uso intensivo de máquinas agrícolas, exceção dos solos em regiões serranas. Os Latossolos tendem a apresentar elevada porosidade e friabilidade, o que facilita o manejo agrícola. Sua principal limitação é a baixa disponibilidade de nutrientes nos solos distróficos e a toxicidade por alumínio trocável. Porém, o relevo favorecendo a mecanização, torna tais deficiências de fácil correção quando aplicada a tecnologia adequada.

5.6.1.1. Correlação entre os Latossolos levantados por Brasil (1960) e por Oliveira et al. (1999)

Foi feita uma relação das classes de solos registradas no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960) e nas cartas-base

Férricos neste sistema. Os Latossolos Vermelho-Amarelos do SBCS, por sua vez, correspondem aos anteriormente denominados Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos Húmicos.

A classe dos Latossolos constitui o agrupamento de solos mais extenso do Estado de São Paulo, correspondendo a cerca de 50% da sua área (BRASIL, 1960). Mesmo os Latossolos muito argilosos apresentam excepcionais porosidades totais, sendo comuns valores de 50-60%. Sua elevada friabilidade permite que sejam facilmente preparados para o cultivo.

Devido a sua elevada permeabilidade interna e à baixa capacidade adsorbtiva, esses solos de textura mais grossa, qualificam-se como pouco filtrantes. O que aumenta as possibilidades de contaminação dos aquíferos pelos materiais tóxicos neles depositados.

Os Latossolos apresentam boa permeabilidade interna e boa capacidade de infiltração, além do relevo pouco declivoso. Deste modo, pesquisadores consideraram-nos, quando com textura argilosa, de baixa erodibilidade. Os Latossolos de textura franco-arenosa, devido às baixas coesão e adesão, são mais suscetíveis à erosão. Fato amenizado pelo relevo, geralmente aplainado ou suave ondulado, onde eles se encontram.

A baixa atividade das argilas dos Latossolos confere a eles diminuta expansibilidade e contratibilidade, qualificando os de textura argilosa como excelente material para piso de estradas. Por serem solos de fácil escavação, muito profundos e porosos, são bastante apropriados para cemitérios e aterros sanitários (OLIVEIRA, 1999).

5.6.2. Argissolos

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade baixa imediatamente abaixo do horizonte A ou E. Na região de Franca, os Argissolos, na sua maioria, apresentam caráter eutrófico, indicando maior fertilidade do que a maioria destes solos. Eles, quando apresentam elevado gradiente textural, são muito susceptíveis à erosão, sendo necessários cuidados especiais, principalmente nos arênicos e espessarênicos (OLIVEIRA, 1999).

Nas regiões serranas é comum a presença de afloramentos rochosos associadas a esses solos. Essas características estão geralmente associadas a relevos fortemente ondulados e montanhosos, o que limita tais solos ao uso agrícola.

5.6.3. Cambissolos

São solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte A ou Hístico com espessura < 40cm, seguido de horizonte B incipiente.

Na área em estudo eles são, em sua maioria, háplicos, situados em relevo ondulado e apresentam restrições ao uso agrícola, pois possuem elevada erodibilidade, forte risco de degradação, forte limitação à trafegabilidade, à qual é aumentada com a pedregosidade e afloramentos de rocha. São solos pobres em nutrientes e ácidos, apresentando elevados teores de alumínio trocável, condição difícil de ser corrigida pelas limitações de trafegabilidade. Devido aos solos serem relativamente pouco evoluídos, os Cambissolos apresentam, em geral, significativos teores de minerais primários facilmente intemperizáveis, os quais podem constituir apreciável reserva de nutrientes para as plantas, particularmente de K^+ lábil (OLIVEIRA, 1999).

5.6.4. Solos Hidromórficos

Os Solos Hidromórficos são solos intrazonais em que as características zonais não se desenvolveram devido à grande influência da água no solo, condicionada, principalmente, pelo relevo plano e pouco profundo. Suas características sempre se associam ao encharcamento, que pode determinar uma acumulação de matéria orgânica na primeira camada ou um fenômeno de redução nas camadas subjacentes, acusado pela sua cor característica compreendendo, respectivamente, solos orgânicos e solos minerais. Estes últimos, normalmente apresentam gleização, caracterizada por tons cinzentos e mosqueados, predominando ora o vermelho ora o amarelo.

São solos regulares à agricultura, no entanto, devido ao excesso de água, devem ser adequadamente drenados, para serem aproveitáveis, apresentam restrições ao uso de maquinaria agrícola. Outro fator que dificulta o uso de maquinaria corresponde à textura, entretanto, não há restrições quanto ao relevo e à pedregosidade. E, estes Solos Hidromórficos (BRASIL, 1960) correlacionam-se com os Gleissolos da Classificação Brasileira de Solos da EMPRABA (1999).

5.6.5. Regosol

Caracteriza-se por ser um solo profundo, muito friável, de textura muito leve, com drenagem acentuada, sequência de horizontes A e C originados de arenitos (principalmente arenito Botucatu e Pirambóia), normalmente ácidos e com fertilidade aparente muito baixa (OLIVEIRA, 1999). Foram descritos inicialmente por BRASIL (1960) e são correlacionáveis aos Neossolos descritos pela EMBRAPA (1999).

Ocupam geralmente as partes mais baixas do relevo da região, em depressões ou beira dos rios, sendo também encontrados ao redor de morros ou afloramentos de arenito, onde se nota a influência direta do material de origem na sua formação.

Estes solos não são adequados para culturas, sendo de fertilidade muito baixa e muito sujeitos à falta de água na época da seca, são facilmente erodidos por não reter água. São mais apropriados para o reflorestamento e conservação da vegetação natural. E, de um modo geral, as áreas de Regosol são muito utilizadas para esparsas culturas de mandioca, citrus e outras frutíferas.

5.6.6. Neossolos

Solos constituídos por material mineral ou orgânico, com espessuras inferiores a 40 cm, pouco evoluídos e não apresentam qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

5.6.6.1. Subordem encontrada na região de Franca (classificação segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SBCS) (EMBRAPA, 1999)

Neossolos Quartzarênicos são solos com horizonte AC frequente, sem caráter litóide dentro de 50 cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes, até 150 cm de profundidade ou, até presença de caráter litóide, essencialmente quartzosa, tendo nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos alteráveis ao intemperismo).

São, em geral, solos muito profundos e essencialmente areno-quartzosos. Isto determina a ausência de minerais primários intemperizáveis, com atividade coloidal muito baixa, além da baixa capacidade de retenção de nutrientes e água. E, devido à baixa adesão e coesão, apresentam elevada erodibilidade (OLIVEIRA, 1999).

Sua pobreza em nutrientes torna imprescindível a aplicação de insumos para que sejam possíveis produções satisfatórias. Seu baixo poder tampão, contudo, demanda que as aplicações de insumos sejam efetuadas parceladamente, de forma a minimizar as perdas e evitar saturação do complexo sortivo.

Em consequência da textura grosseira, são muito porosos e com alta permeabilidade. Isto, somado à sua baixa capacidade adsortiva, caracteriza-os como material pouco adequado para receber efluentes com produtos que sejam nocivos às plantas, aos animais e ao homem. Também são pouco adequados para aterros sanitários, lagoas de decantação e outros correlatos, devido à facilidade de contaminação dos aquíferos. Durante o período seco, podem apresentar limitações quanto a trafegabilidade e são usados como fonte de areia para construções (*op. cit.*).

5.6.6.2. Relação das classes de solos registradas no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960) e nas cartas-base utilizadas na elaboração do Mapa Pedológico (OLIVEIRA et al., 1999) com as classes estabelecidas pelo SBCS

Neossolos Quartzarênicos correspondem aos Regossolos e Regossolos “*intergrades*” para Latossolos Vermelho-Amarelos e Regossolos “*intergrades*” para Podzólicos Vermelho-Amarelos da Carta de Solos de 1960. Convém ressaltar que a classe dos Regossolos foi posteriormente desmembrada em Areias Quartzosas e Regossolos, sendo os Regossolos de textura arenosa diferenciados das Areias Quartzosas pela presença de minerais primários intemperizáveis em teor igual ou superior a 4%. Os Neossolos Quartzarênicos correspondem também às Areias Quartzosas e Areias Quartzosas Hidromórficas identificadas em vários dos mapas-base utilizados na elaboração do Mapa pedológico.

Segundo o Mapa Interativo de Solos do Brasil (FIGURA 10), produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2001), o município de Franca localiza-se, em sua maior parte, sobre Latossolo Vermelho Distroférico, Latossolo Vermelho Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e, em menor proporção, Neossolo Quartzarênico.

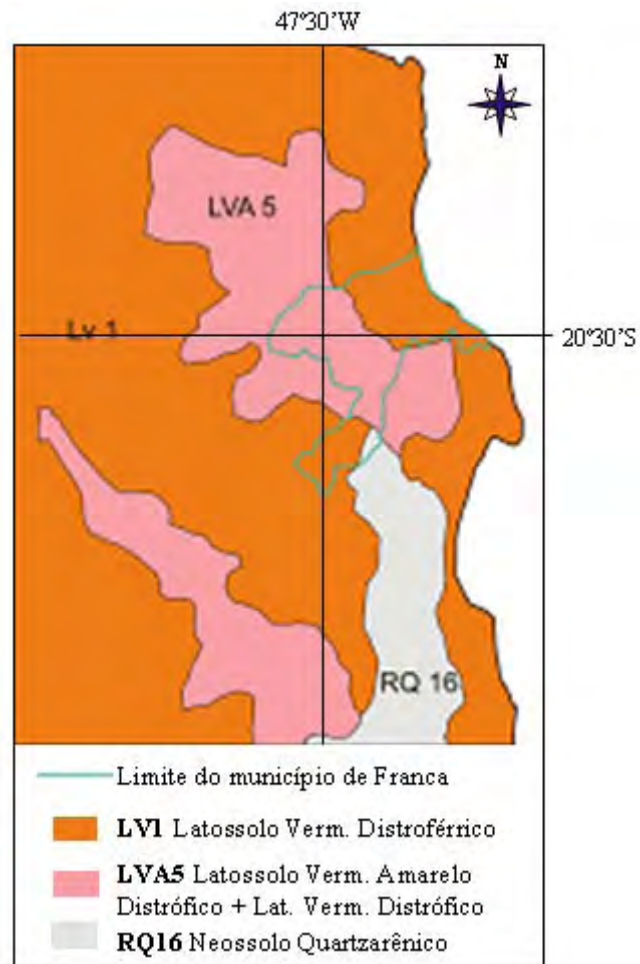


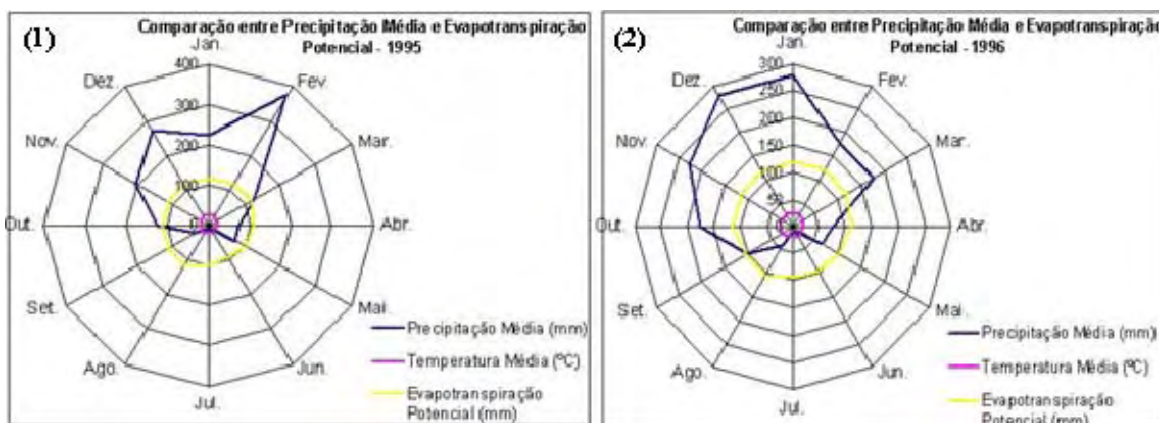
FIGURA 10: Mapa Interativo de Solos do Brasil (IBGE, 2001).

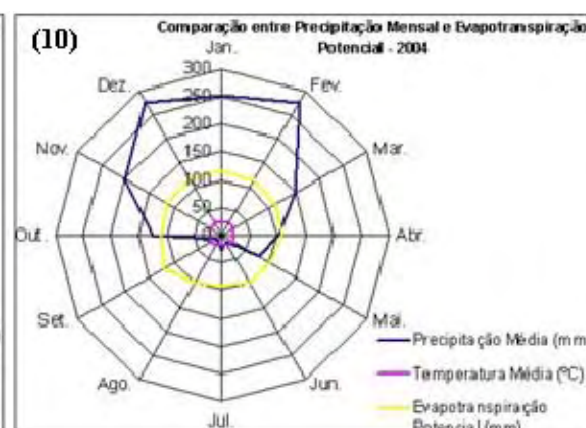
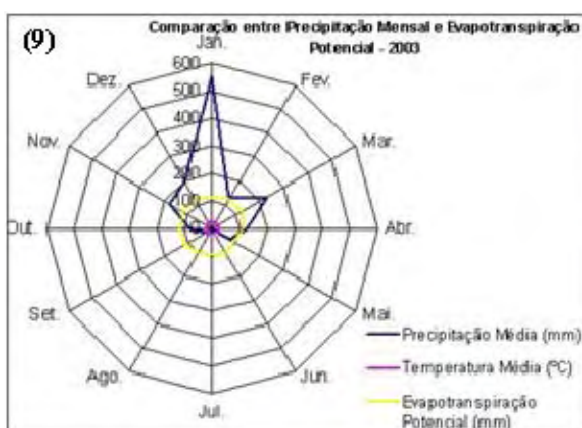
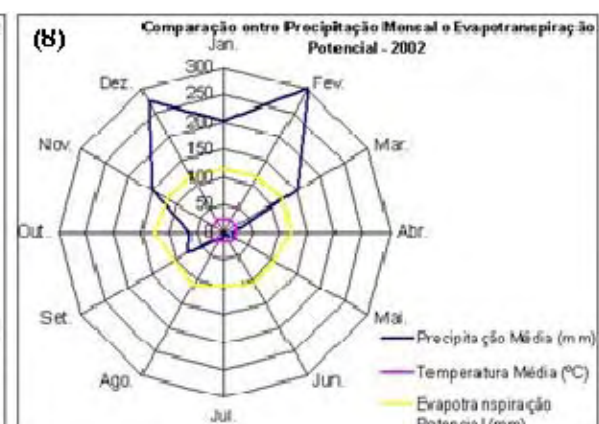
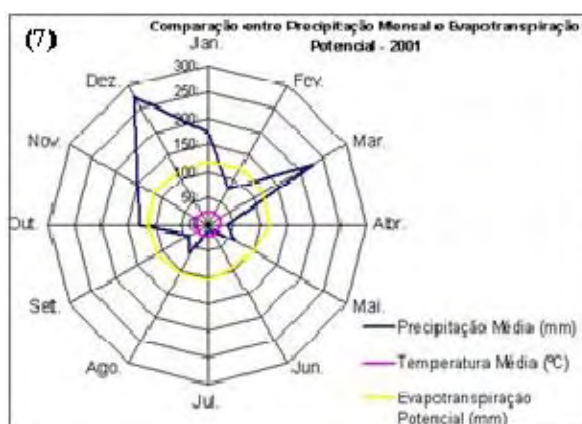
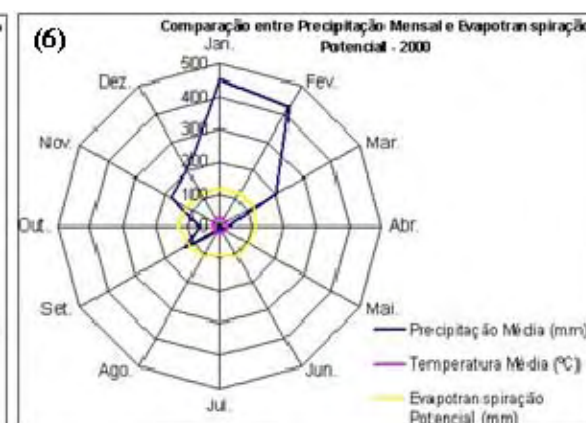
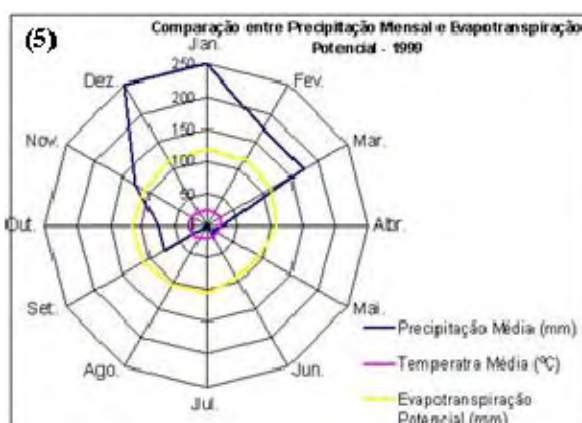
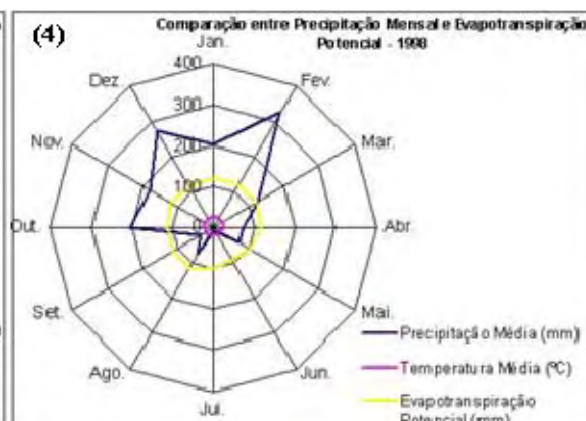
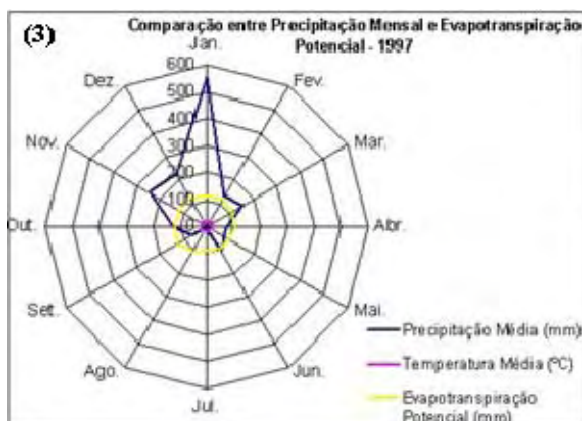
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

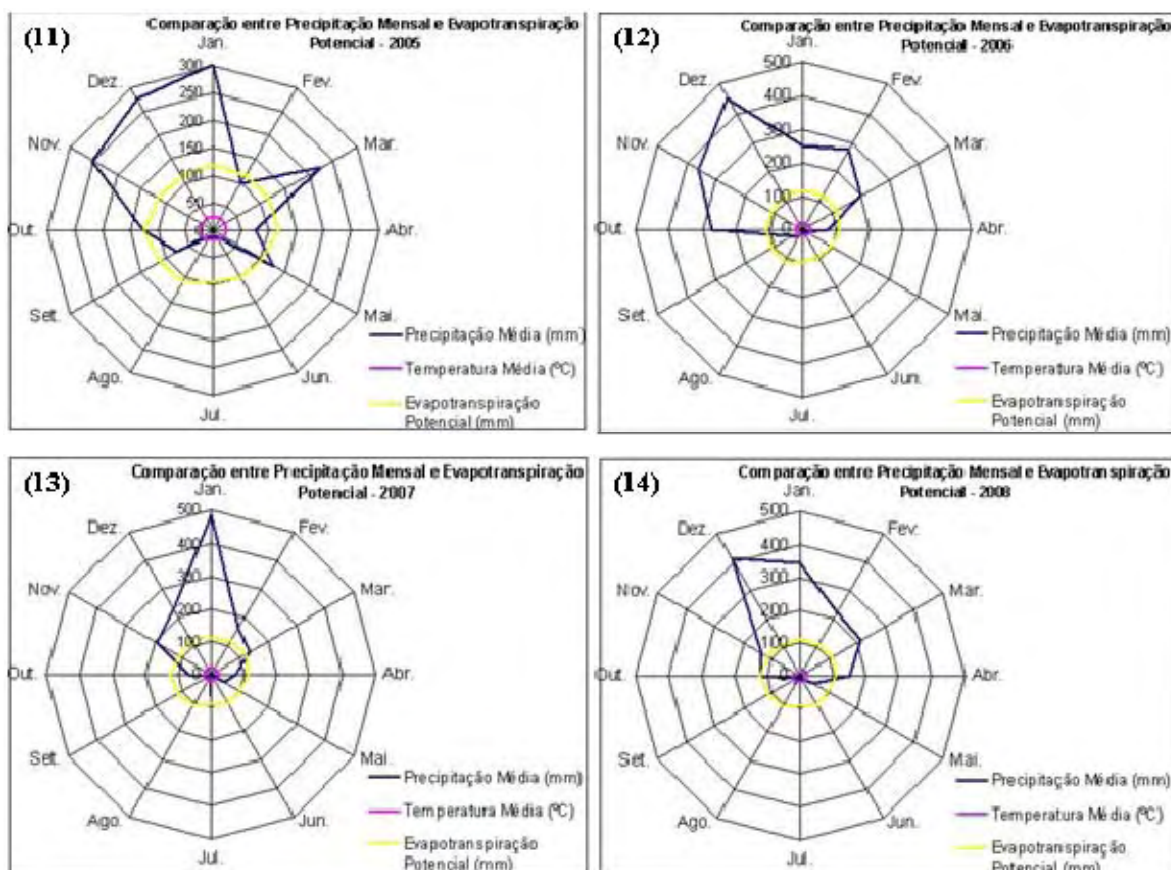
6.1. CLIMA ATUAL x USO DO SOLO

Segundo Oliveira (2005), o clima é o fator mais importante na determinação das propriedades da maioria dos solos, destacando-se entre os seus elementos, a temperatura e a precipitação, que tem ação direta na formação e constituição dos mesmos. A água precipitada está presente na maioria dos fenômenos físicos, químicos e bioquímicos que se processam no solo, sendo que a velocidade com que estes fenômenos ocorrem é influenciada pela temperatura. A relação entre estes dois fatores (precipitação e temperatura) resulta na evapotranspiração, fator que determina o déficit de água no solo e, conseqüentemente, os períodos em que se faz necessário a irrigação dos cultivos para que não haja perda na produtividade.

Para um melhor entendimento dos déficits hídricos de cada ano no município de Franca-SP (período de 1995 a 2008), tomamos como base os Gráficos 1 a 14, gerados a partir dos dados climáticos disponíveis pelos sites do INPE (2009) e CIIAGRO (2009).







GRÁFICOS 1 a 14: Comparação entre Temperatura Média Mensal (°C), Precipitação Média Mensal (mm) e Evapotranspiração Potencial (mm), no período de 1995 a 2008, para o município de Franca-SP, sendo: 1- dados de 1995, 2- dados de 1996, 3- dados de 1997, 4- dados de 1998, 5- dados de 1999, 6- dados de 2000, 7- dados de 2001, 8- dados de 2002, 9- dados de 2003, 10- dados de 2004, 11- dados de 2005, 12- dados de 2006, 13- dados de 2007 e 14- dados de 2008.

No *Gráfico 1* (1995) observa-se que a precipitação apresentou um pequeno pico em dezembro e outro, maior, em fevereiro, após este ocorreu uma queda brusca na mesma, ficando menor que a evapotranspiração de março a setembro, assim, a quantidade de água que sai do sistema é maior que a que entra (período caracterizado como déficit hídrico).

Em 1996 (*gráfico 2*), a precipitação sofre uma queda significativa de janeiro a fevereiro, voltando a cair em março, para na segunda quinzena deste mês haver falta de água. Esta segue até início de setembro quando a precipitação aumenta novamente.

Em 1997 (*gráfico 3*), a precipitação é baixa durante todo o ano, excetuando-se o final do mês de dezembro e início de janeiro, quando a precipitação chega aos 550 mm. Deste pico em janeiro há uma queda brusca para os 125 mm no início de fevereiro, atingindo o déficit em março que se mantém até setembro. Em 1998 (*gráfico 4*) ocorreu o mesmo que no ano anterior, com a diferença das chuvas estarem mais distribuídas de outubro até meados de fevereiro e a variação em quantidade de chuva ser menor.

Em 1999 (*gráfico 5*), o período de falta de água começou em março e se estendeu até o final de outubro. No restante do ano não houve déficit hídrico, entretanto, a precipitação não passou dos 250 mm em dezembro, sendo assim, o total de água disponível no ambiente não excedeu os 150 mm.

Em 2000 (*gráfico 6*), a queda na precipitação começou em fevereiro atingindo, em março, valores menores que os da evapotranspiração, assim, o déficit hídrico estabeleceu-se deste mês até final de outubro. Em meados de setembro a precipitação foi maior que a evapotranspiração, mas logo em seguida caiu novamente, estabelecendo-se em dezembro e atingindo seu pico em janeiro. Através deste gráfico pode-se observar ainda que, mesmo com uma baixa proporção de suplementação de água para o solo e plantas, a umidade manteve uma certa constante de dezembro a março e, a partir deste mês, deu-se início a uma tendência deficitária de umidade no ambiente edáfico e, com isso, as plantas apresentaram queda de folhas, preparando seu sistema de defesa e adequação às novas circunstâncias, assim iniciou-se um déficit de umidade na atmosfera e, conseqüentemente, nos solos e plantas causando, por vezes, stress fisiológico e edáfico. Já no mês de setembro ocorreram precipitações suficientes para induzir brotações nas plantas e, com a posterior queda na umidade, novas folhas entraram imediatamente em stress, ocasionando, muitas vezes, a morte e/ou deformações em certos vegetais.

O ano de 2001 (*gráfico 7*) foi um dos mais irregulares quanto a distribuição de água, sendo que a precipitação elevou-se de outubro a dezembro e logo caiu, entrando em déficit hídrico entre a segunda quinzena de janeiro e a primeira de fevereiro, a partir deste período a precipitação aumentou novamente havendo sobra de, aproximadamente, 100 mm no sistema e, em meados de março, houve uma queda brusca nas chuvas, retornado ao déficit de março ao final de setembro.

Em 2002 (*gráfico 8*), o déficit se estabeleceu de março até o final de outubro. Já em 2003 (*gráfico 9*), o déficit ocorreu no mesmo período que no ano anterior, entretanto, houve um pico de chuvas entre dezembro/janeiro, como no ano de 1997.

Em 2004 (*gráfico 10*), o déficit ocorreu do fim de março a setembro, e a precipitação se manteve constante em dezembro em janeiro.

O ano de 2005 (*gráfico 11*) comportou-se com o de 2001, houve um pequeno déficit em fevereiro, que também foi retomado no final de março, e, no fim de abril a precipitação foi maior que a evapotranspiração novamente, entretanto, este aumento nas chuvas não foi suficiente para manter o sistema e, assim, o déficit se estabeleceu de março ao final de setembro.

Em 2006 (*gráfico 12*), o período de déficit hídrico ocorreu de março até o meio de setembro, a partir daí houve um aumento significativo na precipitação até meados de outubro, que continuou até meados de dezembro.

O ano de 2007 (*gráfico 13*) apresentou-se similar ao de 1997 e 2003, com grande variação hídrica. Já no ano de 2008 (*gráfico 14*), a precipitação não variou tanto, havendo déficit de abril a setembro e, a partir de outubro, ela aumentou constantemente até final de novembro.

Tais déficits ocorrem, em parte, devido à insolação a que o solo está exposto, elevando a evapotranspiração, não reposta por meio das chuvas (escassas no inverno/“seca”). Esta ocorrência de déficits hídricos por períodos tão longos prejudica o abastecimento dos aquíferos, promovendo deficiência edáfica nos solos, o que limita a disponibilidade hídrica para fins agrícolas, assim como leva a uma deficiência fisiológica marcante nas plantas, como problemas na brotação e foliação/defoliação.

Portanto, é possível constatar que não existe um padrão regular de distribuição de chuvas e secas para a região, sendo que o período chuvoso começa, na maior parte, em outubro/novembro e permanece até fevereiro/março, variando de ano a ano. Assim, o período com excesso de umidade é de 3 a 5 meses no ano e, o déficit hídrico pode chegar a até 9 meses, em alguns anos. Essa irregularidade na distribuição das chuvas gera certa insegurança para o plantio devido ao fato do déficit hídrico edáfico e fisiológico não ocorrer em um período determinado do ano, ao qual os produtores estariam acostumados a lidar. Assim, esta falta de regularidade na suplementação de água e ativação das mesmas pela variação de temperatura determinam as variações na intensidade e profundidade da interação dos processos de transformação promovendo, deste modo, uma hidrólise parcial.

Em períodos tão curtos de disponibilidade hídrica no solo faz-se necessário, para induzir a produção de diversas culturas, a aplicação e desenvolvimento de sistemas de irrigação. Assim, sem o uso de tais sistemas, a produção de alimentos não seria suficiente, nem em quantidade, nem em disponibilidade ao longo do ano para sustentar a população local.

Portanto, para manter o sustento da população e a produção regional, não é possível confiar a agricultura às situações naturais do clima, sendo que estas devem ser complementadas com a irrigação controlada nas fases mais críticas do ano em relação à disponibilidade de água.

Ocorrem também casos em que o solo e as plantas sofrem, além do *stress* hídrico, edáfico e fisiológico habitual (devido ao longo período de seca a que são expostos), “*stress*

alternativos”, caracterizados por curtos períodos chuvosos no meio do período seco, com precipitações suficientes para induzir brotações nas plantas e, com o cessar destas chuvas, o ambiente retorna ao déficit de umidade na atmosfera e no solo, levando as plantas, muitas vezes, a morte por não ter água disponível para se manter com as novas folhas.

Estes períodos de “*stress* alternativos” exigem uma maior atenção do agricultor, sendo necessário o uso da irrigação controlada para que não ocorra uma queda brusca na produção ou sua perda total, em especial às culturas perenes e temporárias.

A pecuária também é muito afetada por estes déficits de água, como é o caso da criação de gado de corte (muito utilizado na região de Franca) e/ou leiteiro, pois tal déficit induz à pastagens menos nutritivas e, conseqüentemente, a rebanhos mais fracos, com maior incidência de parasitas transmissores de doenças. Com isso, faz-se necessário utilizar métodos racionais de irrigação das pastagens (método descrito pela EMBRAPA, 2009), complementar a alimentação do rebanho com ração e/ou feno e criar reservatórios de água para saciar a sede dos animais, tudo isso visando impedir que eles adoeçam e a produção de couro e leite seja afetada.

No trabalho de Almeida (2001), pode-se observar que a produção de madeira também é muito afetada por estes “*stress* alternativos”, como é o caso dos eucaliptos, que sofrem tensões no crescimento da madeira (fenômenos fisiológicos), provocando rachaduras nas extremidades da mesma, quando serrada. Assim, seu valor comercial diminui, causando prejuízos ao produtor. Este fato agrava-se quando os eucaliptos são plantados em grandes áreas de monoculturas, pois assim ficam mais vulneráveis às mudanças climáticas.

Estas variações no clima, com longos períodos de seca, afetam também o solo, deixando-o mais sensível e, com a chegada das chuvas torrenciais de verão, aumentam as chances de erosão, em especial das encostas, com sucessivo carreamento do material erodido para as áreas mais baixas, como os leitos dos rios. Com isso, tais variações também se mostram determinantes na modelagem da paisagem (OLIVEIRA, 2005).

Desconhece-se para a área estudada projetos comunitários de irrigação que aproveitem a água disponível no Aquífero Guarani, assim como meios de aproveitar os outros elementos hidrológicos municipais que ocorrem em Franca e apresentam boa qualidade. Esta seria uma solução que, através do uso consciente, poderia resolver, ao menos em parte, os problemas impostos pelo clima na produção regional.

6.2. HIDROLOGIA

Segundo Shimbo (2006), a drenagem reflete, principalmente, os fatores litológicos, geológicos estruturais, geomorfológicos, pedológicos, biológicos e antrópicos. Assim, a análise do mapa da rede de drenagem para o município, obtida por meio da carta topográfica do município de Franca (em escala 1:250.000) e adensada pelas folhas de Franca, Capetinga, Jeriquara, São José da Bela Vista e Pedregulho (em escala 1:50.000), foi essencial para o conhecimento básico do meio físico e para a elaboração do zoneamento geoambiental.

A partir da interpretação da drenagem foi possível extrair informações sobre a geologia (altos e baixos estruturais, lineamentos de drenagem, morfoestruturas e traços de fratura), a geomorfologia e a hidrologia da área em estudo (WEG, 1972). Além do que a drenagem é um importante indicador dos processos endógenos e exógenos ocorridos na evolução da paisagem, contribuindo para a análise de áreas com fragilidade ambiental, suscetibilidade à erosão e de potencialidades de uso da terra (SHIMBO, 2006), podendo ainda, ser correlacionada com as características fisiográficas da área.

6.2.1. Padrão de Drenagem

O padrão da drenagem do município de Franca (observado no Mapa da Rede de Drenagem do Município, FIGURA 11) corresponde a uma associação dos paralelo, subdendrítico e dendrítico, sendo este último o mais comum. Tais padrões justificam-se pelas formas do relevo muito acidentadas em determinadas áreas do município e pelos processos tectônicos atuantes na área. Ocorrem muitos canais perpendiculares aos rios e a presença de “candelabros”. Com isso, esta disposição dos rios deve-se ao grande número de traços de fraturas e lineamentos estruturais nos quais os rios se encaixam.

O *padrão dendrítico*, por se desenvolver livremente em todas as direções, caracteriza-se pela sua homogeneidade em textura e em resistência à erosão, além de seu desenvolvimento ser influenciado pela litologia (WEG, 1972). Sendo comum em áreas planas de material argiloso e em aluviões, presentes na região sul do município.

O *padrão subdendrítico*, uma modificação do padrão dendrítico, corresponde a uma transição para o padrão paralelo, caracterizando relevos moderadamente inclinados e com certa influência tectônica (WEG, 1972), predominando na região leste do município.

O *padrão paralelo* é característico de áreas com falhas bem marcadas, com correntes e tributários paralelos (WEG, 1972), dominantes na região norte e oeste do município.

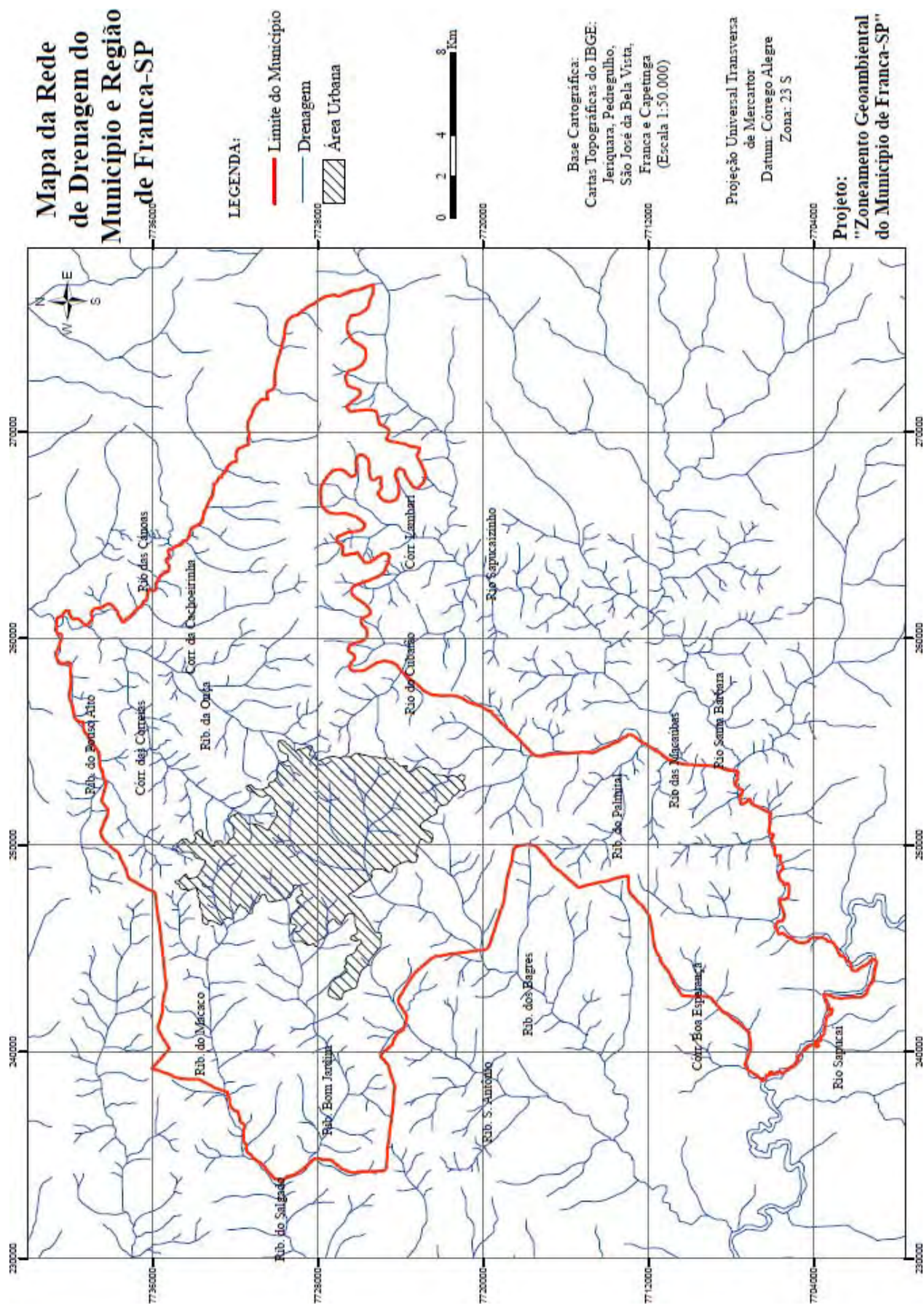


FIGURA 11: Mapa da Rede de Drenagem do Município e Região de Franca-SP.

6.2.2. Densidade de Confluências

A região de Franca-SP apresenta diversos padrões de fraturamento e, a intensidade destes, traduzida pela quantidade de traços de juntas e fraturas, implica diretamente na densidade de confluências de drenagem presentes em cada região (PIEADADE, 2006).

No mapa de densidade de confluências da região (PIEADADE, 2006 - FIGURA 12) pode-se observar que a maior densidade de confluências manifesta-se na parte NE-E do município e no interior do Estado de Minas Gerais, onde se localizam diversas serras (como as Serras de Franca, dos Agudos e dos Garcias), o que caracteriza uma maior suscetibilidade à erosão e/ou uma dissecação mais intensa do relevo, com interflúvios menores. Já na região central, oeste e sul, a diversidade torna-se menos acentuada, correlacionando-se com uma dissecação menor, ou seja, interflúvios mais amplos.

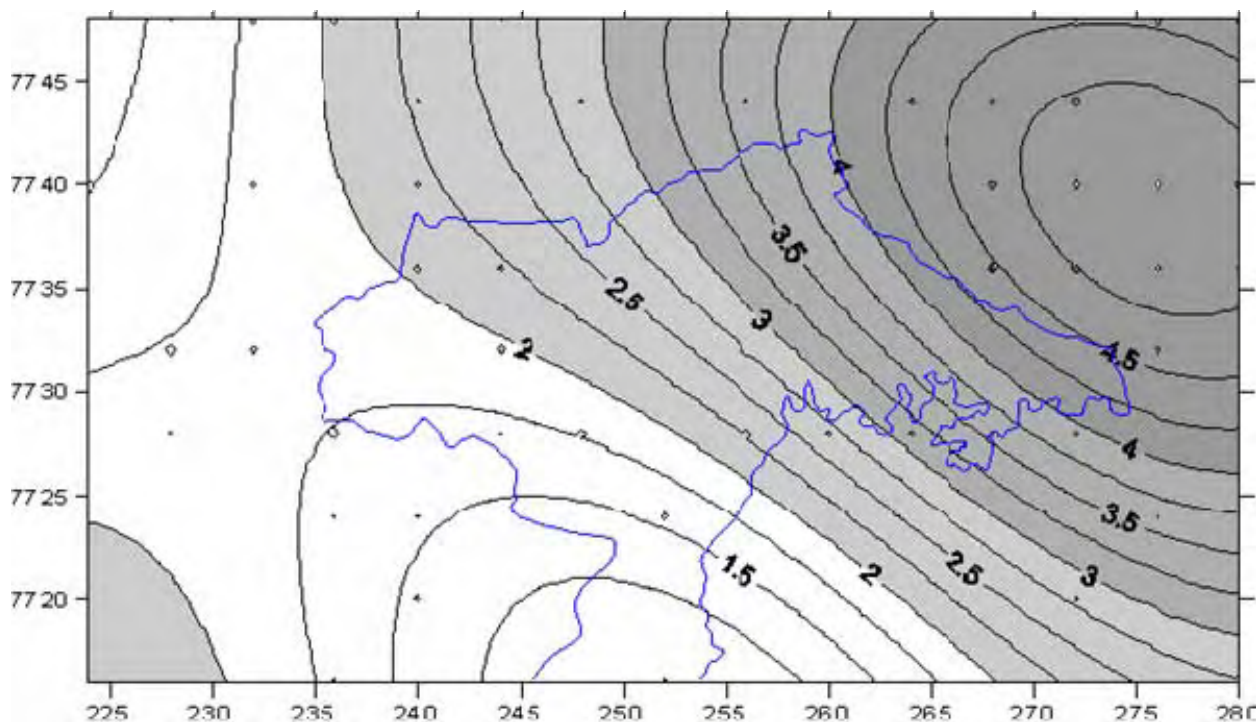


FIGURA 12: Mapa de Densidade de Confluências de Drenagens (em confluências/Km²). A linha azul corresponde ao limite do município de Franca-SP (Fonte: PIEADADE, 2006).

6.3. MORFOMETRIA

A análise morfométrica tem como objetivo identificar as áreas com diferenças altimétricas e que podem ter sofrido influência tectônica. Os mapas de isolinhas de diferentes níveis de base auxiliam na visualização dos altos e baixos topográficos locais que, posteriormente, serão cruzados com os altos e baixos estruturais (HERNÁNDEZ, 1994). Estas

diferenças altimétricas nos permitem estabelecer os diferentes níveis de terraços aluvionares e/ou planaltos, assim como, estabelecer correlações com o desenvolvimento intempérico atual e passado quando cruzado com os índices climáticos, o que, por sua vez, contribui para a definição das unidades de alteração intempérica e para a caracterização e diferenciação das coberturas de alteração e/ou formações superficiais. Assim como permite melhor diagnosticar as áreas mais propícias para a instalação de aterros industriais e urbanos e as áreas com possíveis reservas de água para a suplementação do município.

6.3.1. Isobases

A partir das isobases pode-se inferir sobre o potencial de erosão da área, sendo que os padrões e densidades de fraturamento definem as áreas de maior ou menor potencial natural de erosão, os relevos muito dissecados (Serra de Franca) são, em geral, resultantes da intensa movimentação tectônica e os eventos de soerguimento atuais são condições que favorecem a ocorrência de feições erosivas de grande porte.

O mapa de Isobases da região de Franca (PIEIDADE, 2006) mostra na isobase de 5ª ordem (FIGURA 13), em um primeiro momento, a existência de duas bacias, a do Rio Canoas e a do Ribeirão das Macaúbas, antes do soerguimento da Serra de Franca.

A isobase de 4ª ordem (FIGURA 14) representa o início do soerguimento da Serra de Franca e a separação definitiva das duas bacias. Estabelece-se um padrão de fraturamento marcante de direção NE, associado a padrões EW e NS.

Nas isobases de 3ª ordem (FIGURA 15) observa-se que a Serra de Franca está plenamente estabelecida, predominando os padrões estruturais EW, mais notório, com os NW, NE e NS subordinados, sendo que no oeste do mapa percebe-se o cruzamento entre EW, NE e NS. Assim, pode-se inferir que as falhas tenham ocorrido por escalonamento, por vários pulsos tectônicos.

Piedade (2006) dividiu as isobases de 2ª ordem (FIGURA 16) em dois setores, o leste e o oeste, visando um melhor detalhamento das mesmas. Através deles nota-se uma dissecação mais pronunciada na porção oriental, o que se deve, possivelmente, ao contínuo soerguimento da Serra de Franca, bem como de outras serras no Estado de Minas Gerais, contrastando com a estabilidade da área a oeste da Serra de Franca, que permaneceu mais plana (menos dissecada).

Com esta análise das isobases pode-se afirmar que os padrões e densidade de fraturamentos observados na área de estudo definem áreas com potenciais naturais de erosão,

em virtude de sua relativa instabilidade e/ou do intenso tectonismo sofrido na área, como é o caso da Serra de Franca. Assim, é possível afirmar que o relevo altamente dissecado na zona leste do município deve-se a intensa erosão no terreno promovida pelo soerguimento da Serra de Franca e que seu alto grau de dissecação é muito favorável à ocorrência de voçorocas e deslizamentos de terra.

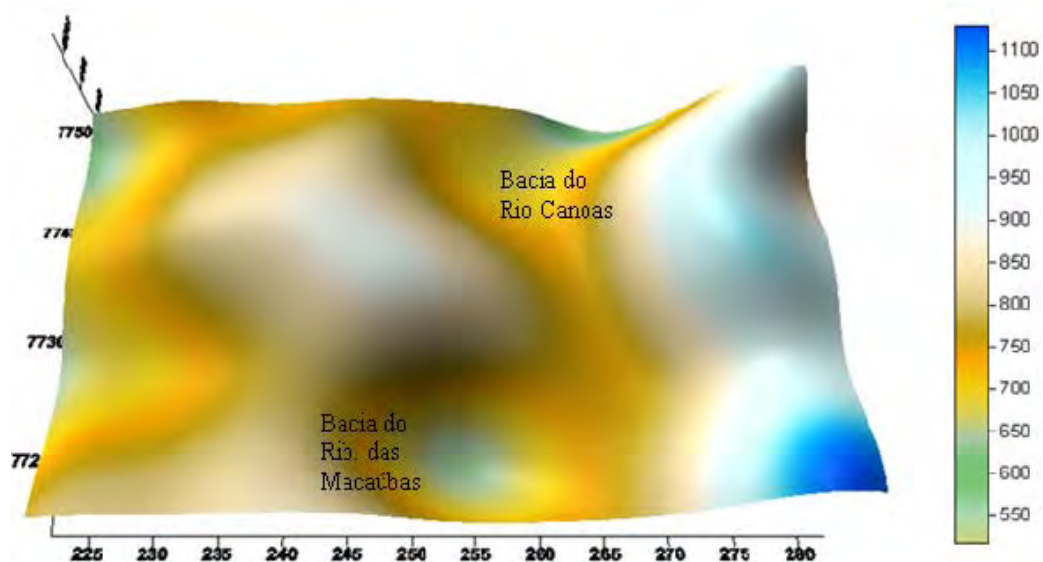


FIGURA 13: Mapa de Isobases de Quinta Ordem do município de Franca-SP (Fonte: PIEDADE, 2006).

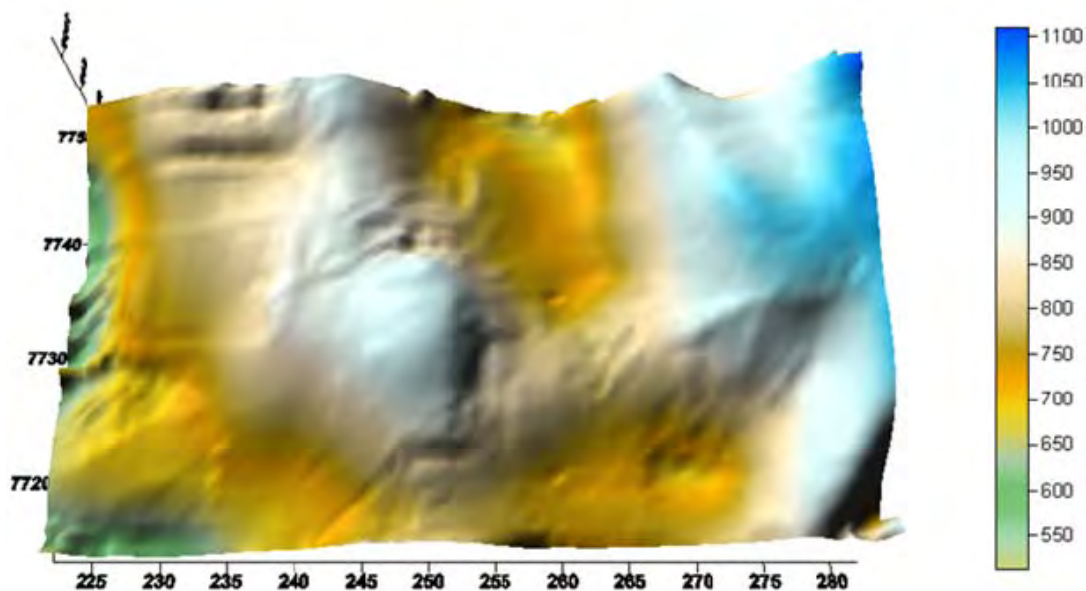


FIGURA 14: Mapa de Isobases de Quarta Ordem do município de Franca-SP (Fonte: PIEDADE, 2006).

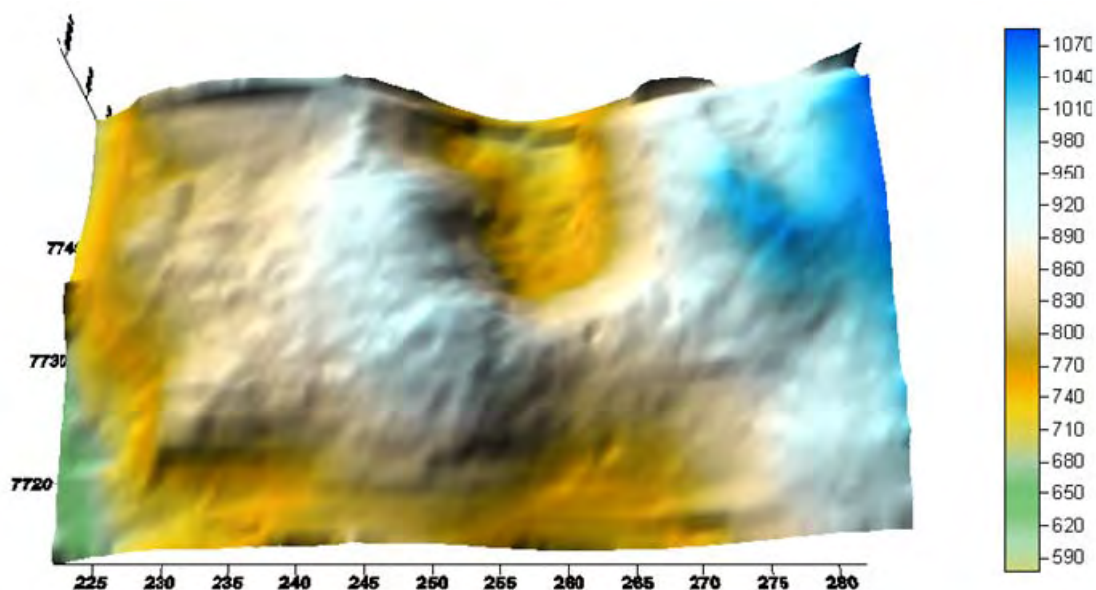


FIGURA 15: Mapa de Isobases de Terceira Ordem do município de Franca-SP (Fonte: PIEDADE, 2006).

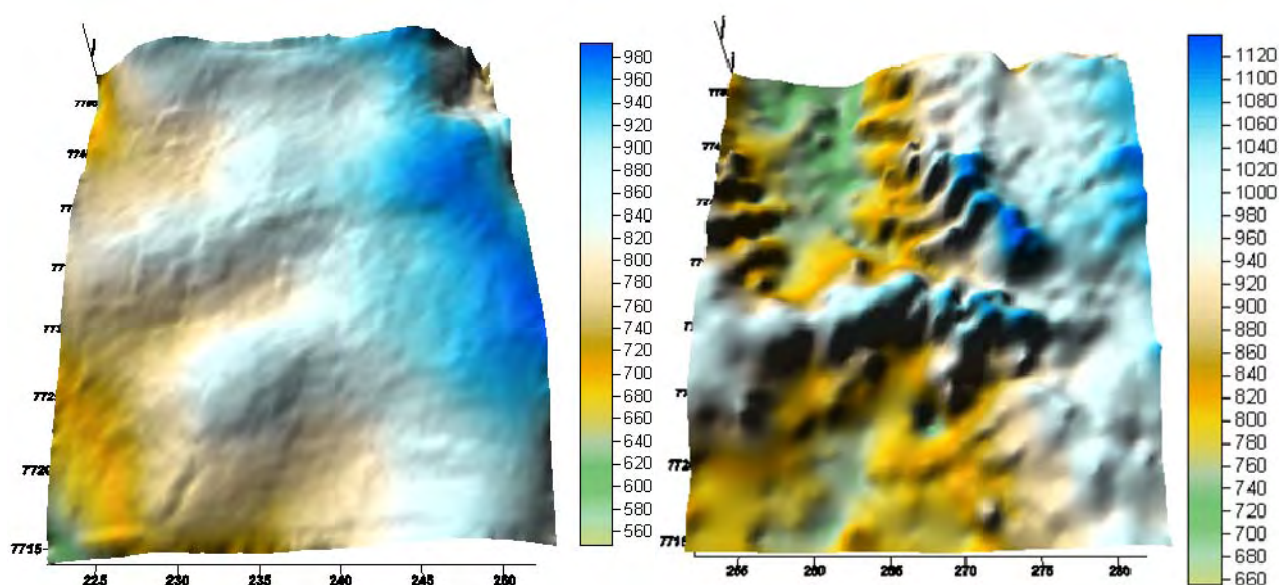


FIGURA 16: Mapa de Isobases de Segunda Ordem do município de Franca-SP, à esquerda o Setor oeste e, à direita, o leste (Fonte: PIEDADE, 2006).

6.4. ESTRUTURAL/TECTÔNICO

Segundo Shimbo (2006), os movimentos tectônicos e os diversos fatores resultantes das deformações litológicas desempenham um papel decisivo na formação do relevo e da drenagem e, portanto, na dinâmica do meio físico. Com isso, algumas análises do comportamento estrutural, especificamente da morfotectônica e morfoestrutura (altos e baixos

estruturais), foram interpretadas a partir da rede de drenagem da região de Franca-SP. Além de serem realizadas interpretações e correlações com aspectos físicos e caracterização dos horizontes diagnósticos durante os trabalhos de campo. O estudo de Jiménez-Rueda e Mattos (1992), realizado em paisagens litorâneas, baseou o estabelecimento dessas correlações e suas aplicações ao meio ambiente, tais correlações foram utilizadas por Ohara (1995) em ambientes ígneos e sedimentares continentais.

Foram elaborados mapas de lineamentos de drenagem, de traços de fratura e de morfoestrutura para a melhor compreensão da dinâmica do meio físico do município, para melhor estabelecer os limites das subzonas geoambientais e contribuir na elaboração dos mapas temáticos.

6.4.1. Morfoestruturas

Para a caracterização morfoestrutural buscou-se um significado geológico para as diferentes formas e/ou associações dos elementos da drenagem e do relevo, seguindo a premissa de que são condicionadas por fatores litológicos, pela presença de processos morfogenéticos atuantes sobre a superfície (SHIMBO, 2006). Baseando-se assim, no fato de que muitas estruturas são refletidas na superfície, sendo passíveis de identificação a partir da interpretação de produtos de sensoriamento remoto (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993).

O mapa morfoestrutural da área (FIGURA 17) foi elaborado com base na análise da rede de drenagem do município de Franca-SP e editado no *Software* ArcGis 9.0. Na análise morfoestrutural foram estabelecidos os altos (anticlinal/antiformas) e baixos (sinclinal/sinformas) estruturais, os traços de fraturas mais marcantes e as regiões onde estas formam *trends*; isto a partir da análise dos elementos de drenagem, considerando a linearidade, densidade, extensão, angularidade da confluência de drenagem, além da análise do relevo e suas relações espaciais (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993; MATTOS., 1982).

Inicialmente buscou-se identificar as formas assimétricas, anelares e radiais da rede de drenagem, devido ao fato destas representarem a intensidade da estruturação de suas formas e do controle estrutural. E, posteriormente, traçaram-se as linhas morfoestruturais, baseadas na assimetria dos elementos da drenagem, podendo com isso, indicar os altos e baixos estruturais. Tais linhas apresentam um contorno estrutural não contado e uma indicação do comportamento estrutural, cujos contatos nem sempre são visíveis em campo (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1989).

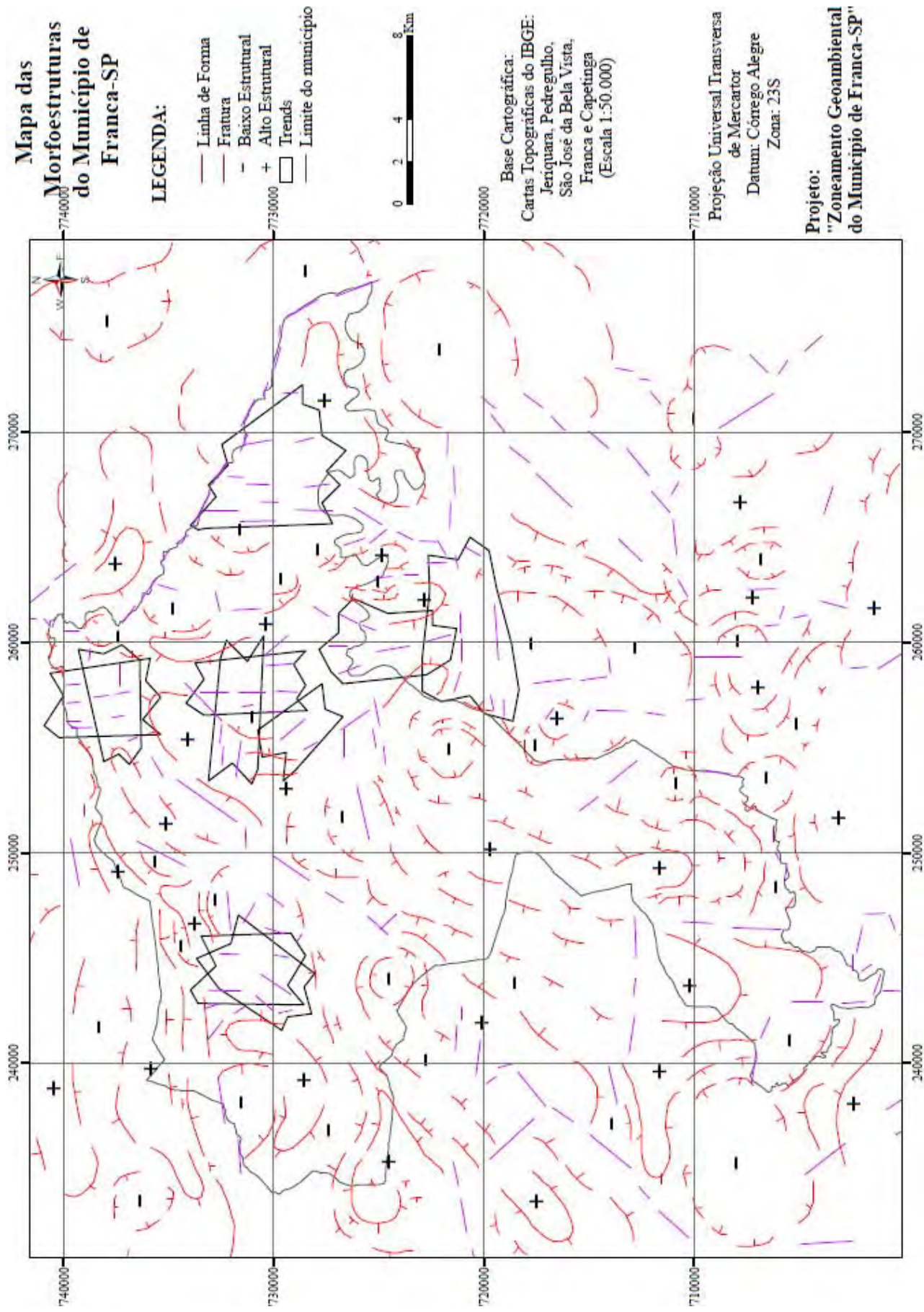


FIGURA 17: Mapa Morfoestrutural do Município de Franca-SP.

A análise morfoestrutural permite estabelecer hipóteses sobre o comportamento das alterações intempéricas, assim como os processos de adição, subtração, transformação e translocação no solo (VIEIRA, 1975 e JENNY, 1941). Estas definições podem ainda ser correlacionadas com os aspectos climáticos, geológicos, fisiográficos e pedológicos e, nos permite inferir informações sobre o comportamento e as classes de solo.

A partir da análise morfoestrutural da área pode-se inferir sobre a permeabilidade, porosidade, estrutura, erodibilidade e fragilidade ambiental (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993). Assim, este mapa foi utilizado como instrumento para melhor definir os limites das subzonas geoambientais, como para definir a instabilidade ambiental e a adequabilidade para os diferentes usos e ocupações.

Os altos estruturais associam-se a sistemas abertos, portanto, locais exorréicos. Devido à circulação intensa de água são importantes áreas de recarga de aquíferos e lençóis freáticos, proporcionando menor tendência à retenção de água, com solos mais evoluídos e muito permeáveis, com intensa lixiviação de material e nutriente. São caracterizados por ambientes oxidativos e, quando associados a falhas e *trends* de fraturas, podem conduzir a erosões intensas e, com isso, ao aparecimento de solos mais evoluídos.

Como nestas áreas a hidrólise e a transferência de elementos são mais constantes, elas apresentam pH mais ácido. Existe assim, a necessidade de utilizar adubos de forma fracionada, devido à fácil infiltração dos nutrientes. Recomenda-se ainda a criação de curvas de nível para reter a água, principalmente em períodos de seca, quando o solo fica mais exposto e é mais facilmente erosionado (SHIMBO, 2006).

Já os baixos estruturais associam-se a sistemas fechados, endorréicos e com baixa e direcionada circulação de água. Correspondem a locais de retenção de água e acumulação de nutrientes, assim, são mais férteis. São ambientes redutores, onde predominam processos de argilização e gleização. Geralmente correspondem a ambientes frágeis, requerendo maiores cuidados em seu manejo e ocupação, principalmente quando associados a fraturamentos, pois tornam-se altamente percolativos e suscetíveis à erosão. Devido a isso não são recomendáveis curvas de nível (SHIMBO, 2006).

O município de Franca, de forma geral, está contido em altos e baixos estruturais intensamente fraturados, o que gerou paisagens de abatimento e soerguimento de blocos, gerando altos e baixos topográficos, portanto, exigem-se indicações de manejo específicos e diferentes para cada área. Além da ocorrência de *trends* de falhas em algumas áreas do município (N, E, W e centro), áreas estas que estão mais sujeitas a processos erosivos pois, quanto maior o cruzamento do *trends*, maior a suscetibilidade à erosão, como é o caso das

áreas central e oeste do município. Na Figura 18 pode-se observar a ocorrência destes *trends* na área estudada.

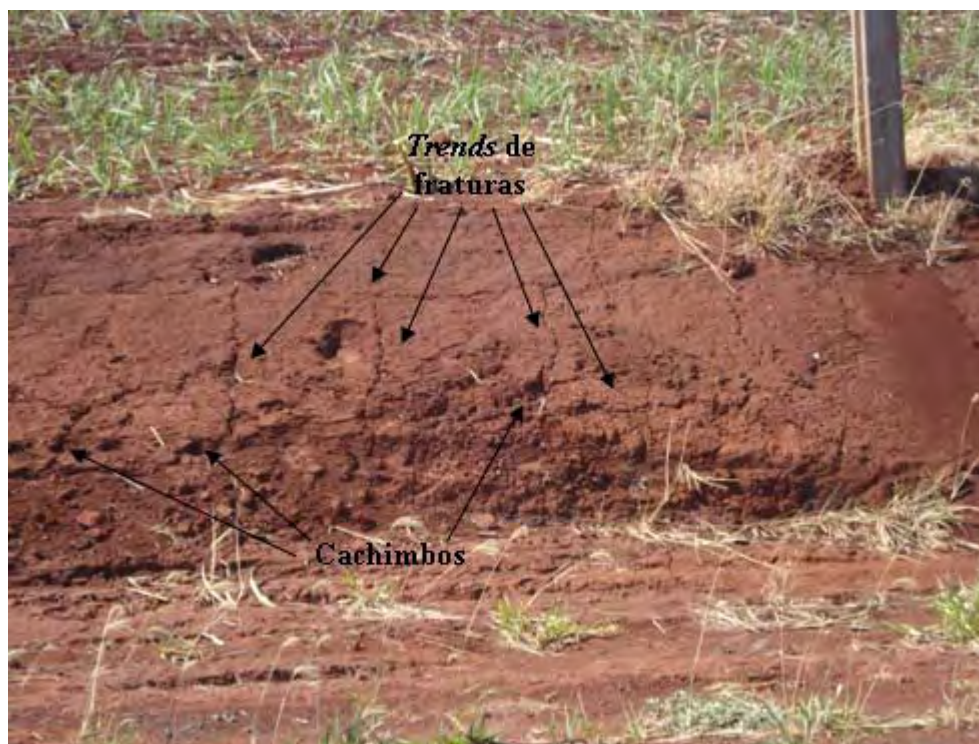


FIGURA 18: Argissolo Vermelho Distroférico Concrecionário Regolítico, com evidências de trends e cachimbos (formados na intersecção das fraturas), encontrado na região da Serra de Franca.

Assim, Jiménez-Rueda et al. (1993) afirmam que a associação dos altos e baixos estruturais com as formas topográficas contribuem para um melhor planejamento de obras de engenharia e manejos agrícolas, além de enfatizarem a importância do uso adequado e diferenciado dos recursos naturais.

6.4.2. Morfotectônica

A morfotectônica estuda as relações entre unidades fisiográficas e as estruturas tectônicas (falhas, juntas, fraturas) de uma região, relacionando a interação das deformações da crosta terrestre com os processos erosivos sedimentares (SUGUIO, 1999). Assim, a análise morfotectônica permite delimitar as áreas intensamente fraturadas, portanto, suscetíveis à erosão (CRISÓSTOMO-NETO, 2003; MATTOS et. al, 2002; RODRIGUES, 2000). Deste modo, estes mapas também colaboram com informações para a elaboração dos mapas temáticos e com indicações de manejos adequados ou áreas de proteção ambiental.

6.4.2.1. Lineamentos Estruturais

O'Leary et al. (1976) definem o lineamento como sendo uma feição mapeável simples ou composta da superfície, alinhadas em um arranjo retilíneo ou suavemente curvilíneo, que difere distintamente dos padrões das feições adjacentes e presumidamente reflete um fenômeno em subsuperfície, o que permite apresentar expressões geomórficas (geralmente feições topográficas negativas). Além disso, a interpretação destes lineamentos e suas direções contribuem para compreender a influência dos processos endógenos, principalmente da ação tectônica, na formação e dinâmica da paisagem.

O mapa de lineamentos de drenagem (FIGURA 19) foi obtido a partir da rede de drenagem do município, em que foram traçadas as principais feições constituídas pela disposição retilínea dos elementos de drenagem, e, portanto os principais lineamentos de drenagem.

Observa-se que na região sul do município predomina os lineamentos com direção NW-SE, SW-NE e E-W associado. Já na região leste predominam as direções NW-SE e N-S. Enquanto que no restante do município (regiões norte e oeste) existe uma associação de todos os sentidos (NW-SE, SW-NE, N-S e E-W). Através da densidade dos lineamentos é possível definir as áreas mais suscetíveis à erosão, melhor definindo assim, as zonas e subzonas geoambientais e os usos adequados para cada uma delas.

O Mapa de Densidade de Lineamentos de Drenagem (FIGURA 20) foi obtido através do Mapa de Lineamentos de Drenagem pelo *Software* ArcGis 9.0, a partir dele foi possível estabelecer as áreas menos e mais permeáveis, sendo que, quanto mais permeável, mais suscetível à erosão. Com isso, pode-se observar que todo o município apresenta regiões críticas quanto à ocorrência de processos erosivos, estando as áreas N, E e W mais sensíveis.

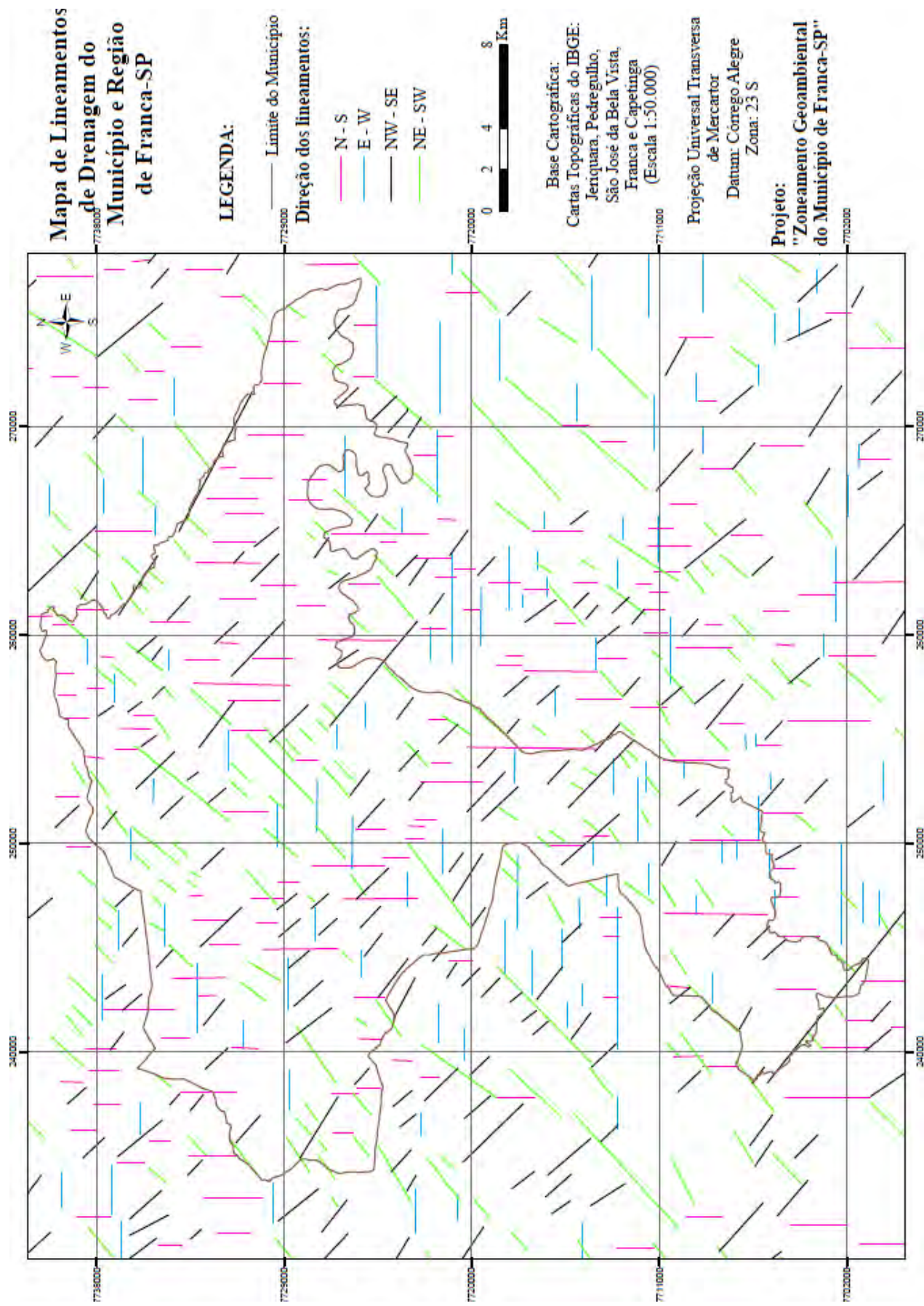


FIGURA 19: Mapa de Lineamentos de Drenagem do Município e Região de Franca-SP.

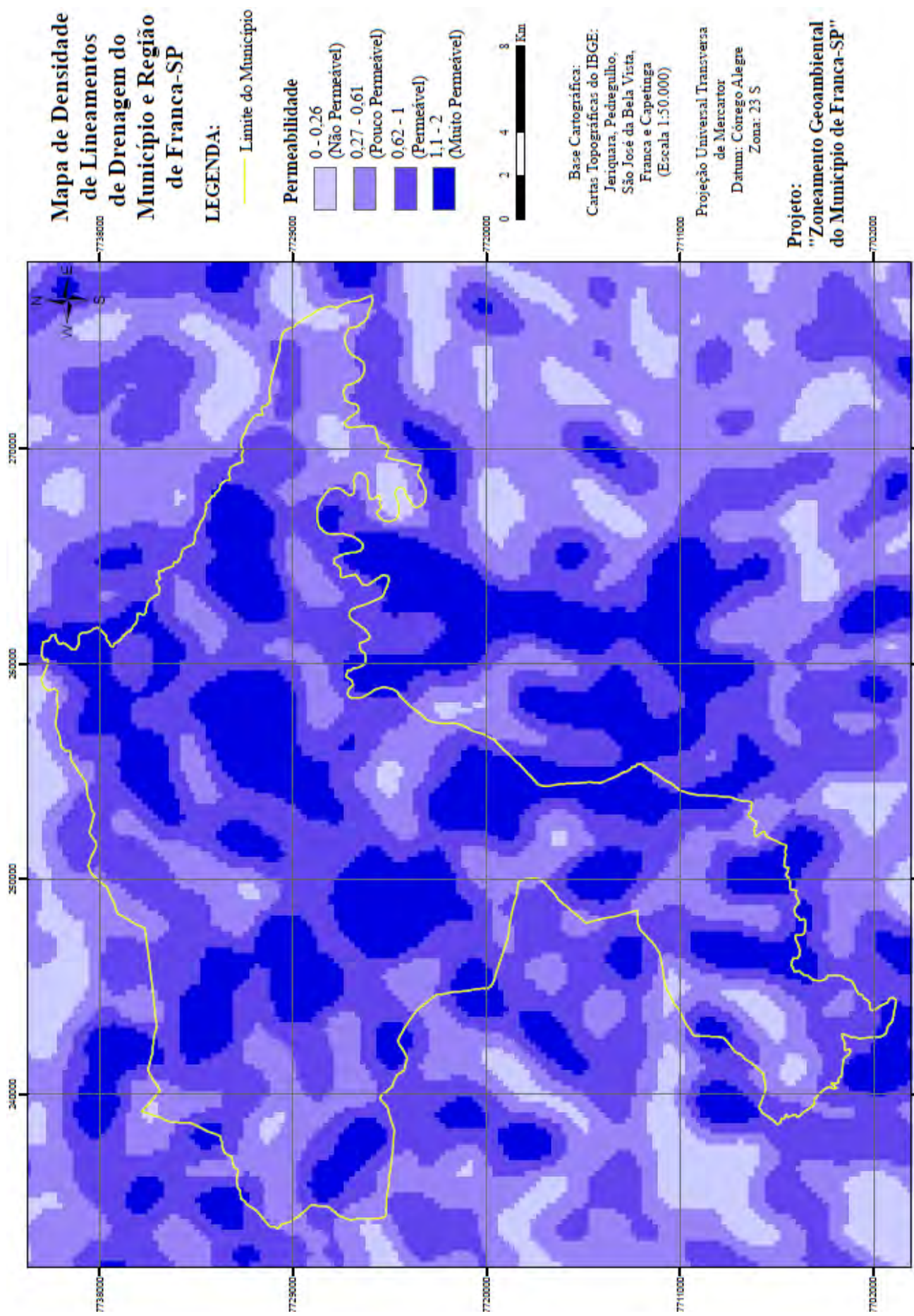


FIGURA 20: Mapa de Densidade de Lineamentos de Drenagem do Município e Região de Franca-SP (Densidade: 2 Km²).

6.4.2.1. Traços de Fratura

Os traços de fratura são considerados, segundo Shimbo (2006), como registros das deformações mais modernas da paisagem e, conseqüentemente, utilizados para compreensão da dinâmica da paisagem e suscetibilidade à erosão.

O Mapa de Traços de Fratura do município de Franca (PIEIDADE, 2006 - FIGURA 21) mostra que, no contexto regional, as principais direções estruturais para os traços de fraturas correspondem a NW e NNW, com o sentido NE subordinada a estas.

Conjuntamente, os mapas de lineamentos de drenagem e traços de fratura permitiram delimitar áreas intensamente fraturadas, mais frágeis e suscetíveis à erosão e, conseqüentemente, áreas que deveriam ter um manejo cauteloso ou serem indicadas à proteção ambiental. Assim, essa informação sobre a morfotectônica da área torna-se mais uma ferramenta fundamental de verificação e subsídio quando analisadas as instabilidades do meio físico.

Mapa de traços de fratura da região de Franca-SP

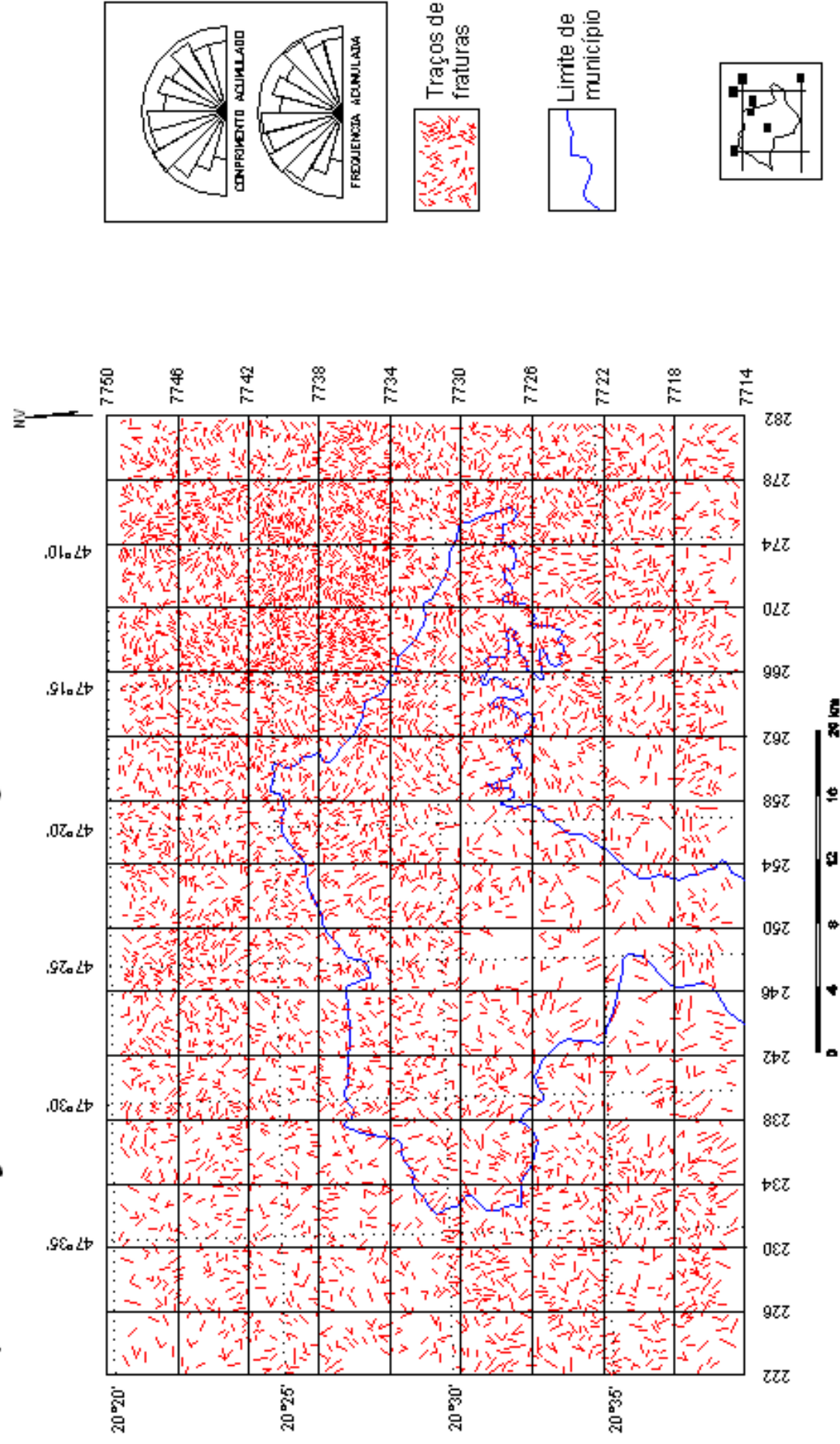


FIGURA 21: Mapa de Traços de Fratura do Município e Região de Franca-SP (PIEDADE, 2006).

6.5. CLASSES DE DECLIVIDADE

O mapa de Classes de Declividade do Município (FIGURA 22) foi gerado a partir da imagem do modelo digital do terreno, disponível no site da Embrapa Relevo, com o auxílio do *software* ArcGis 9.0. A paisagem foi dividida em seis (6) classes (RANZANI, 1963) com o propósito de quantificar os diferentes índices de inclinação das vertentes, assim como, gerar uma carta temática que, quando cruzada com a fisiografia, por exemplo, contribuisse para o entendimento da capacidade de suporte do meio.

A classe com intervalo de 0 a 3% corresponde a relevos planos a ligeiramente ondulados, podendo ou não sofrer inundações periódicas.

A classe com intervalo de 3 a 8% compreende os relevos ligeiramente ondulados a ondulados, geralmente é considerada como o limite para a mecanização em áreas agrícolas.

A classe entre 8 e 16%, relevos ondulados a fortemente ondulados, representa o limite ideal para a implantação de obras viárias. Esta ocorre concomitantemente com a classe entre 16 e 30%, relevos fortemente ondulados, mais acidentados, com presença de colinas com grande inclinação das vertentes, corresponde ao limite máximo para a urbanização sem restrições, pela Lei federal nº 6766/79.

As duas últimas classes (30 a 45% - relevo montanhoso e, 45 a 100% - relevo montanhoso acidentado) compreendem os relevos colinosos, com taludes íngrimes e escarpas verticalizadas, onde o solo se encontra pouco espesso e, geralmente, pouco compacto, o que acarreta constantes movimentos de massa (desbarrancamentos e voçorocamentos, por exemplo), são áreas críticas para a implantação e manutenção de quaisquer tipos de empreendimentos. Cabe ressaltar ainda que, segundo o Código Florestal Brasileiro de 1965 (Lei nº 4771/65, alterada pela Lei nº 7803/89), declividades superiores a 45% devem corresponder, obrigatoriamente, às áreas de preservação permanente.

Deste modo, o mapa de classes de declividade torna-se um importante elemento para a definição da suscetibilidade ambiental, porém, ele deve ser usado concomitantemente com outros indicadores (litológicos, tectônicos, climáticos, fisiográficos, bioclimáticos e tipo de vertentes) para que seja possível uma análise mais completa e integrada do meio físico.

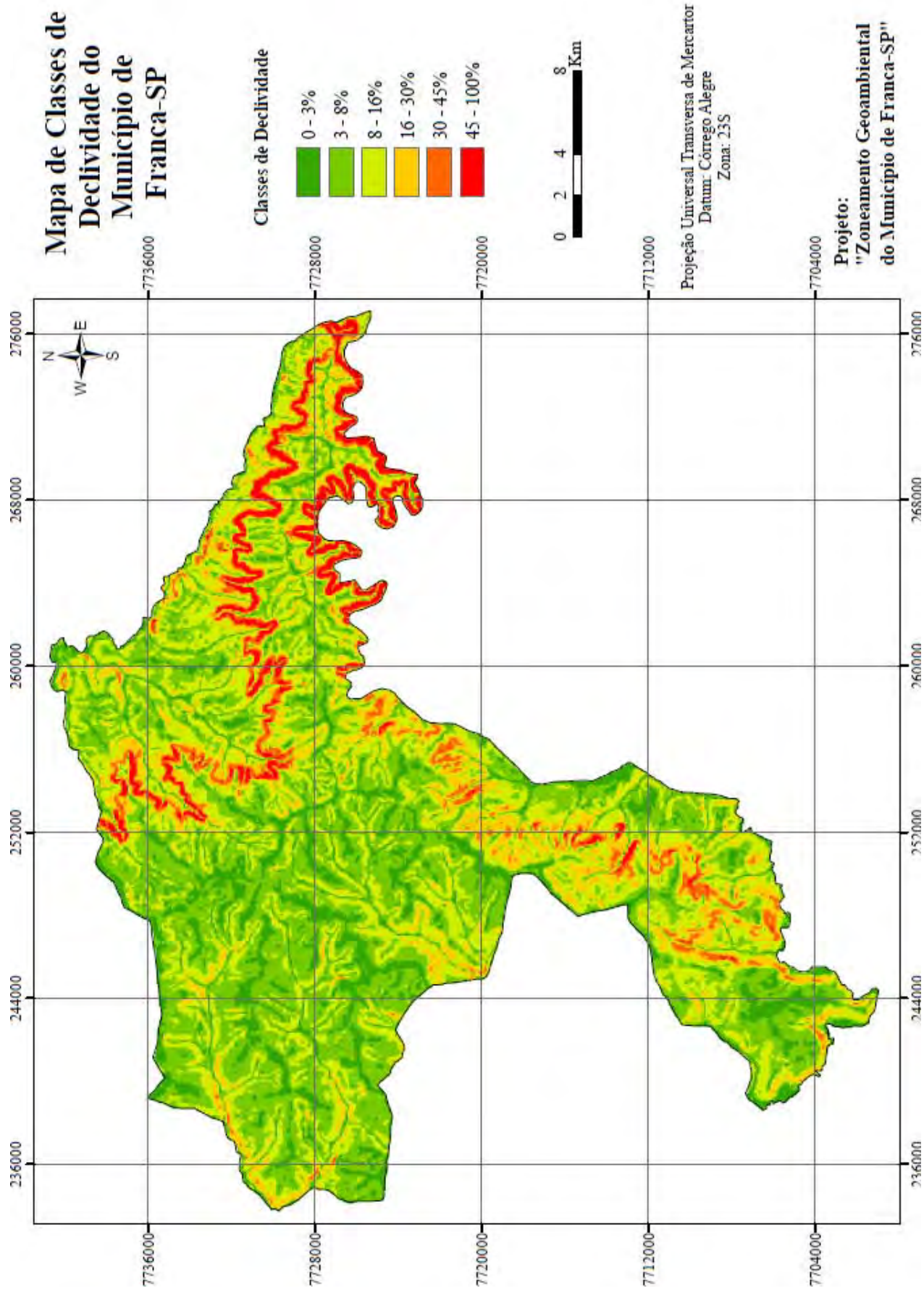


FIGURA 22: Mapa de Classes de Declividade do Município de Franca-SP.

6.6. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA

Segundo Villota (2005), a fisiografia, com base na pedologia e em relação ao estudo das formas de relevo, persegue os mesmos objetivos que a geomorfologia. A principal diferença entre elas consiste na classificação de tais geoformas, ou seja, a fisiografia classifica-as com um sentido prático, não considerando apenas sua morfologia, origem e idade, mas também os aspectos do clima passado e atual, da geologia, da hidrologia e os aspectos bióticos, inclusive a atividade humana, tudo isso em uma escala em que estes possam influenciar a pedogênese e/ou o uso e manejo dos solos.

Segundo Shimbo (2006), Botero (1978) e Goosen (1968), a análise fisiográfica baseia-se na interpretação de sensores remotos (estabelece a relação entre relevo e solos) e, no reconhecimento e identificação (compreende e integra os processos de formação e dinâmica da paisagem). As paisagens constituem-se na unidade fundamental da análise fisiográfica da superfície terrestre, apresentando certa homogeneidade geológica, climática, biológica e pedológica.

A área estudada foi classificada em unidades fisiográficas, representadas por formas de relevo e caracterizadas pelos processos endógenos e exógenos específicos, os quais permitem compreender a dinâmica da paisagem (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993).

As unidades interagem com a cobertura vegetal natural ou transformada, interação esta justificada pelas relações genéticas e morfológicas dessas unidades com a paisagem (ROMERO et al., 2004). Segundo Goosen (1968), cada uma dessas unidades apresenta uma associação única de solos, proporcionando um guia importante para delinear os padrões de solos e suas aptidões. Portanto, são fatores determinantes na definição, caracterização e classificação de unidades homogêneas (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993), assim como para estabelecer as zonas e subzonas geoambientais, diagnosticar suas potencialidades e limitações, definir as áreas erosionáveis (degradacionais e/ou deposicionais) e recomendar usos e ocupações visando a conservação dos ecossistemas (SHIMBO, 2006).

Na Figura 23 tem-se uma noção geral da distribuição das unidades de relevo em modelo digital do terreno da região de Franca-SP.

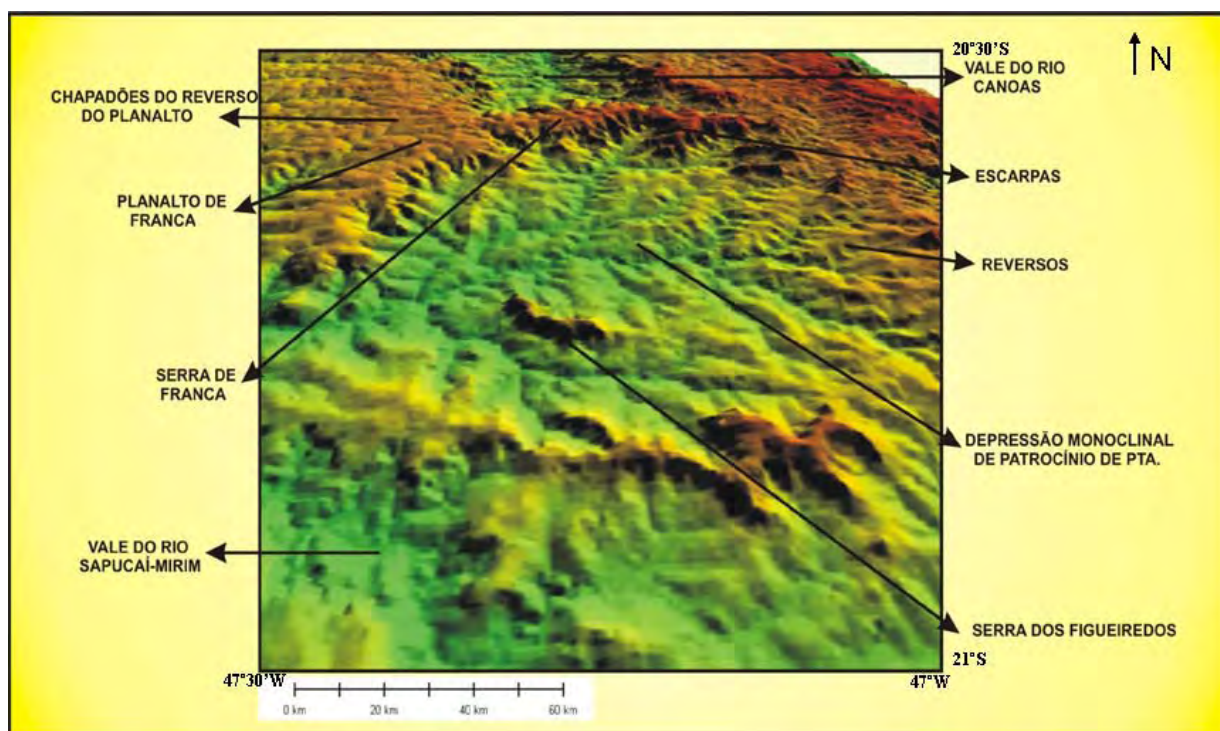


FIGURA 23: Distribuição das Unidades de Relevo em modelo digital do terreno para a Região de Franca-SP (Fonte: Imagens SRTM).

A análise fisiográfica foi feita através da fotointerpretação da imagem orbital (LANDSAT 7 ETM+, path/row: 220/074, imageada em 30/04/2003, resolução de 15 m) da região de Franca-SP e complementadas pelas observações feitas em campo, associadas a interpretações e delimitações pré-definidas pela fotointerpretação de fotos aéreas do município (escala 1:25.000), visando a melhor delimitação dos contatos das unidades fisiográficas e as suas manifestações no relevo.

6.6.1. Legenda Fisiográfica

Para a delimitação das unidades fisiográficas foi desenvolvida, inicialmente, uma legenda semidetalhada baseada nas foto-aéreas do município (TABELA 7) que permitiu a separação dos elementos fisiográficos utilizando, conjuntamente, a imagem de satélite.

TABELA 7: Legenda Fisiográfica Semidetalhada utilizada para a análise fisiográfica prévia do município de Franca-SP.

A - Paisagem Aluvial	A1 - Planície de Inundação Atual	<i>A11 - Diques</i>	A111 - Amplos/Finos A112 - Estreitos/Grossos	
		<i>A12 - Complexo de Diques</i>	A121 - Amplos A122 - Estreitos	
		<i>A13 - Praias</i>	A131 - Amplas A132 - Estreitas	
		<i>A14 - Várzeas</i>	A141 - Amplas A142 - Estreitas	
		<i>A15 - Canais Abandonados</i>	A151 - Meandantes A152 - Retilíneos A153 - Mistos	
		<i>A16 - Terraços (protoplanaltos)</i>	A161 - Muito Altos	A1611 - Muito Dissecados A1612 - Dissecados A1613 - Ligeiramente Dissecados
			A162 - Altos	A1621 - Muito Dissecados A1622 - Dissecados A1623 - Ligeiramente Dissecados
			A163 - Baixos	A1631 - Muito Dissecados A1632 - Dissecados A1633 - Ligeiramente Dissecados
			A164 - Taludes	A1641 - Côncavo A1642 - Convexo A1643 - Retilíneo A1644 - Misto
	P - Planaltos (Planícies Soerguidas Tectonicamente)	<i>P1 - Planalto Muito Alto (> 1080 m)</i>	P11 - Muito Fortemente Dissecado P12 - Fortemente Dissecado P13 - Moderadamente Dissecado P14 - Ligeiramente Dissecado	
		<i>P2 - Planalto Alto (1000 - 1080 m)</i>	P21 - Muito Fortemente Dissecado P22 - Fortemente Dissecado P23 - Moderadamente Dissecado P24 - Ligeiramente Dissecado	
		<i>P3 - Planalto Médio (820 - 1000 m)</i>	P31 - Muito Fortemente Dissecado P32 - Fortemente Dissecado P33 - Moderadamente Dissecado P34 - Ligeiramente Dissecado	
		<i>P4 - Planalto Baixo (840 - 920 m)</i>	P41 - Muito Fortemente Dissecado P42 - Fortemente Dissecado P43 - Moderadamente Dissecado P44 - Ligeiramente Dissecado	
		<i>P5 - Planalto Muito Baixo (< 840 m)</i>	P51 - Muito Fortemente Dissecado P52 - Fortemente Dissecado P53 - Moderadamente Dissecado P54 - Ligeiramente Dissecado	
		<i>P6 - Taludes</i>	P61 - Côncavo P62 - Convexo P63 - Retilíneo P64 - Misto	

Partindo desta legenda semidetalhada foi possível fazer a fotointerpretação da imagem LANDSAT em uma escala de Reconhecimento Geral, assim, as unidades observados na área de estudo encontram-se na legenda geral (TABELA 8). Devido a esta necessidade de se utilizar uma escala mais geral, algumas unidades do relevo não puderam ser representadas, como é o caso de algumas unidades da planície aluvial, unidades estas que são vistas com clareza apenas a nível de detalhe (imagens de 1:25.000 a 1:50.000).

TABELA 8: Legenda Fisiográfica Geral utilizada para a delimitação das unidades fisiográficas no município de Franca-SP.

A - Paisagem Aluvial	A1 - Planície de Inundação Atual	
P - Planaltos	P1 - Planalto Muito Alto (> 1080 m)	P11 - Muito Fortemente Dissecado
	P2 - Planalto Alto (1000 - 1080 m)	P21 - Muito Fortemente Dissecado P22 - Fortemente Dissecado
	P3 - Planalto Médio (820 - 1000 m)	P31 - Muito Fortemente Dissecado P32 - Fortemente Dissecado P33 - Moderadamente Dissecado
	P4 - Planalto Baixo (840 - 920 m)	P41 - Muito Fortemente Dissecado P42 - Fortemente Dissecado P43 - Moderadamente Dissecado
	P5 - Planalto Muito Baixo (< 840 m)	P51 - Muito Fortemente Dissecado P52 - Fortemente Dissecado P53 - Moderadamente Dissecado P54 - Ligeiramente Dissecado
	P6 - Taludes	P61 - Côncavo P62 - Convexo P63 - Retilíneo P64 - Misto

O uso da legenda fisiográfica, somada às observações em campo, direcionaram o mapeamento da área, além de serem fundamentais na diferenciação das zonas e subzonas geoambientais, o que permite uma melhor recomendação do uso e exploração do solo no município.

Para a delimitação de cada item da legenda considerou-se os seguintes aspectos das unidades de relevo:

- Planície de Inundação Atual (A1): as planícies de inundação atuais foram diferenciadas pelas áreas sujeitas a inundações de rios ainda existentes e atuantes na área, como fortes modeladores da paisagem.
- Planaltos (P): os planaltos foram separados de acordo com as diferenças topográficas do local, como o planalto mais alto no município apresentava 1160 m de altitude e o mais baixo, 760 m, optamos por dividi-los em intervalos de 80 m cada, totalizando 5 classes de planaltos. Devido a grande variação de altitude na área e a distribuição geográfica dos planaltos optou-se por separá-los em: *Muito Alto (P1)*, *Alto (P2)*, *Médio (P3)*, *Baixo (P4)* e *Muito Baixo (P5)*. E, quanto a sua dissecação, também devido a grande variação de formas de relevo na área, foram divididos em: *Muito Fortemente Dissecados*, *Fortemente Dissecados*, *Moderadamente Dissecados* e *Ligeiramente Dissecados*.
- Taludes (P6): os taludes (ou Vertentes) caracterizam-se como partes da paisagem dispostas de forma inclinada, geralmente entre uma planície de inundação e um planalto, podendo, por vezes, estar entre dois planaltos. Estes foram diferenciados em *Côncavo (P61)*, *Convexo (P62)*, *Retilíneo (P63)* e *Misto (P64)*.

6.6.2. Interpretação Fisiográfica

Após traçar a fisiografia, a interpretação dos elementos fisiográficos obtidos é de suma importância para o melhor entendimento dos processos da formação da região, e também daqueles que ainda estão atuando sobre a área.

Sendo assim, no Mapa das Unidades Fisiográficas do Município de Franca-SP (FIGURA 24 - ilustrativa e, ANEXO 1 - mesmo mapa em escala mais adequada ao nível de detalhes encontrado), nota-se uma paisagem bastante diversificada, com a ocorrência de muitos morros testemunhos, com alto grau de dissecação.

- Planícies de Inundação Atuais (P1): foi possível identificar sua ocorrência em quatro cursos d'água, todos nos limites do município, sendo eles: *P1* do Rio das Canoas, na divisa com Claraval (a nordeste do município); *P1* do Ribeirão das Macaúbas, na divisa com Patrocínio Paulista (a sudeste do município) e; a *P1* do Rio Santa Bárbara e Sapucaí, na divisa com Batatais (extremo sul do município). Cabe ressaltar que o Rib. das Macaúbas deságua no Santa Bárbara que, por sua vez, deságua no Sapucaí, sendo assim, as três últimas *P1* podem ser consideradas como uma única grande *P1* no limite sul e sudeste do município. Cabe ressaltar que a influência de cada *P1* na área que a circunda é diferente, tendo efeitos mais ativos, de transborde do rio, por exemplo, as *P1* do Rio Canoas e do Sapucaí, os quais apresentam dimensões maiores.

- Planaltos Muito Baixos (P5): apresentam todos os graus de dissecação, estando na parte sul do município os Planaltos Muito Baixos Ligeiramente Dissecados (*P54*), o que pode ser justificado pela proximidade à *P1* do Rio Sapucaí e pelo relevo suave ondulado com Taludes Mistos (*P64*) predominantemente Côncavos e Convexos. No extremo oeste do município, entre as rodovias que levam a Restinga e a São José da Bela Vista, ocorrem os *P5* Moderadamente Dissecados (*P53*). Já os *P5* Fortemente Dissecados (*P52*) e Muito Fortemente Dissecados (*P51*) predominam a oeste do município, numa faixa entre a rodovia que leva a São José da Bela Vista e o Ribeirão do Salgado. Estas correspondem às áreas mais baixas do município e, entre eles, ocorrem Taludes Mistos.

- Planaltos Baixos (P4): há uma associação dos Moderadamente Dissecados (*P43*) e Fortemente Dissecados (*P42*) na parte sul do município, delimitados pelo Rio Santa Bárbara, pelo Rib. do Palmital (afluente do Santa Bárbara) e pelo limite sudoeste do município; eles também ocorrem ao redor da rodovia que leva a Patrocínio Paulista. Nesta área ocorrem Taludes Convexos (*P62*), alguns Côncavos (*P61*) e, em maior proporção, os Mistos (*P64*). Foram encontrados resquícios de *P43* entre os *P53* e a área urbana de Franca. Assim como

resquícios dos *P4* Muito Fortemente Dissecados (*P41*) entre os *P51* e o Rib. do Macaco (afluente do Rib. do Salgado). Os *P51* aparecem, em maior proporção, a nordeste do município, entre os Rio das Canoas e o Ribeirão da Onça e, são acompanhados por *P64* em toda a área.

- Planaltos Médios (*P3*): ocorrem como uma associação de Moderadamente (*P33*) e Fortemente Dissecados (*P32*) na área entre o Rib. do Palmital, a *P1* do Rib. das Macaúbas e a rodovia que leva a Restinga, com predomínio dos *P32*. Os *P3* Muito Fortemente Dissecados (*P31*) ocorrem a oeste da área urbana, onde predominam *P64*, e a nordeste da mesma, onde predominam associações de *P61* e *P62*. Estes últimos estão delimitados pelo Rib. da Onça e pela SP-334 a norte do município. Ocorre ainda uma pequena faixa de *P31* paralela a SP-438, a leste do município.

- Planaltos Altos (*P2*): ocorrem apenas os Fortemente (*P22*) e Muito Fortemente Dissecados (*P21*). Existe uma faixa de *P21* sobre a SP-334 a sul e a norte do município, entremeados por *P64*, assim como na estrada que leva a Claraval (entre os Córrego dos Correias e o Rib. da Onça), nas proximidades da área urbana, sendo que nestes predominam *P62* associados a *P61*. Os *P22* ocorrem entre as cabeceiras do Rib. do Cubatão e do Córrego Lambari (SP-438 sul) e, do Rib. da Onça e do Córrego da Cachoeirinha (SP-438 norte).

- Planaltos Muito Altos (*P1*): ocorrem apenas os Muito Fortemente Dissecados (*P11*), na porção leste do município, mais exatamente, na Serra de Franca. É uma área muito acidentada (dissecada), com ocorrência de todos os tipo de Taludes, predominando os Retilíneos (*P63*), também denominados de escarpas, assim como alguns *P61* bem definidos.

Pode-se concluir que o grau de dissecação é maior nas áreas mais a norte e leste do município, o que se deve, provavelmente, a maior movimentação desta parte do terreno em relação ao restante do município, em especial a parte sul que, por apresentar menores altitudes e formas mais arredondas do relevo (Taludes Convexos) sofre menor influência dos processos erosivos, sendo assim, menos dissecada. Tal fato pode ser comprovado também pelas isobases do município (que mostra o soerguimento da região da Serra de Franca) e pelo mapa de classes de declividade (FIGURA 24) que, quando integrado com a fisiografia e geologia estrutural, por exemplo, pode determinar as áreas mais suscetíveis à erosão.

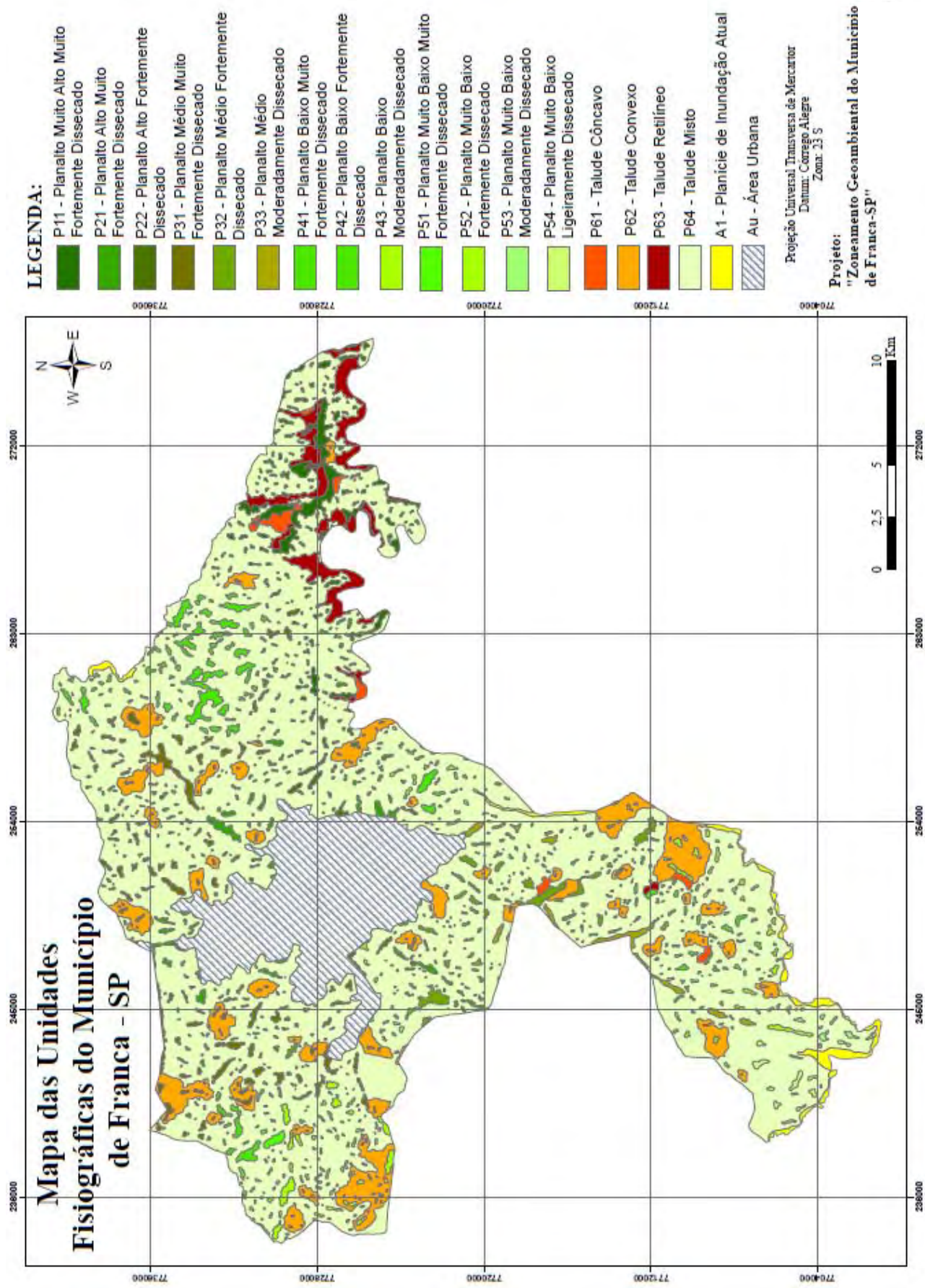


FIGURA 24: Mapa das Unidades Fisiográficas do Município de Franca-SP.

6.7. SOLOS E SUBSTRATOS

O solo é definido como um registro das interações dos processos endógenos (geológicos e tectônicos) e exógenos (climáticos, morfológicos, biológicos, ecológicos e antrópicos) da evolução da paisagem, o que permite fornecer indicadores ambientais para a compreensão da ecodinâmica, das potencialidades e das limitações quanto ao seu uso e ocupação (SHIMBO, 2006). Segundo Ab'Saber (1996), o solo constitui a parte mais ativa do suporte ecológico das paisagens.

A interação destes processos e fatores de formação da paisagem e do solo é definida como Cobertura de Alteração Intempérica e, seus processos ecodinâmicos são refletidos pelos horizontes diagnósticos ou Volume de Alteração Intempérica. Com a caracterização destas coberturas é possível inferir sobre o (des)equilíbrio dos processos intempéricos (JIMÉNEZ-RUEDA, 1993).

6.7.1. Pontos de Amostragem

Para o levantamento e caracterização pedológica e geológica do município foram amostrados 327 perfis em diferentes locais do município. Os pontos de coleta foram pré-definidos com base na análise fisiográfica, sendo escolhidos os locais representativos das variações fisiográficas unitárias e/ou associadas, as quais, por sua vez, caracterizam as unidades homogêneas. Buscando mapear todas as coberturas de solo e substratos contidos na área. A maior parte dos pontos foram amostrados pela 29ª turma de Ecologia da UNESP-Rio Claro, durante a disciplina de “Pedologia e Mapeamento Agroecológico”, ministrada pelo Prof. Dr. Jairo R. Jiménez-Rueda e, complementadas em expedição posterior à campo (FIGURA 25).

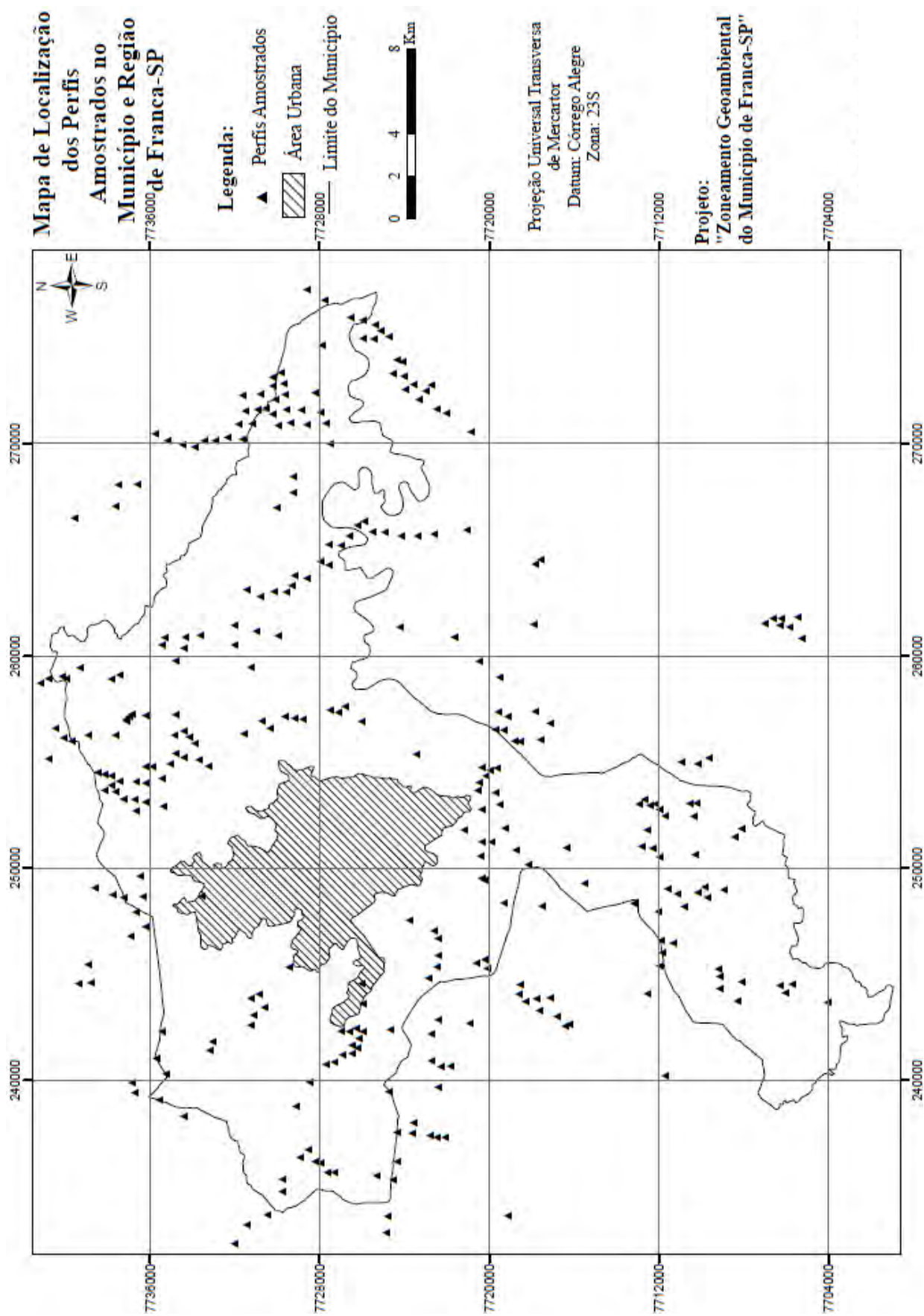


FIGURA 25: Mapa de localização dos perfis amostrados em trabalho de campo no município de Franca-SP.

6.7.2. Substratos encontrados

Foram caracterizados no município substratos pertencentes às Coberturas Cenozóicas (Arenito fino, grosso, grosso conglomerático, Siltito e Siltito conglomerático - Formação Itaqueri), Grupo Bauru (Arenito - Formação Marília) e Grupo São Bento (Arenito - Formação Pirambóia; Arenito silicificado - Formação Botucatu e; Basalto e Diabásio - Formação Serra Geral), sendo que as mais expressivas correspondem às Formações Itaqueri e Serra Geral, que ocorrem de formas associadas (FIGURA 26). Estes materiais estão dispostos na forma de *horsts* (blocos soerguidos entre blocos falhados - Fm. Serra Geral e, em menor quantidade, Fm. Marília) e *grábens* (depressões delimitadas por falhas - Fm. Itaqueri), o que influenciou diretamente no grande número de associações de solos e substratos encontrados.

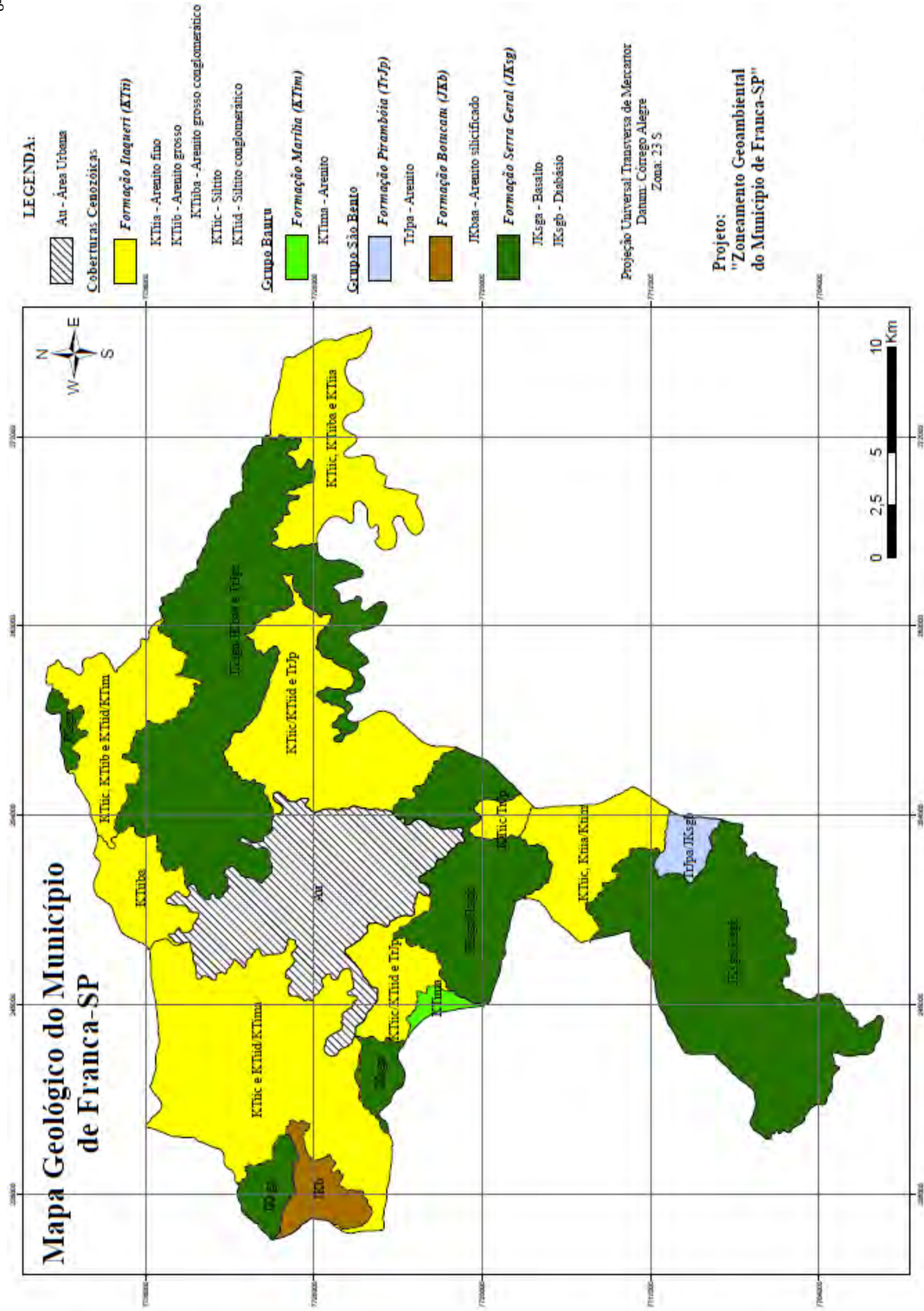


FIGURA 26: Mapa Geológico do Município de Franca-SP.

6.8. ZONAS E SUBZONAS GEOAMBIENTAIS

Segundo Jimenéz-Rueda et al. (1995), as zonas geoambientais são determinadas conforme as características de potencialidade e suporte do meio físico, sendo aqui levado em conta seus aspectos da drenagem e morfotectônica, com os adensamentos de traços de fraturas e lineamentos estruturais.

Ohara et al. (2003) resumem que o zoneamento geoambiental tem por finalidade a obtenção de mapas de zonas (ZGA) e subzonas (SZGA) geoambientais, que retratam as informações do meio físico para a definição e priorização das diversas aplicações para o planejamento.

Estudos realizados por Jiménez-Rueda (1993), Volkmer (1993) e Daitx et al. (2005), em escalas de reconhecimento, apontam a necessidade do desenvolvimento de novas pesquisas que apliquem o método de zoneamento geoambiental e a compreensão de novos parâmetros e técnicas investigativas dentro de regiões já estudadas, em busca de um detalhamento que possibilite compreender a dinâmica e os processos que atuam e influenciam o meio ambiente no âmbito regional e local.

A representação das diferentes unidades geoambientais (zonas e subzonas) para fins de planejamento e gestão de recursos naturais ou antrópicos converge-se para um raciocínio de síntese que confirma a delimitação de conjuntos espaciais, agrupamentos de lugares caracterizados por agrupamentos de atributos (MARTINELLI e PEDROTTI, 2001). Nesse contexto as representações gráficas devem se afastar de representações analíticas exaustivas e abordar a questão do ambiente, integrando as informações em unidades taxonômicas, atrás de pressupostos semiológicos de um sistema de comunicação monossêmico apropriado (PEREIRA, 2000).

O método de zoneamento geoambiental consiste em um levantamento sistemático de atributos e características geológicas (litologia), fisiográficas (formas e grau de dissecação do relevo e paisagens), morfoestruturais (estruturas positivas e negativas), morfotectônicas (lineamentos), de coberturas de alteração intempérica (alterações físicas e químicas do material), geopedológicas e climáticas, organizadas em zonas e subzonas geoambientais. As quais apresentam as potencialidades e suporte do meio físico, de acordo com os condicionantes naturais, em função dos modificadores sócio-econômicos (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1995).

As zonas geoambientais são delimitadas por diferenças litológicas em variadas escalas de agrupamento cartográfico-taxonômico de acordo com os níveis de levantamento a serem

desenvolvidos, já as subzonas são definidas e diferenciadas segundo critérios de deformação tectônica-climática, o que ocasiona diferenças físico-químicas e termodinâmicas que caracterizam e diferenciam coberturas, volumes e unidades de alteração intempérica em nível de mapeamento geral, semidetalhe e detalhe, definidos por momentos de equilíbrio/desequilíbrio geoquímico monossialítico, bissialítico e alítico a nível mais específico, caso das Unidades de Alteração Intempérica (UAI), já que, por sua vez, promovem a diferenciação dos Volumes de Alteração Intempérica (VAI) pela ação dos processos de adição, subtração, transformação e translocação, determinando com isto os denominados Horizontes Diagnósticos, sejam eles de superfície (epipedons) e/ou de subsuperfície (endopedons), o que vem a caracterizar e contribuir na reconstrução paleogeodinâmica regional/continental, facilitando assim a diferenciação dos ambientes e, em especial, dos processos específicos de ampla generalização que caracterizam as Coberturas de Alteração Intempérica (CAI) (JIMÉNEZ-RUEDA, 2006 – notas de aula).

As zonas e subzonas contribuem para definir e priorizar diversas aplicações, como o planejamento agrícola, estudos de recursos hídricos, proteção ambiental, obras de engenharia e sanitária e planejamento urbano, por exemplo (OHARA, 1995).

Para aplicações diretas na valoração cadastral das terras/terrenos, segundo Storie (1970), com fins não só na definição de sua capacidade de sustentabilidade natural de produção e/ou capacidade de suporte para implantação de outros usos e ocupações (urbanos, industriais, comunicações, sanitários, turísticos e preservação/conservação), mas também das possibilidades de recuperação e reintegração aos ecossistemas, é primordial compreender as relações e inter-relações entre os elementos dos ecossistemas estabelecidos ou caracterizados por meio de estudos integrados de Zoneamentos Geoambientais.

Vedovello (2000) afirma que o planejamento adequado deve contemplar principalmente os aspectos físicos e assim minimizar os impactos ambientais. O estudo do zoneamento se faz necessário para se conhecer melhor a aptidão dos terrenos para construção e inserção agrícola, e assim poder orientá-la de forma adequada, para superar as limitações impostas pelo ambiente, não fazer o zoneamento seria aumentar consideravelmente os custos (TRICART, 1977).

A aplicação do zoneamento geoambiental tem nas ciências da terra sua base teórica e prática, por interpretar as informações do meio físico de forma integrada (litológica, tectônica, morfoestrutural, climática, fisiográfica, de capacidade de suporte, fisiologia da paisagem, biótica, pedológica e sócio-econômica) (JIMÉNEZ-RUEDA, 2006 – notas de aula), procurando realizar a leitura fisiológica da paisagem proposta por Goosen (1971) e a inter-

relação desta com os movimentos sociais e econômicos, para fins de planejamento e gestão racional do território.

Assim, na área estudada puderam ser delimitadas, a nível de Semidetalhe, duas (2) Zonas Geoambientais (ZGA) (FIGURA 27) e dez (10) Subzonas Geoambientais (SZGA) (FIGURA 28), correspondentes a uma classificação mais geral dos solos da região e que foram diferenciadas considerando as dissecções e/ou deformações tectônicas modernas. As ZGA e SZGA encontram-se descritas e caracterizadas a seguir.

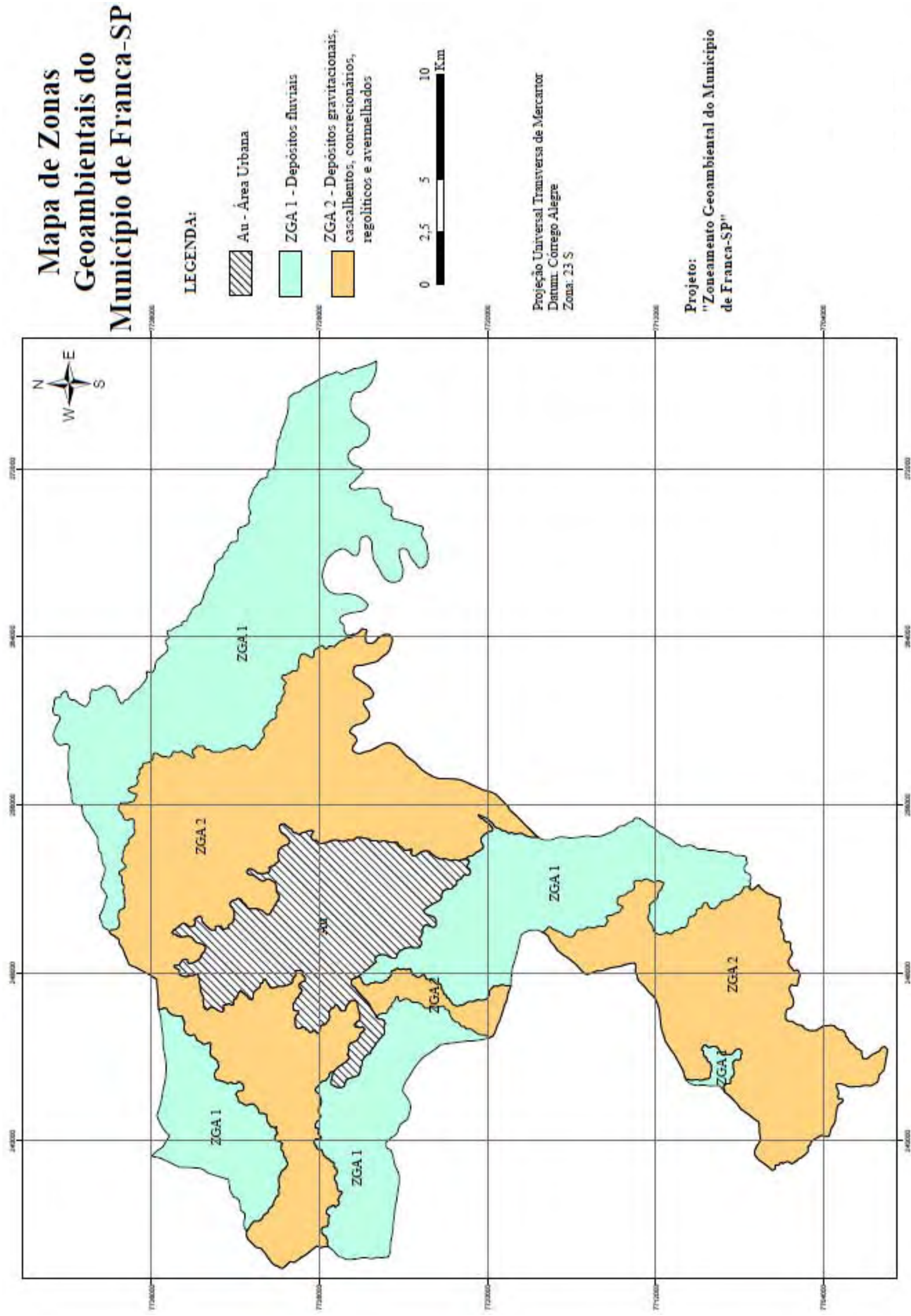


FIGURA 27: Mapa de Zonas Geoambientais do Município de Franca-SP, a nível de Semidetalhe.

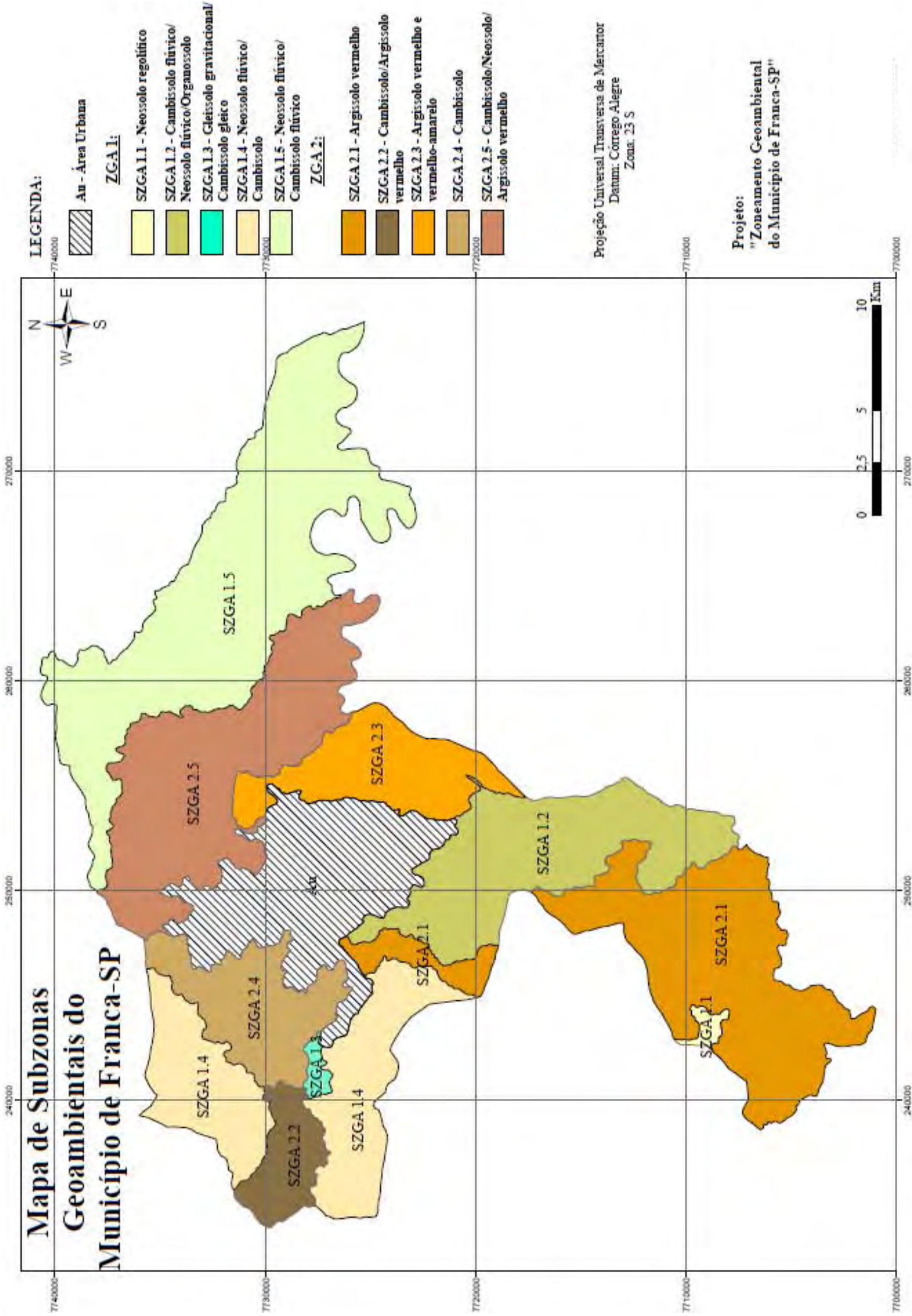


FIGURA 28: Mapa de Subzonas Geoambientais do Município de Franca-SP, a nível de Semidetalhe.

6.8.1. ZGA 1 – Depósitos flúvicos

Esta Zona representa os materiais provenientes de depósitos fluviais e, por vezes, associados a regolíticos. Sendo constituída por cinco (5) Subzonas Geoambientais, descritas abaixo.

6.8.1.1. SZGA 1.1 - Neossolos Regolíticos

Esta Subzona compreende os Neossolos Regolíticos gravitacionais (FIGURA 29), localiza-se na cabeceira do Córrego Boa Esperança, em planalto baixo com grau de dissecação moderado, sobre basaltos e diabásios da Formação Serra Geral associados à Formação Itaqueri. Apresenta solos muito suscetíveis à erosão, pobres em nutrientes e em água, pouco férteis, entretanto, devido à alta percolação, são importantes na recarga dos aquíferos. Neste caso recomenda-se o uso de culturas perenes e de subsistência, com necessidade de mecanização e, em algumas áreas, o reflorestamento.

A Tabela 9 contém uma síntese das informações desta SZGA, quanto às unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado.



FIGURA 29: Neossolo Flúvico Regolítico Gravitacional Substrato Itaqueri Petroplíntico.

TABELA 9: Descrição síntese da SZGA 1.1 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

SZGA 1.1	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
	Neossolo Regolítico gravitacional	Planalto Baixo Moderadamente Dissecado	Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral)/Fm. Itaqueri	AA	Alta	Culturas perenes e de subsistência (necessário mecanização) e reflorestamento

6.8.1.2. SZGA 1.2 - Cambissolos Flúvicos/Neossolos Flúvicos/Organossolos

A Subzona 1.2 representa a associação de Cambissolos flúvicos, Neossolos flúvicos, por vezes Litólicos, e Organossolos (FIGURA 30), seus limites são definidos pelo Rio das Macaúbas (sudeste do município), pela estrada que leva ao município de Restinga-SP (ao lado de uma das nascentes do Ribeirão dos Bagres) e pela rodovia que leva ao município de Patrocínio Paulista-SP. No geral, situa-se em planaltos baixos a médios, com grau de dissecação moderado a forte. Compreende solos pouco evoluídos, mal drenados e com problemas referentes ao armazenamento de água e nutrientes, assim, recomenda-se o uso de culturas anuais e/ou semiperenes, com algumas restrições, pastagens e Áreas de Proteção Ambiental.

Na Tabela 10 encontra-se uma síntese das informações desta SZGA, quanto às unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado.



FIGURA 30: Neossolo Flúvico Gleico Paleorganossolo Sáprico.

TABELA 10: Descrição síntese da SZGA 1.2 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

SZGA 1.2	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
	Organossolo Sáprico	Planalto Baixo Moderadamente Dissecado	Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral)	BB	Alta	Horticultura
	Cambissolo Háplico Flúvico gleico concrecionário cascalhento	Planalto Médio Fortemente Dissecado	Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral)	AA	Alta	Culturas anuais e semiperenes, com restrições, pastagens, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
				AA	Alta	
		Planalto Baixo Fortemente Dissecado	Siltito e arenito fino (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	BA	Baixa	
	Cambissolo Distroférrico gravitacional concrecionário	Planalto Baixo Moderadamente Dissecado	Siltito e arenito fino (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	BB	Alta	Culturas anuais e semiperenes, com restrições
	Neossolo Flúvico quartzarênico gleico	Planalto Médio Moderadamente Dissecado	Siltito e arenito fino (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	AB	Baixa	Culturas semiperenes, com restrições, e reflorestamento
			Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral)		Baixa	
	Neossolo Litólico	Planalto Médio Fortemente Dissecado	Siltito e arenito fino (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	AA	Alta	Área de Proteção Ambiental

6.8.1.3. SZGA 1.3 - Gleissolos Gravitacionais/Cambissolos Gleicos

Esta Subzona compreende os Cambissolos Gleicos (FIGURA 31), os Gleissolos Gravitacionais (FIGURA 32) e, em menor proporção, os Vertissolos Flúvicos. Ela ocorre na saída da área urbana de Franca para São José da Bela Vista-SP, sendo margeada pelo Ribeirão Bom Jardim. Situa-se em palanaltos muito baixos a médios, em sua maioria, fortemente dissecados, sua suscetibilidade à erosão é baixa na área dos Gleissolos e Cambissolos e alta, nos Vertissolos. Engloba solos mais ou menos férteis, com disponibilidade hídrica para as plantas, entretanto, por estar em planícies aluviais, podem sofrer inundações periódicas, o que limita o seu uso. Para o cultivo de plantas perenes se faz necessário o uso de tração motorizada para o preparo da terra, isto quando em condições adequadas de umidade. E, por serem solos típicos de áreas com grande influência de água deve-se destinar algumas das áreas à Proteção Ambiental, como as APPs, definidas pelo Código Florestal de 1965 (Lei nº 4.771/65).

Na Tabela 11 encontra-se uma síntese das informações sobre as unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado desta SZGA.



FIGURA 31: Cambissolo Háplico Paleoflúvico Gleico.



FIGURA 32: Gleissolo Melânico Tb Substrato Paleoplúvico Itaqueri Argilúvico Eutrófico.

TABELA 11: Descrição síntese da SZGA 1.3 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
SZGA 1.3	Gleissolo Gravitacional	Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	AB	Baixa	Culturas anuais, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
	Vertissolo Flúvico	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado e Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado		AB	Alta	Culturas perenes, com restrições, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
	Cambissolo Gleico	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		AB	Baixa	Culturas anuais e Área de Proteção Ambiental

6.8.1.4. SZGA 1.4 - Neossolos Flúvicos/Cambissolos

Esta Subzona é representada por Neossolos Flúvicos (FIGURA 33), por vezes Litólicos (FIGURA 34) e/ou concrecionários, e Cambissolos Háplicos e localiza-se entre os Ribeirões Bom Jardim e dos Bagres. Ocorre em planaltos muito baixos a altos, com graus de dissecação moderado a forte. Apresenta, em geral, solos pouco férteis, com pouca ou sem saturação por bases, com restrições ao uso agrícola quanto ao uso de maquinário, quando em solos cascalhentos e, produções menores que em outros solos, devido ao não armazenamento de água e a não reserva de nutrientes no solo, correspondendo, em parte, a uma área de recarga de aquíferos. O uso adequado varia de acordo com cada faixa de solo da SZGA.

A síntese das informações sobre as unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado encontra-se na Tabela 12.



FIGURA 33: Neossolo Flúvico Psamítico Gleissólico Substrato Itaqueri Cambissólico.



FIGURA 34: Neossolos Litólicos Substrato Basáltico.

TABELA 12: Descrição síntese da SZGA 1.4 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

SZGA 1.4	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/ Topo	Erosão	Usos adequados
	Neossolo Litólico	Planalto Alto Muito Fortemente Dissecado	Arenito (Fm. Marília)	AA	Alta	Área de Proteção Ambiental
		Planalto Médio Fortemente Dissecado		AA	Alta	
	Cambissolo Háplico Flúvico gleico concrecionário cascalhento	Planalto Médio Fortemente Dissecado	Arenito (Fm. Marília)	AA	Alta	Culturas anuais e semiperenes, com restrições, pastagens, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
	Neossolo Flúvico quartzarênico gleico	Planalto Muito Baixo Moderadamente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)	AA	Alta	Culturas semiperenes, com restrições, e reflorestamento
		Planalto Médio Fortemente Dissecado	Siltito (Fm. Itaqueri)/Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri) e Fm. Pirambóia	AA	Alta	
		Planalto Alto Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	BA	Baixa	
	Cambissolo Háplico Distrófico	Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	BA	Baixa	Aterros sanitários, cemitérios, áreas industriais, com aplicação de mantas ou impermeabilização do terreno
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	BA	Baixa	
	Neossolo Concrecionário	Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	BA	Baixa	Culturas perenes, semiperenes, anuais e de subsistência, pastagens e reflorestamento
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	BA	Baixa	

	Neossolo Flúvico quartzarênico gleico	Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	AA	Alta	Culturas semiperenes, com restrições, e reflorestamento
	Neossolo Flúvico quartzarênico concrecionário	Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado	Fm. Botucatu	AA-AB	Moderada	Culturas semiperenes, com restrições, e reflorestamento
	Neossolo Flúvico concrecionário	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	AA	Alta	Culturas semiperenes, com restrições, e reflorestamento
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		BB	Alta	
	Cambissolo Háplico Distroférico concrecionário	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	BA	Baixa	Aterros sanitários, cemitérios, áreas industriais, pastagem e reflorestamento
		Planalto Baixo Muito Fortemente Dissecado		BA	Baixa	
		Planalto Muito Baixo Muito Baixo Muito Fortemente Dissecado		BA	Baixa	

6.8.1.5. SZGA 1.5 - Neossolos Flúvicos/Cambissolos Flúvicos/Argissolos

Vermelho-Escuros

Esta última Subzona sob influência de materiais flúvicos compreende praticamente toda a área da Serra de Franca, na região nordeste do município, chegando até o encontro do Ribeirão do Pouso Alto com o Rio das Canoas. Constitui-se na associação de Neossolos Flúvicos, Cambissolos Háplicos e Flúvicos e Argissolos Vermelho-Escuros (FIGURA 35), em relevo baixo a muito alto, forte e muito fortemente dissecado, além de áreas em palácies de inundação e taludes retilíneos bem definidos. Apresenta desde solos inférteis, com baixa saturação por bases até férteis, com alta saturação por bases. As restrições ao uso se devem, principalmente, a dificuldade na utilização de maquinários para o preparo da terra e a falta de reservas minerais no solo, em alguns casos. Assim, a maior área desta SZGA deve ser destinada para as Áreas de Proteção Ambiental, como as APPs, devido ao predomínio de áreas com *trends* de falhas e taludes retilíneos, o que torna o solo muito mais suscetível à erosão quando exposto. Em alguns casos, pode ocorrer o uso para aterros sanitários e cemitérios, pastagens, reflorestamento e culturas perenes, dependendo da suscetibilidade à erosão de cada área.

A Tabela 13 apresenta uma síntese das informações sobre as unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado desta SZGA.



FIGURA 35: Argissolo Vermelho-Escuro Eutrófico A fraco/Nitossolo Vermelho Eutrófico.

TABELA 13: Descrição síntese da SZGA 1.5 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
SZGA 1.5	Cambissolo Háplico Distroférico concrecionário	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral); Siltito, Arenito grosso e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	BA	Baixa	Culturas anuais e semiperenes, com restrições, aterros sanitários, cemitérios, áreas industriais e reflorestamento
		Planalto Baixo Muito Fortemente Dissecado		BB	Alta	
		Planície de Inundação		BB	Alta	
	Cambissolo Háplico Distroférico concrecionário regolítico gravitacional psâmico	Planalto Baixo Muito Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	BB	Alta	Culturas perenes, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
		Planalto Muito Alto Muito Fortemente Dissecado		BB	Alta	
		Talude Retilíneo		BB	Alta	

	Argissolo Vermelho-Escuro Eutrófico regolítico	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito, Arenito grosso e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	BB	Alta	Culturas anuais, perenes, semiperenes, pastagem, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
	Neossolo Flúvico gleico gravitacional concrecionário regolítico	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito, Arenito grosso e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	BA, <i>trends</i>	Muito Alta	Culturas perenes, com restrições, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		BB, <i>trends</i>	Muito Alta	
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		BA, <i>trends</i>	Muito Alta	
		Planalto Baixo Muito Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	AA	Alta	
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		BA, <i>trends</i>	Muito Alta	
	Cambissolo Flúvico melânico	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito, Arenito grosso e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	BB, <i>trends</i>	Muito Alta	Culturas perenes, com restrições, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
		Planalto Baixo Muito Fortemente Dissecado		BB, <i>trends</i>	Muito Alta	
	Argissolo Vermelho-Escuro pseudoglei regolítico concrecionário gravitacional distroférico	Planalto Baixo Muito Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	BA	Moderada	Culturas perenes, reflorestamento, aterros sanitários, cemitérios, pastagem e Áreas de Proteção Ambiental
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		BA	Baixa	
		Planalto Muito Alto Muito Fortemente Dissecado		BA	Baixa	
		Talude Retilíneo	Siltito, Arenito grosso conglomerático e Arenito fino (Fm. Itaqueri)	BA	Alta	
		Planalto Muito Alto Muito Fortemente Dissecado		AA	Alta	
		Talude Retilíneo		AA	Alta	
	Neossolo Flúvico quartzarênico paleogleico concrecionário cascalhento	Planalto Muito Alto Muito Fortemente Dissecado	Siltito, Arenito grosso conglomerático e Arenito fino (Fm. Itaqueri)	AA	Alta	Culturas perenes e semiperenes, com restrições, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
		Talude Retilíneo		AA	Alta	

6.8.2. ZGA 2 – Depósitos gravitacionais

Esta Zona é constituída por materiais vermelhos, vermelho-escuros e vermelho-amarelos resultantes de processos deposicionais gravitacionais, concrecionários, regolíticos e cascalhentos, e é, como a ZGA 1, constituída por cinco (5) Subzonas Geoambientais.

6.8.2.1. SZGA 2.1 - Argissolos Vermelhos

Esta Subzona corresponde aos Argissolos Vermelhos (FIGURA 36), por vezes, Vermelho-Escuros, associados ou não a Cambissolos Distroféricos, encontrados na saída de

Franca para Restinga-SP e limitados pelos afluentes do Ribeirão dos Bagres. O relevo da área é bem diversificado, ocorrendo em planícies de inundação e em planaltos muito baixos a altos, com grau de dissecação moderado a muito forte e, suscetibilidade a erosão alta em maior parte da área. Apresenta, em geral, solos pouco férteis, pouco permeáveis e suscetíveis a erosão, sendo que isto, juntamente com a existência de solos cascalhentos (dificulta o uso de maquinários no preparo da terra), constitui o fator restritivo para seu uso. Com isso destinam-se tais solos ao uso com culturas perenes, pastagens, em alguns casos, e reflorestamentos, além das APPs definidas por lei.

A Tabela 14 contém uma síntese das informações sobre as unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado desta SZGA.



FIGURA 36: Argissolo Vermelho Distroférico concrecionário regolítico.

TABELA 14: Descrição síntese da SZGA 2.1 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

SZGA 2.1	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
	Argissolo Vermelho Distroférico	Planalto Alto Muito Fortemente Dissecado	Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral); Siltito (Fm. Itaqueri)/Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri) e Fm. Pirambóia	BB	Alta	Culturas perenes e reflorestamento
	Argissolo Vermelho-Escuro Distroférico regolítico	Planície de Inundação	Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral)	BB	Alta	Culturas perenes e reflorestamento
		Planalto Muito Baixo Moderadamente Dissecado		BB	Alta	
		Planalto Baixo Moderadamente Dissecado		BB	Alta	
		Planalto Baixo Fortemente Dissecado		BB	Alta	
	Argissolo Vermelho Eutroférico	Planície de Inundação	Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral)	BB	Alta	Culturas perenes e semiperenes, pastagem e reflorestamento
		Planalto Muito Baixo Ligeiramente Dissecado		BB	Alta	
		Planalto Baixo Moderadamente Dissecado		AA	Alta	
		Planalto Médio Moderadamente Dissecado		AA	Alta	
		Planalto Baixo Fortemente Dissecado		AA	Alta	
	Argissolo Vermelho flúvico/paleoflúvico/gleizado concrecionário gravitacional	Planalto Baixo Fortemente Dissecado	Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral)	AA	Alta	Culturas perenes, semiperenes e anuais, pastagem e reflorestamento
	Argissolo Vermelho Distroférico regolítico cascalhento gravitacional	Planalto Baixo Fortemente Dissecado	Basalto/Diabásio (Fm. Serra Geral)	AA	Alta	Culturas perenes, com restrições, pastagem e reflorestamento
	Cambissolo Distroférico gravitacional concrecionário	Planalto Médio Fortemente Dissecado	Siltito e arenito fino (Fm. Itaqueri)/Fm. Marília	AA	Alta	Culturas perenes e semiperenes, com restrições, pastagem e reflorestamento
		Planalto Médio Fortemente Dissecado		AB	Moderada	

6.8.2.2. SZGA 2.2 - Cambissolos/Argissolos Vermelhos

A Subzona 2.2 é representada pela associação de Cambissolos com Argissolos Vermelhos (FIGURAS 37 e 38) e situa-se no encontro dos Ribeirões Bom Jardim e do Macaco, no extremo oeste do município. Ocorre em planaltos muito baixos, fortemente dissecados e muito suscetíveis à erosão. Constituem-se de solos pouco férteis a férteis, sendo necessário o uso de adubações e fertilizantes em algumas áreas, entretanto, o uso de maquinário para o preparo do solo não fica prejudicado, assim, pode ser usado para o plantio de culturas anuais, perenes, semiperenes, pastagens e reflorestamentos, salvo as restrições citadas acima.

A síntese das informações sobre as unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado desta SZGA encontram-se na Tabela 15.



FIGURA 37: Cambissolo Distroférrico Regolítico Gravitacional Argilúvico.



FIGURA 38: Cambissolo Regolítico cascalhento concrecionário Argilúvico Vermelho-Escuro concrecionário.

TABELA 15: Descrição síntese da SZGA 2.2 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

SZGA 2.2	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
	Cambissolo Distroférrico	Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado	Fm. Botucatu; Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	AA	Alta	Culturas perenes, semiperenes e anuais, com restrições, pastagem e reflorestamento
	Argissolo Vermelho Eutroférrico concrecionário cascalhento saprolítico	Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	BB	Alta	Culturas perenes, semiperenes e anuais, pastagem e reflorestamento
	Cambissolo Háplico Flúvico Eutrófico concrecionário	Planalto Muito Baixo Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)	AA	Alta	Culturas perenes, semiperenes e anuais e reflorestamento

6.8.2.3. SZGA 2.3 - Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos

Esta Subzona é constituída por Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos (FIGURA 39) e, em menor proporção, Cambissolos e Gleissolos, circunda a estrada que leva à Patrocínio Paulista-SP, ficando entre algumas das nascentes dos Rio das Macaúbas, Cubatão e Ribeirão da Onça. Situam-se em relevo com planaltos baixos a muito altos, moderado a fortemente dissecados, com suscetibilidade à erosão variável. Nela predominam solos pobres em nutrientes e minerais, de difícil preparo, daí a preferência para usos como pastagens, reflorestamentos e Áreas de Proteção Ambiental.

A Tabela 16 apresenta a síntese das informações sobre as unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado desta SZGA.



FIGURA 39: Argissolo Vermelho-Amarelo Eutroférico Substrato Paleoplúntico Siltito Itaqueri.

TABELA 16: Descrição síntese da SZGA 2.3 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

SZGA 2.3	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
	Argissolo Vermelho-Amarelo Distroférico regolítico	Planalto Baixo Moderadamente Dissecado	Basalto e Diabásio (Fm. Serra Geral); Siltito (Itaqueri)/Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri) e (Fm. Pirambóia)	BB	Alta	Culturas perenes, com restrições, pastagem e reflorestamento
	Cambissolo Háplico Distrofício	Planalto Muito Alto Muito Fortemente Dissecado	Siltito (Itaqueri)/Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri) e (Fm. Pirambóia)	BB	Alta	Culturas perenes, com restrições e reflorestamento
	Gleissolo Gravitacional	Planalto Alto Fortemente Dissecado	Siltito (Itaqueri)/Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri) e (Fm. Pirambóia)	BA	Baixa	Pastagem, reflorestamento e Área de Proteção Ambiental
	Argissolo Vermelho Eutroférico regolítico gravitacional	Planalto Baixo Moderadamente Dissecado	Basalto e Diabásio (Fm. Serra Geral); Siltito (Itaqueri)/Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri) e (Fm. Pirambóia)	BB	Alta	Culturas perenes, semiperenes e anuais, pastagem, aterros sanitários, cemitérios e áreas industriais, com restrições.
		Planalto Baixo Fortemente Dissecado		BA	Baixa	
		Planalto Alto Muito Fortemente Dissecado		BA	Baixa	
		Planalto Alto Fortemente Dissecado		BB	Alta	

6.8.2.4. SZGA 2.4 - Cambissolos

Esta Subzona é representada, principalmente, por Cambissolos (FIGURA 40) e está localizada nas cabeceiras dos Ribeirões do Macaco e Bom Jardim, em planaltos médios e altos muito fortemente dissecados. Corresponde a uma das áreas mais fraturadas do município, devendo assim seu uso ser destinado, quase que totalmente, a Áreas de Proteção Ambiental e reflorestamentos.

Na Tabela 17 encontra-se uma síntese das informações sobre as unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado desta SZGA.



FIGURA 40: Cambissolo Háplico Distroférrico concretionário.

TABELA 17: Descrição síntese da SZGA 2.4 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
SZGA 2.4	Cambissolo Distroférrico gravitacional concrecionário	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	BA	Baixa	Aterros sanitários, cemitérios e áreas industriais
	Gleissolo Gravitacional	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	AA, trends	Muito Alta	Reflorestamento e Área de Proteção Ambiental
	Cambissolo Distroférrico regolítico gravitacional	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	AA, trends	Muito Alta	Reflorestamento e Área de Proteção Ambiental
		Planalto Alto Muito Fortemente Dissecado		AA, trends	Muito Alta	
	Cambissolo Háptico	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Siltito e Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri)/Arenito (Fm. Marília)	AA, trends	Muito Alta	Reflorestamento e Área de Proteção Ambiental
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		AB, trends	Muito Alta	

6.8.2.5. SZGA 2.5 - Cambissolos/Neossolos/Argissolos

A Subzona 2.5 é constituída pela associação de Cambissolos Hápticos, Neossolos Regolíticos e Argissolos Vermelhos e Vermelho-Escuros (FIGURA 41), representando assim uma área muito movimentada tectonicamente. É limitada pelos Rio do Cubatão, Córrego do Lambari e Ribeirão do Pouso Alto. Ocorre em planaltos médios e altos muito fortemente dissecados, com grau de suscetibilidade à erosão moderada a muito alta. Apresenta uma associação de solos férteis e inférteis, com ocorrência marcante de *trends* de falhas, o que torna a área imprópria para o uso agrícola e urbano, devendo ser mantida, em sua maior parte, como Áreas de Proteção Ambiental.

A síntese das informações sobre as unidades fisiográficas, solos e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia, suscetibilidade à erosão e indicações do uso adequado desta SZGA pode ser observada na Tabela 18.



FIGURA 41: Cambissolo Húmico Distroférico Latossólico/
Neossolo Quartzarênico Distroférico pouco húmico
Argilúvico Regolítico.

TABELA 18: Descrição síntese da SZGA 2.5 quanto aos solos, unidades fisiográficas e substratos encontrados, morfoestrutura e topografia (morfo/topo), suscetibilidade à erosão e indicações de usos adequados.

SZGA 2.5	Solo	Unidade fisiográfica	Substrato	Morfo/Topo	Erosão	Usos adequados
	Argissolo Vermelho Eutroférico regolítico gravitacional	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	AB	Moderada	Culturas perenes, semiperenes e anuais, pastagem, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		AA, trends	Muito Alta	
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		BB, trends	Muito Alta	
	Cambissolo Háplico Distrófico concrecionário regolítico gravitacional psâmico	Planalto Alto Muito Fortemente Dissecado	Arenito grosso conglomerático (Fm. Itaqueri); Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	BB, trends	Muito Alta	Áreas de Proteção Ambiental
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		AA, trends	Muito Alta	

	Neossolo Regolítico Distroférico gravitacional	Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	BB	Alta	Culturas perenes e de subsistência, com restrições, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
	Neossolo Regolítico Distroférico gravitacional	Planalto Alto Muito Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	AA, trends	Muito Alta	Áreas de Proteção Ambiental
		Planalto Médio Muito Fortemente Dissecado		AA, trends	Muito Alta	
	Argissolo Vermelho-Escuro Eutrófico regolítico	Planalto Alto Fortemente Dissecado	Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	AA	Alta	Culturas perenes, pastagem, reflorestamento e Áreas de Proteção Ambiental
		Planalto Alto Muito Fortemente Dissecado		AA	Alta	
		Planalto Muito Alto Muito Fortemente Dissecado	Siltito (Fm. Itaqueri)/Siltito conglomerático (Fm. Itaqueri) e Fm. Pirambóia	AA	Alta	
		Talude Retilíneo	Basalto (Fm. Serra Geral)/Arenito silicificado (Fm. Botucatu) e Arenito (Fm. Pirambóia)	AA	Alta	

7. CONCLUSÕES

A partir das atividades desenvolvidas neste projeto ficou evidente a importância de cada etapa. Assim, o Diagnóstico Zero apresentou-se como uma importante ferramenta para o conhecimento geral, cartográfico e bibliográfico, da região em que está inserida a área de estudo, sendo fundamental para a caracterização de fenômenos que podem explicar aspectos geomorfopedológicos atuais e dar base para um maior entendimento do uso e ocupação do solo e água. Tal fundamentação permite a tomada de decisões quanto a priorização dos estudos para complementação e/ou geração de informações mais adequadas ao nível de detalhamento proposto.

A utilização dos sensores remotos foi de extrema importância para a extração dos dados referentes à suscetibilidade e sensibilidade ambientais a partir das características do terreno, considerando, inicialmente a rede drenagem, da qual foi possível extrair todos os outros atributos geoambientais, como a morfotectônica, importante para delimitação e caracterização das áreas com alta suscetibilidade ambiental. A caracterização do meio físico a partir das feições fisiográficas foi de extrema importância para a identificação dos elementos da paisagem, além de servir como base para as propostas de reorganização espacial. Com base nesta análise pode-se definir melhor os locais mais representativos para a visita em campo e, assim, melhor entender a evolução da paisagem no município.

A complementação e reorganização dos aspectos geológicos formais e aloformais é de suma importância para a caracterização e evolução das paisagens, assim como para a caracterização de seus constituintes minerais e sua origem, o que permitiu melhor definir a evolução fisiográfica do município.

De um modo geral, é possível notar a ausência de mapas pedológicos (PRADO, 1997) e geomorfológicos detalhados para a região de Franca, neste sentido, este trabalho constitui-se numa importante contribuição para o conhecimento semidetalhado dos solos e da paisagem do município.

O intercruzamento dos conceitos geológicos (litologia formal e aloformal), tectônicos, climáticos e geomorfológicos/fisiográficos, definem a capacidade de suporte de cada unidade das paisagens com relação a ocupação biótica natural e exótica, o que, por sua vez, permitiu-

nos delimitar as zonas e subzonas geoambientais, as quais determinam o melhor uso e ocupação do solo e da água, procurando minimizar os impactos gerados pela ocupação desordenada e pelo desenvolvimento sócio-econômico, definindo assim, as áreas mais propícias para tal desenvolvimento, para a expansão urbana e industrial, agricultura, pecuária, agroflorestas e áreas de controle e proteção ambientais.

Portanto, o zoneamento geoambiental torna-se um instrumento útil e importante na gestão territorial sustentável, assim como dá bases para a criação do Plano Diretor Municipal, dentro das exigências do Decreto nº 4.297/2002 que regulamenta o art. 9º, inciso II da Lei nº 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente) e propõe mais alguns critérios para o desenvolvimento do Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil.

8. BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A. Domínios Morfoclimáticos e Solos do Brasil. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Org.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS, UFV, DPS, 1996. p. 01-18.

AB'SABER, A.N. **Ritmo da epirogênese pós-cretácea e setores das superfícies neogênicas em São Paulo**. IGEOG/USP – Geomorfologia 13. São Paulo.1968.

ALMEIDA, F.F.M.de. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n.41, p.169-262, 1964.

ALMEIDA, F.F.M.; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, n.143, p.1-96, 1953.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; DAVINO, A.; HARALYI, N.L.E. Informações Geofísicas sobre o oeste mineiro e seu significado geotectônico. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v.52, n.1, 1980.

ALMEIDA, V.C.de. **Eucalyptus na indústria moveleira e construção civil: alternativa de sustentabilidade?** 2001. 83p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP. 2001.

ASSINE, M.L.; SOARES, P.C. Interação flúvio-eólica na Formação Pirambóia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4, 1995, Águas de São Pedro. **Boletim Resumos Expandidos**. Rio Claro: UNESP/SBG, 1995. 65p.

ASSOCIAÇÃO Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto (ABAG-RP). Disponível em: <<http://www.abagrp.cnpm.embrapa.br/areas/>>. Acesso em: 15 jul. 2006.

ASSOCIAÇÃO Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto (ABAG-RP). **Sistema de Gestão Territorial da ABAG-RP**. Disponível em: <<http://www.abagrp.org.br/monitoramento/areas/>>. Acesso em: 02 set. 2009.

BARBOSA, C. C. F.; CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S.; CREPANI, E.; NOVO, E.; CORDEIRO, J. P. C. Operadores zonais em álgebra de mapas e sua aplicação a zoneamento ecológico-econômico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9, 1998, Santos. **Anais...** Santos: INPE, 1998, p.487-500. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.08.11.17/doc/7_166o.pdf>. Acesso: 20 jul. 2006.

BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYLER, R.C.; CUNHA, C.A. Geologia da região do Triângulo Mineiro. **Boletim DGM/DNPM**, n.136, p.l -140, 1970.

BOTERO, J. P. **Fisiografía y estudio de suelos**. Bogotá: Centro Interamericano de Fotointerpretacion (CIAF), Ministério de Obras Públicas, 1978.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo** (contribuição à carta de solos do Brasil). Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas (SNPA), Boletim 12, 1960. 634p.

CAETANO, N. R. **Utilização de sensoriamento remoto orbital e de sistema de informação geográfica como subsídio a fase de anteprojeto de rodovias. Estudo de Caso:** extensão da rodovia Carvalho Pinto. 2002. 91f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002.

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

CAETANO-CHANG, M.R. Estado d'arte dos conhecimentos Sedimentológicos e Estratigráficos das formações Pirambóia e Botucatu no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 5. 1993, Rio Claro. **Atlas...** Rio Claro-SP, 1993. v.1. p. 83-84.

CAETANO-CHANG, M.R.; WU, F.T. As formações Pirambóia e Botucatu no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4, Águas de São Pedro. **Atlas do IV Simpósio**. São Pedro, 1995. v.1. p.81-81.

CAMARGO, M. N.; OLIVEIRA, J. B.; & LEPSCH, I. F. **Mapa por compilação de Solos do Estado de São Paulo**. São Paulo: SNLCS-EMBRAPA/IAC. 1989 (não publicado).

CENTRO Integrado de Informações Agrometereológicas (CIIAGRO). Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>>. Acesso em: 05 ago. 2009.

COORDENADORIA de Assistência Técnica Integral (CATI). **Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: CATI/SAA, 2003 (dados não publicados).

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, G.; AZEVEDO, L. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento ecológico-econômico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, 1996, Salvador. **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador: INPE, 1996, p.129-135. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.04.10.54/doc/T206.pdf>>. Acesso: 19 jul. 2006.

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

DAITX, E.C.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T.; CAETANO, N.R.; MOURA, C.A.; COELHO, J.O.M.; PUPIM, F.N. **Mapa Pedológico do gasoduto Bolívia-Brasil**. Rio Claro, Relatório Final (contrato TBG/FUNDUNESP nº 4500007262), 2005.

EMPRESA Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Criação de bovinos de corte na região Sudeste. Disponível em: <<https://www.cppse.embrapa.br/050pesquisa/sistemas-de-producao/Bovinos/irrigacao>>. Acesso em: 20 set. 2009.

EMPRESA Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro Nacional de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 306p. 2006.

EMPRESA Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 412p. 1999.

FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. Revisão Estratigráfica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). In: **Revista Brasileira de Geociências**. cidade v.30, n.4, p.717-728, 2000.

FULFARO, V.J.; PERINOTTO, J.A.J.; BARCELOS, J.H. A Margem Goiana do Grupo Bauru: implicações na litoestratigrafia e paleogeografia. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 3, 1994, Rio Claro/SP, **Resumo Expandido do III Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil**, 1994. p.81-84.

FULFARO, V.J.; SUGUIO, K. O Cenozóico Paulista: gênese e idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. **Anais do XXVIII Congresso...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v.3. p.91-102.

GIANNINI, P.C.F.; COIMBRA, A.M.; SAWAKUCHI, A.O.; MORI, E.K.; FERNANDES, L.A. Rumos de paleoventos na Formação Pirambóia nos estados de São Paulo e Paraná. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6, 1999, São Pedro. **Boletim de Resumos**, 1999. p.72-72.

GOOSEN, D. Interpretacion de fotos aereas y su importancia en levantamiento de suelos. **Boletín sobre suelos**, Roma, n.6, p.0-58, 1968.

HASUI, Y.; HARALYI, N. Aspectos lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto Paranaíba. **Geociências**, Rio Claro, v.10, p.57-77, 1991.

HASUY, Y. **Neotectônica, morfogênese e sedimentação moderna no Estado de São Paulo e regiões adjacentes**. Rio Claro, Relatório final de projeto auxílio a pesquisa FAPESP (nº 95/04417), 2000.

HELLMEISTER JR., Z. **Aspectos geológicos e principais recursos minerais da região de Franca-Pedregulho, nordeste do estado de São Paulo**. 1997. 162f. Dissertação (Mestrado

em Geociências-Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

HERNÁNDEZ, L.O. **Curso de neotectônica**. Centro de Estudios aplicados al Desarrollo Nuclear, Vicedirección de Geología, Cuba. 1994.

HOLDRIDGE, L.R. **Simple method for determining potencial evapotranspiration from temperature data-Scien.** v.130: 572, 1959.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em:

<http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/monitoramento_brasil.shtml>. Acesso em: 05 ago. 2009.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/enos/>>. Acessado em: 26 jul.

2007.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Folhas topográficas**. São Paulo, 1972. escala 1:50.000.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual Técnico de Geomorfologia**. Coord. B.A. Nunes. Manuais Técnicos em Geociências, n.5, Rio de Janeiro, 1995.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Mapas de solos do Brasil**. Brasília. 2001.

INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Divisão de Minas e Geologia aplicada. **Mapa geológico do Estado de São Paulo/SP**. São Paulo: IPT. 1981a. 126p. (Série Monografias n.6, v.1).

INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo/SP**. São Paulo: IPT (Série Monografias). 94p. 1981b. (Série Monografias n.5, v.1).

INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa de erosão do Estado de São Paulo, SP**: IPT. (Relatório Técnico 33 402). São Paulo/SP. 1995.

INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Relatório de Atividades. **Boletim impresso**. São Paulo/SP. 1998.

JENNY, H. **Factors of soil formation**. A System of Quantitative Pedology. New York: McGRAW-HILL, 1941. 281p.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. et al. **Prospecção de Aterros Sanitários**. Relatório FUNDUNESP. 1996 – dados não publicados.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; LANDIN, P. M. B.; MATTOS, J. T. Gerenciamento geoambiental. In: TAUKE-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S. T. **Análise**

ambiental: estratégias e ações. Ed. T.A.Queiroz LTDA: São Paulo – F. Salim Farah Maluf: Rio Claro, Centro de Estudos Ambientais, Unesp, 1995, p.327-329.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. **Caracterização das coberturas de alteração intempéricas e suas múltiplas aplicações na região centro oeste do Estado de São Paulo.** Rio Claro, Relatório Final de projeto auxílio a pesquisa FAPESP (nº 89/3495-0), 1993.

JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; NUNES, E.; MATTOS, J.T. Caracterização fisiográfica e morfoestrutural da folha São José de Mipibu - RN. **Geociências**, São Paulo, v.12, n.2, p.481-491, 1993.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. Monitoreo de las actividades antrópicas para la evaluación de la capacidad de soporte del medio físico: diagnostico y prognostico. In: **SIMPÓSIO LATINOAMERICANO SOBRE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, 2.; CONFERENCIA COLOMBIANA DE GEOLOGIA AMBIENTAL, 2.,** 1992. **Anais...** Colombia, v.1, 1992.

JIMENEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. MALAGUTTI FILHO, W. Estudos integrados para controlar impactos ambientais de um sistema de irrigofertilização com vinhoto na região centro-leste do Estado de São Paulo. In: **SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 4.,** 1989a, Bariloche: **Anais...** Bariloche, 1989. p. 459-465. v. 2.

LANDIM, P.M.B.; SOARES, P.C.; GAMA-JR., E.G. **Estratigrafia do Nordeste da Bacia do Rio Paraná.** Curso de especialização: Convênio IPT/UNESP. Rio Claro/SP. 69 p. 1980.

MATTOS, J. T. de. **Análise morfoestrutural com uso de imagens MSS/Landsat e RADAR para pesquisa de hidrocarbonetos no Estado de São Paulo.** São José dos Campos: INPE, 1982. (INPE-2445-RTR/015).

MATTOS, J.T. de; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; OHARA, T.; MENDES, M.L.de B.; SANTANA, M.A. Critérios para mapeamento de classes a erosão de solos em imagem TM-Landsat. In: **SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, 9,** 2002, Cochabamba. **Anais IX Simpósio Latinoamericano de Percepción Remota.** Cochabamba: SELPER, 2002.

MATSUMOTO, S.T.; MARIN-MORALES, M.A. Análise do potencial citotóxico e genotóxico das águas de rios que recebem efluentes de curtumes na região de Franca/SP. In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MULTAGÊNESE, CARCINOGENESE E TERATOGENESE, 5.** 2001. Gramado. **Resumos.** Gramado, 2001.

MARTINELLI, M; PEDROTTI, M. A cartografia das unidades da paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.14, p.39-46, 2001.

NARDY, A.J.R.; PINESE, J.P.P.; SOUZA, F.H.; BETANCOURT, R.H.S.; BATISTA, M.J. Aspectos geológicos e estratigráficos das rochas vulcânicas ácidas do Membro Chapecó (Formação Serra Geral) na Região Norte da Bacia do Paraná. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6.** São Pedro/SP. **Boletim...** Rio Claro, 1999. v.1. p.68.

NOSSO São Paulo. Disponível em:

<http://www.nossosaopaulo.com.br/Reg_07/Reg07_Franca.htm>. Acesso em: 27 abr. 2009.

O'LEARY, D. W., FRIEDMAN, J. D., POHN, H. A. Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for olds terms. **Geological Society of America Bulletin**, v. 87, n. 10, 1976. p.1463-1469.

OHARA, T. **Zoneamento Geoambiental da região do Alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto**. 235 f. 1995. 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**, São Paulo, v.33, n.2, p.173-182, 2003.

OLIVEIRA, J.B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico**. Instituto Agrônomo. Boletim Científico 45. Campinas. 1999

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida**. EMBRAPA-SOLOS/IAC. Campinas, 1999.

OLIVEIRA, J.B. **Pedologia Aplicada**. 2ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2005.

PALERMO, H.F. **Avaliação econômica e ambiental das atividades curtidoras e acabadoras de couros na região de Franca - Estado de São Paulo**. 2001. 146f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

PEREIRA, P.R.B. **A cartografia ambiental para o município de São Sebastião - SP: análise e reflexão**. 2000. 95f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PIEDADE, J.A.S. **Caracterização das formas erosivas da região de Franca-SP pela metodologia do estudo de isobases**. 2006. 52p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A. ; CARNEIRO, C.D.R. ; ALMEIDA, M.A. ; PIRES NETO, A.G. ; ALMEIDA, F.F.M. . O Conceito de Sistemas de Relevo Aplicado ao Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2. 1979, Rio Claro. **Actas**. Rio Claro: SBG, 1979. v.2. p.253-262.

PONTE, F.C. Estudo morfoestrutural da Bacia Alagoas-Sergipe. **Boletim Técnico Petrobrás**. Rio de Janeiro. v.12, n.4, p.439-474. 1969.

PRADO, H.do. **Os Solos de Estado de São Paulo – Mapas Pedológicos**. Piracicaba: ESALQ. 205p. 1997.

RANZANI, G. **Pequeno Guia para Levantamento de Solos**. Piracicaba: ESALQ/USP. 1963. 22p.

RANZANI, G; PENTEADO, M.M.; SILVEIRA J.D. Concreções ferruginosas, paleossolos e a superfície de cimeira no Planalto Ocidental Paulista. **Geomorfologia**, São Paulo: IGEOG/USP. n.31, p.1-28, 1972.

RODRIGUES, R.M. **Estudo e caracterização do meio físico da Bacia do Rio Camboriu/SC, visando o zoneamento geoambiental**. 2000. 73f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro/SP, 2000.

ROMERO, M. et al. **Ecossistemas de la cuenca del Orinoco colombiano**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 189p., 2004.

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p.17-29. 1992.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia do Depto de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP, 1997. 63p.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H., TOMMASI, E., MEDEIROS, R.A.A., DAEMON, R.F., NOGUEIRA, A.A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: SBG, 1974. v.1, p.41-65. 1974.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Internacional Bacia Paraná-Uruguaí, 1966. Escala 1:2.000.000. 42p.

SHIMBO, J.Z. **Zoneamento Geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária, estudo de caso: Assentamento Rural Pirituba II (SP)**. 2006. 154p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro/SP. 2006.

SINELLI, O. Considerações gerais sobre a tectônica no município de Ribeirão Preto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, 1971, São Paulo. **Anais**. São Paulo: SBG, 1971. v.2, p.145-151.

SISTEMA Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (SIGRH). Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 jul. 2006.

SOARES, P.C. **O Mesozóico Gondwânico no estado de São Paulo**. 1973. 153f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1973.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27. **Anais**. Aracaju: SBG, v.1. 1973.

SOARES, P.C.; SOUZA, A. Geologia do Nordeste do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27. **Anais...** Aracaju: SBG. V.1. 1973.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A.F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo. v.10, n.3, p.177-185. 1980.

SOUSA, M.O.L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Ártemis, Pau d'Alho e Jibóia: Centro do estado de São Paulo**. 2002. 206f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

STORIE, R.E. **Manual de evaluación de suelos**. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano-americana. 1970, 225p.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, United States of America, v.63, p.1119-1142, 1952.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado+presente=futuro?)**. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999. 366 p.

SUGUIO, K.; BERENHOLC, M.; SALATI, E. Composição química e isotópica dos calcários e ambiente de sedimentação da Formação Bauru. **Boletim IG**, cidade, v.6, p.55-75, 1975.

THORNTON, C.W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**. Louisiana: American Geographical Society, v.38, p.55-94, 1948.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91p.

VEDOVELLO, R. **Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de unidades básicas de compartimentação – UBCs**. 2000. 154f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E. dos. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982, 76p.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1975. 464 p.

VIEIRA, N.M. **Geografia de Franca: Aspectos físicos**. ed. Comércio da Franca. Franca/SP. 1971.

VILLOTA, H. **Geomorfologia Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras**. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Bogotá, Colombia, 2005.

VOLKMER, S. **Caracterização mineralógica das coberturas de alteração intempérica da quadrícula de São Carlos (QSC), SP – Escala 1:100.000**. 1993. 157f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

WEG, R.F. **Patrones de Denaje**. Centro Interamericano de Fotointerpretação - CIAF. Bogotá, Colômbia. 25p. 1972.

WHITE, I.C. **Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM, 1908. Parte I, p.1-300. Parte II, p. 301-617 (ed. Fac-similar).

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1: MAPA DAS UNIDADES FISIAGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE FRANCA-SP

Rio Claro, 22 de dezembro de 2009.

Orientada: Meire Mateus de Lima

Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda

9.1. ANEXO 1:

Mapa das Unidades

Fisiográficas do Município

de Franca - SP

