

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

**RELAÇÃO ENTRE OS ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E  
PEDOLÓGICOS E A INSTALAÇÃO DO BIOMA CERRADO NO  
CONTEXTO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM EM FRANCA, SP**

FERNANDA RAMOS CYRÍACO

Orientador: Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda

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

Rio Claro (SP)

2012

## **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Prof. Jairo Roberto Jiménez-Rueda pela disponibilidade e interesse e por ser um exemplo de determinação e amor ao trabalho e a vida.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maira Barberi, pela amizade e pelo incentivo de sua gentileza e generosidade profissional e humana.

Ao Prof. Dr. Juércio Tavares de Mattos, pela disponibilidade e sugestões de grande valia na elaboração deste trabalho.

Ao Dr. Célio Bertelli pela grande ajuda nos trabalhos de campo e pelas contribuições no exame geral de qualificação.

Ao amigo Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin por ter me dado o apoio sem o qual certamente não teria chegado até aqui.

A grande amiga Gisele Silveira de Brito, pela indispensável presença, pela preciosa ajuda na realização do trabalho e por ter caminhado sempre ao meu lado, me passando um pouco de sua luz nos momentos mais difíceis.

As amigas que fiz e vou carregar para sempre no coração. Ellen e Monique, com quem sempre pude contar para aliviar o peso de estar longe de casa. Aprendi com vocês a ser forte e rir de tudo e o que já foi triste, agora não é mais.

Ao meu pai e ao meu irmão Filipe, pelo apoio e por nunca terem me deixado sentir só.

A minha mãe, meu amor maior.

“Mas o contraste não me esmaga - liberta-me; e a ironia que há nele é sangue meu. O que devera humilhar-me é a minha bandeira, que desfraldo; e o riso, com que deveria rir de mim, é um clarim com que saúdo e gero uma alvorada em que me faço.”

(Fernando Pessoa)

## Resumo

O Bioma Cerrado, que abrange aproximadamente 23% do território brasileiro não segue uma linearidade no que diz respeito a seus aspectos fisionômicos, podendo desenvolver desde gramíneas até árvores de grande porte. Estas fisionomias são cinco, subdivididas em três domínios: Campo, savana e floresta. Esta pesquisa tem como intuito relacionar o relevo com a instalação dos diferentes tipos de fisionomia do bioma Cerrado dentro do contexto evolutivo da paisagem, entendendo que o relevo atual é proveniente de um histórico que envolve fenômenos como a mudança da configuração de canais fluviais, influenciando em características do solo como na quantidade de matéria orgânica, o que irá determinar o desenvolvimento de cada fisionomia, explicando assim a coabitação das diferentes fisionomias sob um mesmo clima. Para este fim, foi realizada uma sobreposição entre os mapas de vegetação, unidades fisiográficas, geologia e pedologia, por meio do cruzamento de layers no programa Arc.Gis. Também foram coletadas 10 amostras de solo, 5 de baixo estrutural e 5 de alto estrutural, analisadas quanto a suas propriedades físicas. Como resultado da sobreposição dos mapas foi elaborado uma tabela contendo informações contidas nos mapas nas áreas correspondentes aos pontos de amostragem. A metodologia permitiu uma análise das características favoráveis ao desenvolvimento da vegetação, tornando possível observar que este não pode ser determinado por um parâmetro isolado, mas sim por uma combinação de fatores que envolvem a disponibilidade de nutrientes no solo para as plantas. Também interferem neste processo o índice de infiltração e percolação, que determinam o potencial erosivo e de lixiviação do solo. A instalação de diferentes fisionomias sob um mesmo clima pode estar relacionada a situação do relevo e sofrer influência direta e indireta de sua configuração, estando sujeita a suas alterações, principalmente no que se refere a mudança do canal fluvial.

**Palavras chave:** Cerrado. Fitofisionomia. Fisiografia. Evolução da Paisagem.

## Abstract

The physiognomic aspects of the Cerrado biome, that covers approximately 23% of the Brazilian territory, does not follow a linearity, and can develop from grasses to large trees. There are five physiognomies, subdivided into three domains: campo, savanna and forest. This research has the intention to relate the topography with the installation of different types of Cerrado's physiognomy in the evolutionary context of the landscape, understanding that the present topography comes from a background that involves phenomena such as the fluvial channel's configuration changes, that influences soil characteristics like the amount of organic matter, which will determine the development of each physiognomy, thus explaining the coexistence of different physiognomies under the same climate. With this purpose, it was fulfilled an overlap of the vegetation map, physiographic units map, geology map and the soil map, by the crossing of layers using the ArcGis software. Ten soil samples were also collected, five from structural low and five from structural high areas, that had their physical properties analyzed. As a result of the maps overlapping it was made a table containing the maps information of the areas from the sampling points. The methodology allowed an analysis of favorable characteristics for the development of vegetation, making it possible to observe that this can not be determined by a single parameter, but by a combination of factors involving the availability of soil nutrients for plants. The rate of infiltration and percolation, also interferes in this process, determining the erosion potential and soil leaching. The installation of different physiognomies under the same climate may be related to the topography situation and suffer direct and indirect influence of its configuration, been subject to their changes, especially in regard to fluvial channel changes

**Key-words:** Cerrado. Vegetation Physiognomy. Physiography. Landscape Evolution.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização e vias de acesso ao município de Franca - SP (PIEADADE, 2006 - modificado).....	9
Figura 2. Tipos Climáticos na Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande (2º Relatório de Situação de Recursos Hídricos - Bacia Hidrográfica do Sapucaí Mirim/Grande, 2004). .....	18
Figura 3. Mapa do clima na região Sudeste (Fonte: IPT, 2000). .....	19
Figura 4. Mapa de drenagem do município de Franca (Fonte: Relatório de estudo geoambiental do município de Franca-SP, 2011). .....	23
Figura 5. Mapa de solos do município de Franca. (Fonte: Relatório de estudo geoambiental do município de Franca-SP, 2011). .....	24
Figura 6. Mapa das unidades fisiográficas do município de Franca (SP). (Fonte: Relatório de estudo geoambiental do município de Franca-SP, 2011). .....	33
Figura 7. Mapa geológico do município de Franca (SP). (Fonte: Relatório de estudo geoambiental do município de Franca-SP, 2011). .....	37
Figura 8. Coluna estratigráfica representativa para o empilhamento sedimentar da Bacia do Paraná, para a porção nordeste do estado de São Paulo.....	33
Figura 9. Ilustração com as cinco categorias fisionômicas de cerrado (COUTINHO, 1978). .....	45
Figura 10. Representação da hipótese de Lund (1835) do efeito do fogo na evolução da vegetação no bioma dos cerrados. O fogo transforma o cerradão em cerrado, que pela continuidade do fogo é substituído pelo campo, que pode ser mantido pelo fogo periódico.....	49
Figura 11. Coleta de solo (horizonte O), município de Franca – SP. ....	61
Figura 12. Vegetação do Ponto 1, Franca – SP.....	64
Figura 13. Cupinzeiro de coloração escurecida no Ponto 1, Franca – SP. ....	65
Figura 14. Cascalheira no Ponto 1, Franca – SP. ....	65
Figura 15. Vegetação do Ponto 2, Franca – SP.....	66
Figura 16. Vegetação do Ponto 3, Franca – SP.....	67
Figura 17. Vegetação do Ponto 4, Franca – SP.....	68
Figura 18. Queda de árvores ocasionada pelo arraste do solo no Ponto 5, Franca – SP. ....	69
Figura 19. Vegetação do Ponto 5, Franca – SP.....	70

Figura 20. Vegetação do Ponto 6, Franca – SP.....	71
Figura 21. Vegetação do Ponto 7, Franca – SP.....	72
Figura 22. Vegetação do Ponto 8, Franca – SP.....	73
Figura 23. . Vegetação do Ponto 9, Franca – SP.....	74
Figura 24. Vegetação do Ponto 10, Franca – SP.....	75
Figura 25. Localização dos pontos de amostragem, Franca – SP. ....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Culturas e área cultivada no município de Franca-SP (CATI, 2003). .....	17
Tabela 2. Médias Mensais por Série Histórica. Dados pluviométricos das Séries Históricas, onde em azul encontram-se os meses com maiores taxas e em vermelho, os com taxas pluviométricas mais baixas. Importante: nem todas as séries temporais possuem dados de todo. ....	19
Tabela 3. Relação dos municípios pertencentes a área de atuação da ABAG-RP (2006) com maiores e menores médias de precipitação. ....	20
Tabela 4. Espécies encontradas pelo levantamento realizado pela prefeitura do Município de Franca - SP. ....	59
Tabela 5. Caracterização dos pontos de amostragem. ....	79



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1. Objetivo .....	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1. Caracterização da Área de Pesquisa .....	14
2.1.1. Localização da Área de Pesquisa .....	14
2.2. O Município de Franca .....	16
2.3. Características do Meio Físico .....	17
2.3.1. Clima .....	17
2.3.2. Hidrologia .....	22
2.3.3. Pedologia .....	23
2.3.3.1. Latossolos .....	24
2.3.3.1.1. Latossolos Vermelhos .....	25
2.3.3.2. Neossolos.....	26
2.3.3.2.1. Neossolos Quartzarênicos .....	26
2.3.4. Geomorfologia.....	26
2.3.5. Geologia e Geotectônica .....	31
2.3.5.1. Empilhamento Litoestratigráfico .....	34
2.3.5.1.1. Grupo São Bento.....	34
2.3.5.1.1.1. Formação Pirambóia .....	34
2.3.5.1.1.2. Formação Botucatu .....	35
2.3.5.1.1.3. Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas.....	36
2.3.5.1.2. Seqüências Sedimentares Suprabasálticas .....	37
2.3.5.1.2.1. Formação Itaqueri .....	37
2.3.5.1.2.2. Grupo Bauru.....	39
2.3.5.1.3. Cobertura Paleógenas-Neógenas Indiferenciadas.....	40
2.3.6. Vegetação .....	41

2.3.7. Conceitos fundamentais .....	43
2.3.7.1. Savanas .....	43
2.3.7.2. Cerrado .....	44
2.3.7.3. Considerações sobre a origem da vegetação disjunta do bioma Cerrado ...	47
2.3.7.4. Características do Bioma Cerrado.....	52
2.3.7.4.1. Vegetação no Cerrado .....	52
2.3.7.4.2. Solos no Cerrado.....	53
2.3.7.4.3. Clima no Cerrado .....	55
2.3.7.5. Estudo do Cerrado no Brasil .....	55
2.3.7.6. Estudo do Cerrado no Estado de São Paulo .....	56
2.3.7.7. Estudo do Cerrado no Município de Franca .....	58
3. MATERIAIS E MÉTODO .....	60
3.1. Pesquisa preliminar .....	60
3.2. Visita de Campo .....	61
3.3. Interpretação de Imagens.....	62
3.4. Integração de Dados .....	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	63
5. CONCLUSÕES .....	80
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82

## 1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil abrangendo cerca de 2,3 milhões de km<sup>2</sup> que corresponde a 23% de seu território (RIBEIRO; WALTER, 1998). Em São Paulo, recobria originalmente cerca de 14% do estado, ocorrendo principalmente na região centro-norte. Hoje a área ocupada pelo Cerrado se resume a 1,17% deste total. (SEMA, SP, 1997).

A vegetação original da região de Franca, localizada no Nordeste de São Paulo é constituída por Mata Atlântica e Cerrado, predominando o Cerrado (ABAG-RP, 2006). O desmatamento, conseqüente do crescimento populacional, levou a grande diminuição desta vegetação que hoje ocupa 1.267,2 ha da área do município (LIMA, 2009).

O bioma Cerrado é um conjunto de diferentes tipos de formações vegetais que apresentam características fisionômicas e composições florísticas próprias, chamadas fitofisionomias, e estão inseridas em três domínios: Campo, composto pela fitofisionomia campo limpo; Savana, que engloba campo sujo, campo cerrado e cerrado stricto sensu; e Floresta, domínio representado pela formação denominada cerradão (PINHEIRO, 2006).

Diferentes teorias atribuem à origem deste bioma tanto a possibilidade de intervenções antrópicas quanto naturais em seu processo de formação. As teorias

mais difundidas consideram para a explicação desta origem a condição climática e a pirogênese, que explica a formação de diferentes fitofisionomias por meio do ciclo de queimadas que ocorrem naturalmente em áreas ocupadas por Cerrado (COUTINHO, 1990).

Para os autores que defendem a teoria da pirogênese existe a ressalva de que, em algumas regiões, diferentes fitofisionomias desenvolvem-se sob um mesmo clima. Do mesmo modo, para os autores que se baseiam nas condições climáticas, considerar apenas a pirogênese deixa aberta a lacuna de que, nesta teoria, o cerrado stricto sensu seria considerado um subproduto do cerradão, sem levar em conta que, em muitas regiões onde se desenvolve a fitofisionomia cerrado stricto sensu não existem condições ambientais que comportem formação florestal (PINHEIRO, 2006).

Esta pesquisa considera o contexto que contribuiu para a formação da paisagem do relevo atual como, por exemplo, o soerguimento de planícies, que diz respeito a configuração interna do relevo (estrutura), um fator influente nas características do solo, que diz respeito a configuração externa do relevo (topografia). A combinação entre a estrutura e a topografia do relevo e as características físicas e químicas do solo influenciam no tipo de fitofisionomia desenvolvida no ambiente, o que responde a questão da diversidade entre os domínios que coabitam sobre as mesmas condições climáticas.

A pesquisa foi desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e cartográfica, que auxiliaram na fundamentação teórica do tema, fornecendo embasamento para o desenvolvimento preliminar e permitindo uma visão geral da disposição do bioma Cerrado, assim como dos aspectos fisionômicos na região de Franca. A interpretação das imagens de satélite e fotografias aéreas da região permitem uma visão mais detalhada da disposição dos domínios de Cerrado (campo, savana e floresta) e sua relação com as condições fisiográficas da planície e subambientes fluviais, confirmando os dados fornecidos pela sobreposição dos mapas realizado pelo software ArcGis 10. Esta sobreposição de mapas, que inclui os mapas de vegetação, fisiografia, morfometria e pedologia, foi utilizada para estabelecer a relação entre o bioma Cerrado e os aspectos físicos da paisagem.

Além da sobreposição dos mapas, foram observadas em campo as diferenças entre a vegetação presente em relevos de alto e baixo estrutural, que se refere a configuração interna do relevo e sua respectiva topografia (que se refere a aparência

externa do relevo), assim como a análise física (cor, textura, plasticidade, flocculação, consistência e influência da rocha matriz) de algumas amostras de solo presentes nos pontos de amostragem.

### **1.1. Objetivo**

A pesquisa tem como objetivo identificar possíveis relações entre o relevo e a instalação dos diferentes tipos de fisionomia do bioma Cerrado dentro do contexto evolutivo da paisagem, entendendo-se que a configuração atual do relevo provém de um histórico que envolve o processo de formação do solo, interferindo também na capacidade de infiltração, percolação e retenção. No que diz respeito ao tipo de relevo e propriedades do solo, ambos se aliam para determinar o tipo de vegetação que ali se instala juntamente com outros fatores como clima e influência do fogo.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Caracterização da Área de Pesquisa**

#### **2.1.1. Localização da Área de Pesquisa**

O município de Franca, localizado na região nordeste do estado de São Paulo, distancia-se, por rodovia, 401 km de sua capital e faz divisa com os municípios de Cristais Paulista, Batatais, Restinga, Patrocínio Paulista, Claraval, Ibiraci, Ribeirão Corrente e São José da Bela Vista. Possui uma área de 604 km<sup>2</sup> dos quais 84 km<sup>2</sup> são de área urbanizada e altitude média de 1.040 m, em planalto variando de 760 m a 1.160 m (Figura 1).

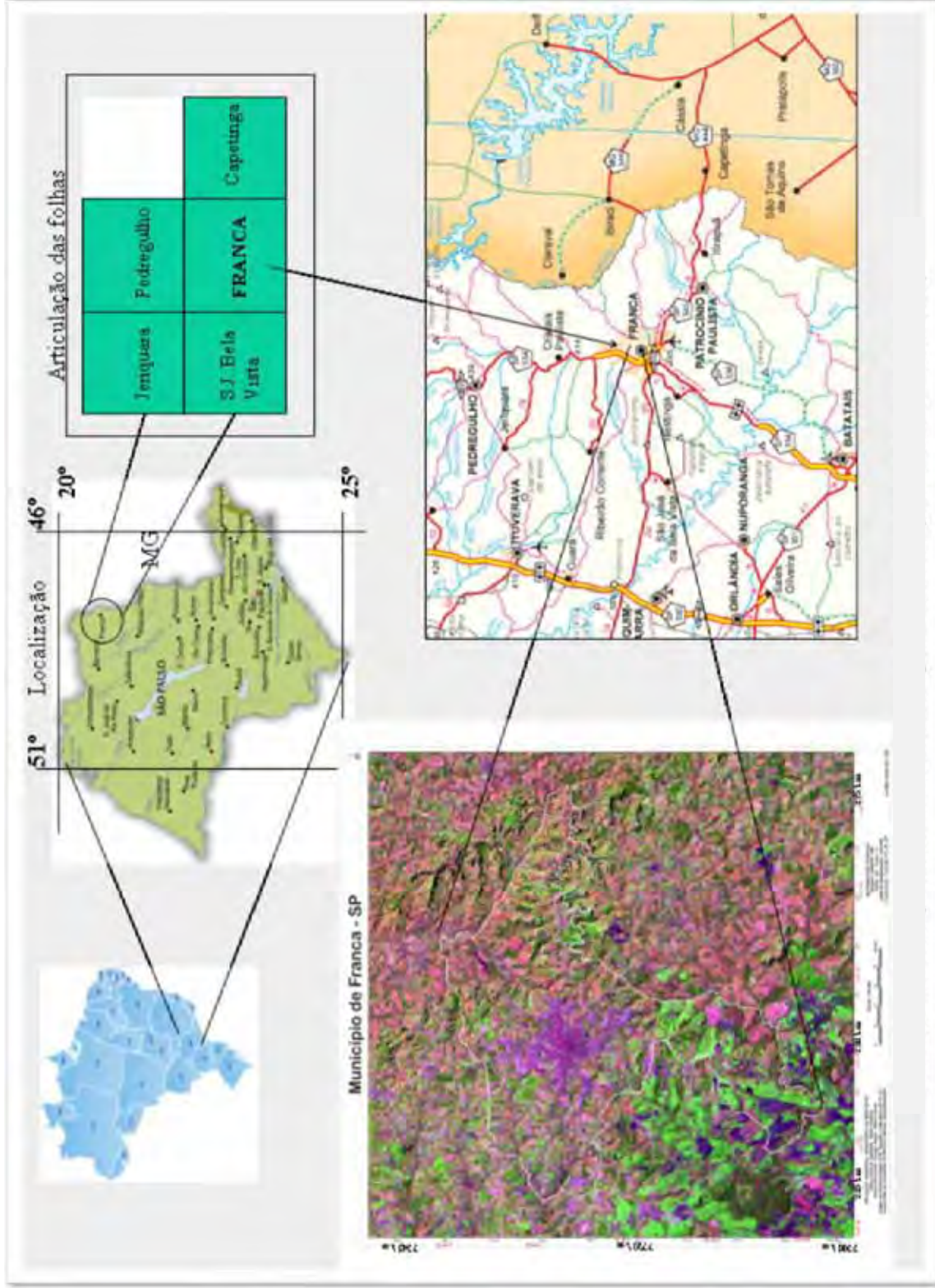


Figura 1. Localização e vias de acesso ao município de Franca - SP (PIEDADE, 2006 - modificado).

## 2.2. O Município de Franca

De acordo com o IBGE, em 2008, o município possuía 327.176 habitantes dos quais 2,3% residiam em zona rural.

Franca é um dos municípios mais críticos em relação à ocorrência de processos erosivos provenientes do mau planejamento urbano (IPT, 1995). A expansão urbana no município de Franca vem ocorrendo de forma acelerada nos últimos 25 anos. Embora este processo ocorra de forma legalizada, contando com rede de água, esgoto e energia elétrica, a grande quantidade de processos erosivos decorrentes da canalização dos córregos, que aumentam sua energia de transporte sedimentar e os loteamentos executados as suas margens, denotam o mau planejamento destas instalações. A situação se agrava uma vez que a pavimentação das ruas impede a infiltração de água pelo solo, aumentando a capacidade erosiva das águas superficiais. Esse tipo de interferência urbana é prejudicial ao meio ambiente, alterando seu ciclo e desenvolvimento natural. Além do desmatamento para a implantação destes loteamentos em área ciliar, a interferência no poder erosivo das águas pode ocasionar mudanças na configuração do leito fluvial e conseqüentemente nas propriedades do solo e na vegetação ali instalada.

Interferem também os problemas relacionados ao descarte de resíduos, muitas vezes lançados no solo ou nos cursos d'água diretamente ou indiretamente, principalmente no que diz respeito ao curtimento de couro com crômio uma vez que a cidade possui muitas indústrias que utilizam esta matéria prima.

As atividades agropecuárias do município de Franca (Tabela 1) envolvem o cultivo de 32.194 ha em áreas antes ocupadas pela vegetação nativa. Destes, 19.916 ha são de braquiária, 4.424.90 ha de milho, 2.158.00 ha de gramíneas, 911,30 ha de soja e 848,60 ha de cana-de-açúcar (CATI, 2003).

Franca conta com um dos maiores pólos de lapidação de diamantes do mundo, além de ser a maior cidade calçadista do país contando com mais de 700 indústrias de grande e médio porte. Indústrias estas que também produzem resíduos muitas vezes dispensados na natureza sem tratamento adequado.



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

CULTURA	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
<b>TOTAL</b>	<b>32.194,00</b>

## 2.3. Características do Meio Físico

### 2.3.1. Clima

De acordo com o sistema Köppen, o clima de Franca é classificado como Tropical de altitude, apresentando inverno seco e verão chuvoso. Köppen baseia-se principalmente na vegetação natural como forma de expressão do clima. Portanto, é interessante considerar a classificação de Thornthwaite (1948), que define o clima predominante em Franca como *Mesotérmico Úmido*, sem ou com pequena deficiência hídrica (B2rB'3a') e bem menos expressivo o tipo Mesodérmico

Úmido (B2Rb'4'), com pequena deficiência hídrica, mas com maior evapotranspiração potencial anual.

Setzer (1996) propõe três tipos climáticos na região (Figura 2). São eles:

a) Clima Aw, tropical úmido com estiagem no inverno, onde o índice pluviométrico no período seco é inferior a 30 mm, a temperatura no mês mais quente é superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C;

b) Clima Cwa, quente e úmido, com inverno seco, onde o índice pluviométrico no mês mais seco é inferior a 30 mm, a temperatura no mês mais quente superior a 22°C e inferior a 18°C no mês mais frio;

c) Clima Cwb, temperado úmido com estação seca, com índice pluviométrico inferior a 30 mm no mês mais seco, temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C, e no mês mais frio inferior a 18°C.

A região que recebe maior quantidade de chuvas originadas dos sistemas frontais é o setor do Planalto Residual de Franca. Isso ocorre em função da altitude, de aproximadamente 700 m, e da disposição das vertentes, que são voltadas para sul e sudoeste.

A precipitação anual no município é de 1.400 a 150 mm<sup>3</sup>. As chuvas se concentram entre os meses de novembro e fevereiro, responsáveis por 50% da precipitação anual. No inverno a quantidade de água precipitada varia de 0-13 mm e no verão de 450 a 550 mm.

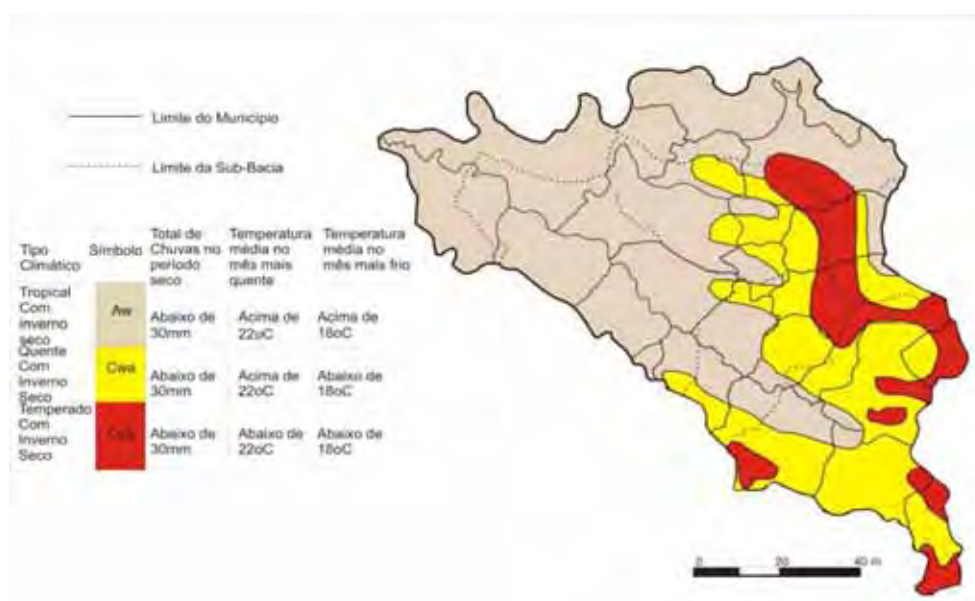


Figura 2. Tipos Climáticos na Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande (2º Relatório de Situação de Recursos Hídricos - Bacia Hidrográfica do Sapucaí Mirim/Grande, 2004).

No município predomina o sistema de circulação perturbada de S-SO (Frente Polar), com influência dos sistemas W-NW (Instabilidade Tropical) e L-NE (Tropical Atlântico), conforme a Figura 3.

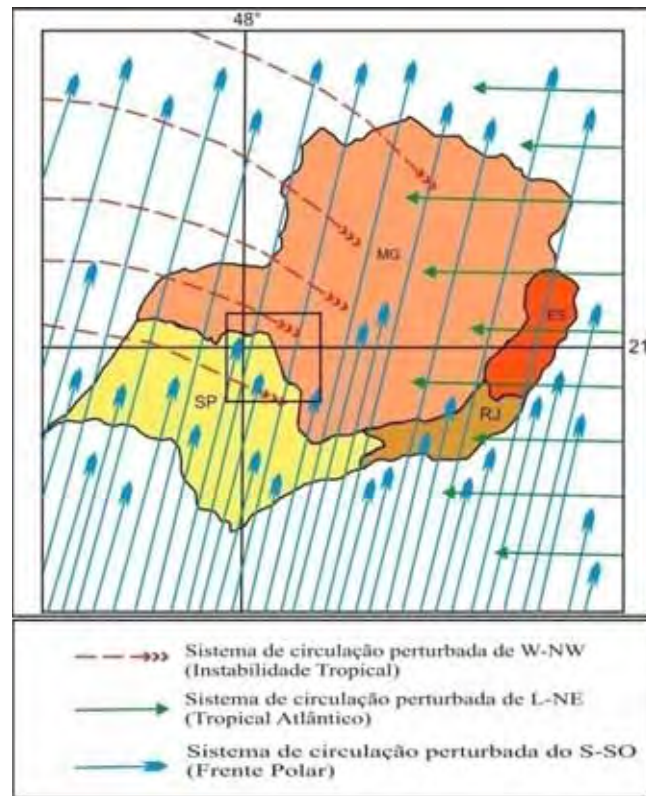


Figura 3. Mapa do clima na região Sudeste (Fonte: IPT, 2000).

A Tabela 2 mostra a precipitação no município de Franca, onde se evidencia a maior precipitação durante o verão (concentrando-se em Dezembro e Janeiro) e menor nos meses de inverno (Maio a Setembro). Na Tabela 3, as precipitações de Franca destacam-se com relação às de outros municípios.

Tabela 2. Médias Mensais por Série Histórica. Dados pluviométricos das Séries Históricas, onde em azul encontram-se os meses com maiores taxas e em vermelho, os com taxas pluviométricas mais baixas. Importante: nem todas as séries temporais possuem dados de todo.

Série Histórica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1936-1958	236,21	206,66	188,55	83,01	51,62	20,75	19,04	13,58	51,56	138,46	206,38	281,63
1959-1981	280,99	245,55	180,92	83,85	35,87	30,54	17,64	14,02	58,59	176,33	234,35	267,21
1983-2003	320,84	246,65	190,02	93,21	67,88	15,62	15,64	27,44	88,45	142,17	200,66	267,43

Tabela 3. Relação dos municípios pertencentes a área de atuação da ABAG-RP (2006) com maiores e menores médias de precipitação.

Maiores Precipitações (mm)		Menores Precipitações (mm)	
Franca	1.545	Boa Esperança do Sul	1.197
Jeriquara	1.530	Ibitinga	1.222
Ribeirão Preto	1.529	Borborema	1.226
Buritizal	1.524	Barretos	1.250
Igarapava	1.524	Ribeirão Bonito	1.291
Altinópolis	1.517	Colina	1.295

Pode-se observar nos Gráficos 1 a 6 mostrados abaixo, que os meses de verão possuem altos índices de pluviosidade e de evapotranspiração. Nos meses de inverno a pluviosidade se reduz drasticamente ficando mais baixa que a evapotranspiração, ou seja, a quantidade de água que sai do sistema é maior do que a quantidade que entra. Como consequência o abastecimento dos aquíferos é prejudicado.

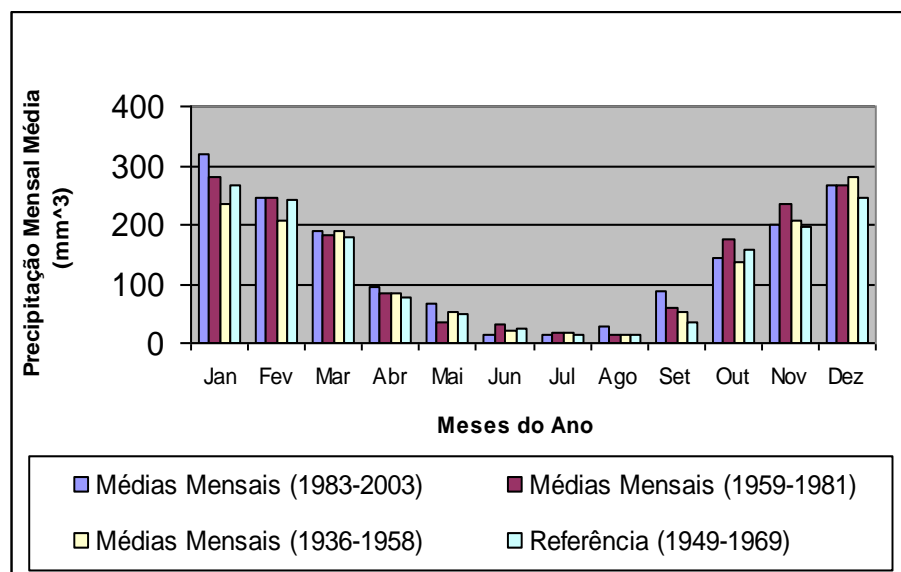


Gráfico 1. Chuvas mensais médias. Por referência toma-se como base a única série temporal contínua, de 1949 a 1969.

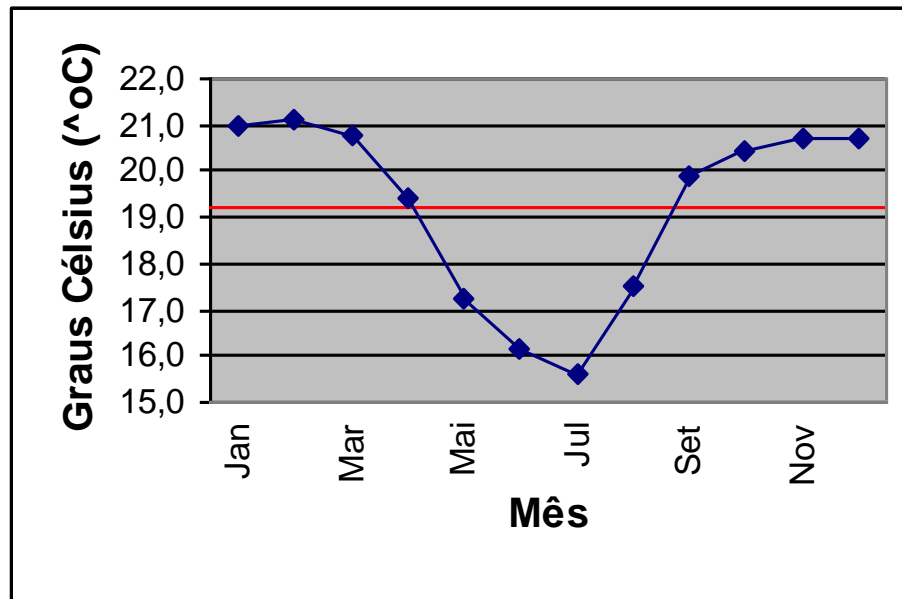


Gráfico 2. Médias Mensais de Temperatura. A linha vermelha refere-se à média anual. Quanto à temperatura, a média das temperaturas máximas é 25,60° C e mínimas 14,84°C.

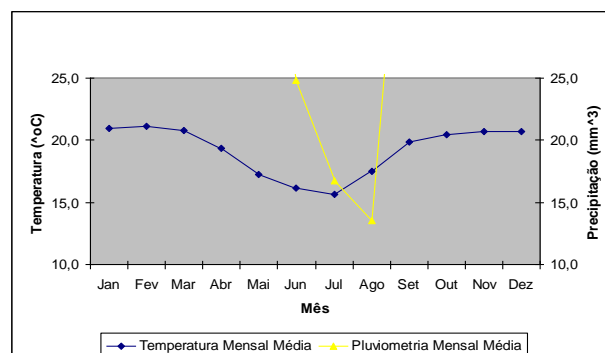
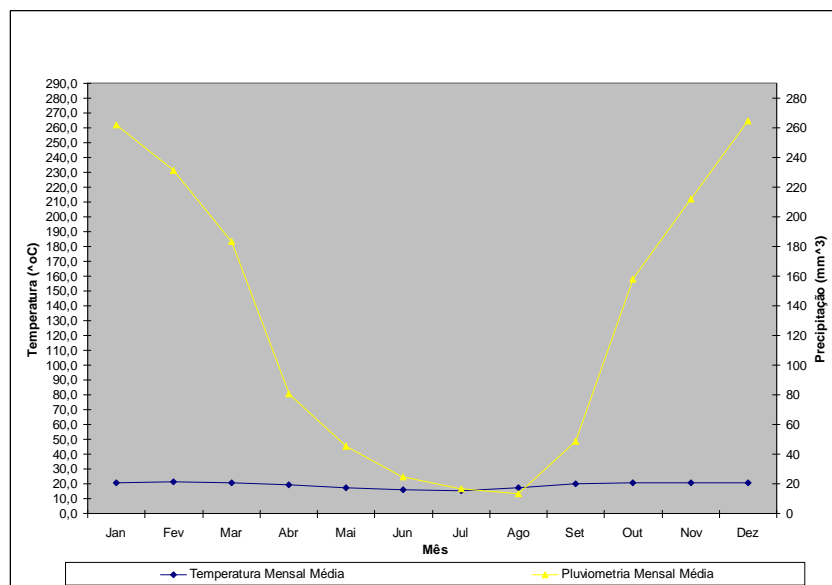
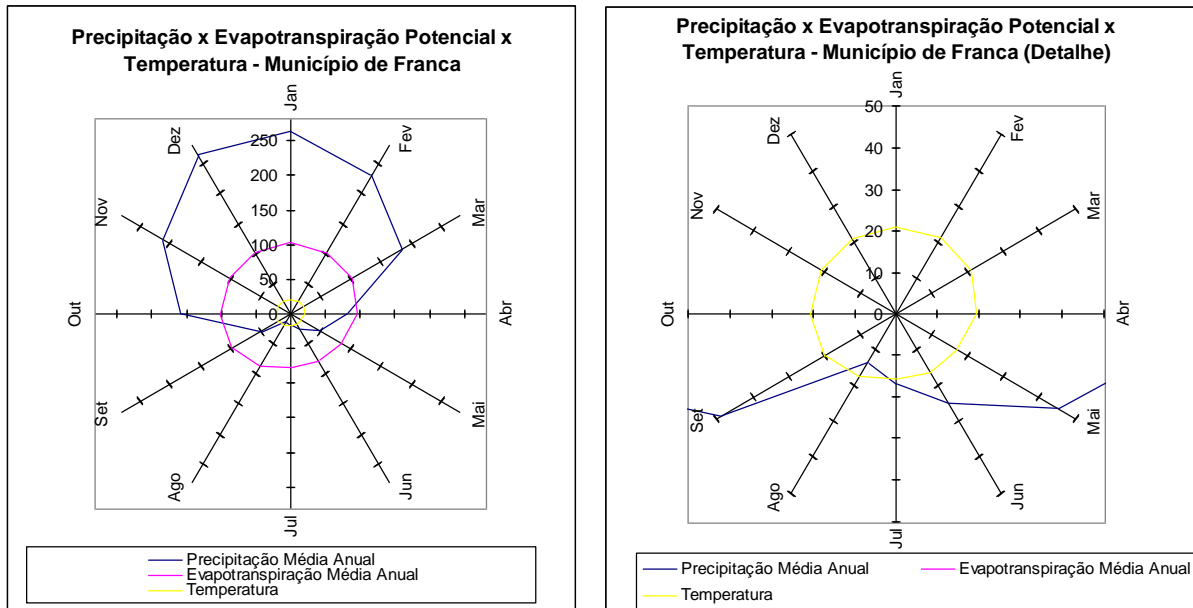


Gráfico 3 e 4 (detalhe do 3). Diagrama Ombrotérmico. Evidencia-se a presença de um período de seca durante o inverno. Especialmente no mês de Agosto a situação de seca é agravada com indisponibilidade hídrica.



Gráficos 5 e 6 (detalhe do 5). Precipitação x Evapotranspiração Potencial x Temperatura

### 2.3.2. Hidrologia

O município de Franca é drenado pela Bacia Hidrográfica Sapucaí-Mirim/Grande que possui aproximadamente 9.166 Km<sup>2</sup> e é composta pelos rios Canoas, localizado a nordeste do estado, pelos ribeirões Macaco e Pouso Alto, a norte, Rio Sapucaí, a sul e Ribeirão Macaúbas a sudeste. O Rio Sapucaí, que dá nome a Bacia, é o rio principal, possuindo o maior volume de água e assumindo maior representatividade em termos de importância para o município.

Esta unidade encontra-se protegida ambientalmente pelo comitê da Bacia Sapucaí-Mirim/Grande, que corresponde a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do SAPUCAÍ-GRANDE- UGRHI 8, da lei n°.9.034, de 27/12/94.

O abastecimento de água nesta unidade é de responsabilidade da SABESP, atendendo a 266.617 habitantes em Franca, além do que é perdido ou transportado para o município de Restinga, que corresponde a aproximadamente 29% do total.

Os aquíferos da região de Franca abastecem boa parte da cidade. Segundo relatório do IPT (1998) a maioria das indústrias geradoras de efluentes são indústrias de curtume e fabricação de sapatos, o que oferece risco de contaminação.

A configuração formada entre rede de drenagem e relevo viabiliza a interpretação da morfoestrutura de uma região uma vez que muitas destas morfoestruturas podem ser refletidas na parte superficial da paisagem, no que se

refere a topografia, podendo ser identificada por meio de produtos de sensoriamento remoto (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993).

O mapa de drenagem do município de Franca é apresentado na Figura 4.

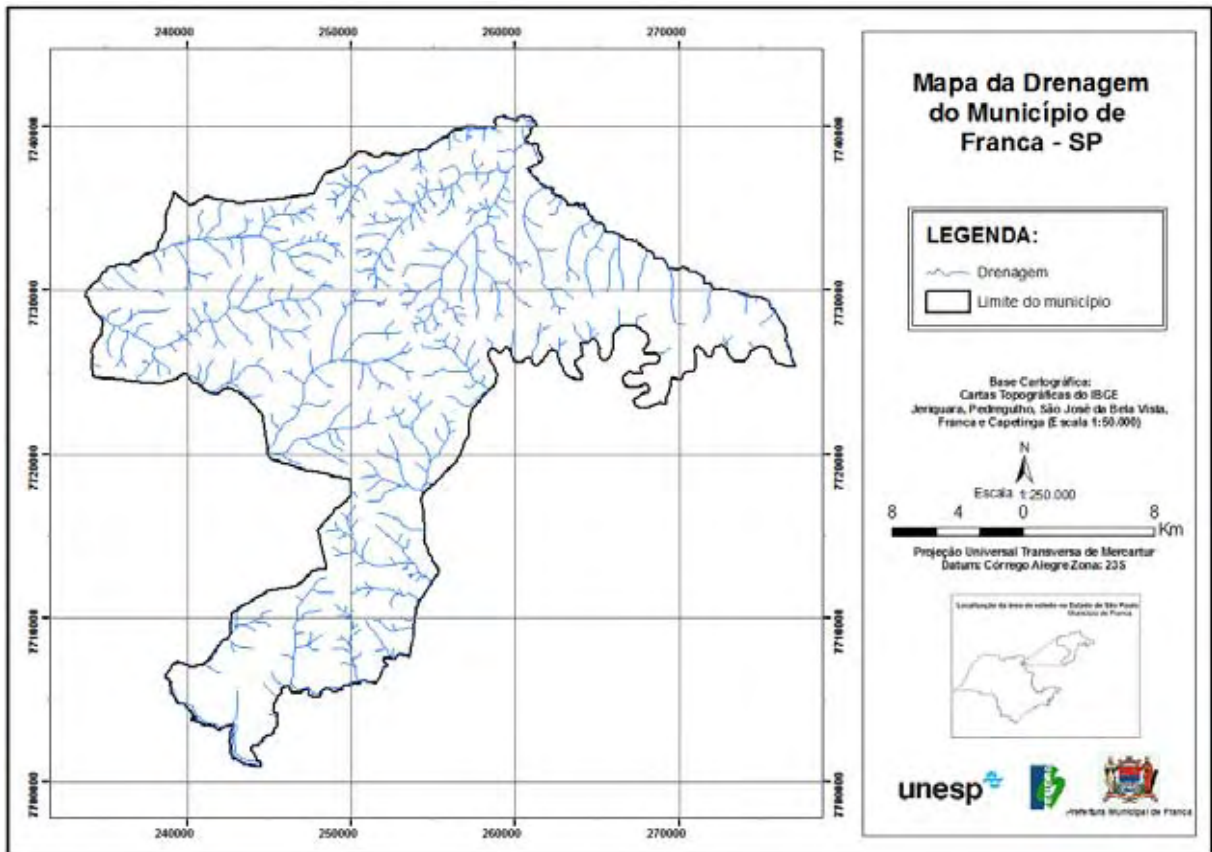


Figura 4. Mapa de drenagem do município de Franca (Fonte: Relatório de estudo geoambiental do município de Franca-SP, 2011).

### 2.3.3. Pedologia

No estado de São Paulo, os Latossolos ocupam cerca de 50% de sua área (BRASIL, 1960). De acordo com EMBRAPA (1999), na região de Franca encontram-se Latossolos Vermelhos (Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-escuro), Distróféricos e Eutroféricos, horizonte A moderado com textura argilosa. Os solos dominantes no município são predominantemente Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos e A moderado e Neossolos Quartzarênicos (areias quartzosas, areias quartzosas hidromórficas).

O mapa de solos do Município de Franca (SP) é apresenta na Figura 5.

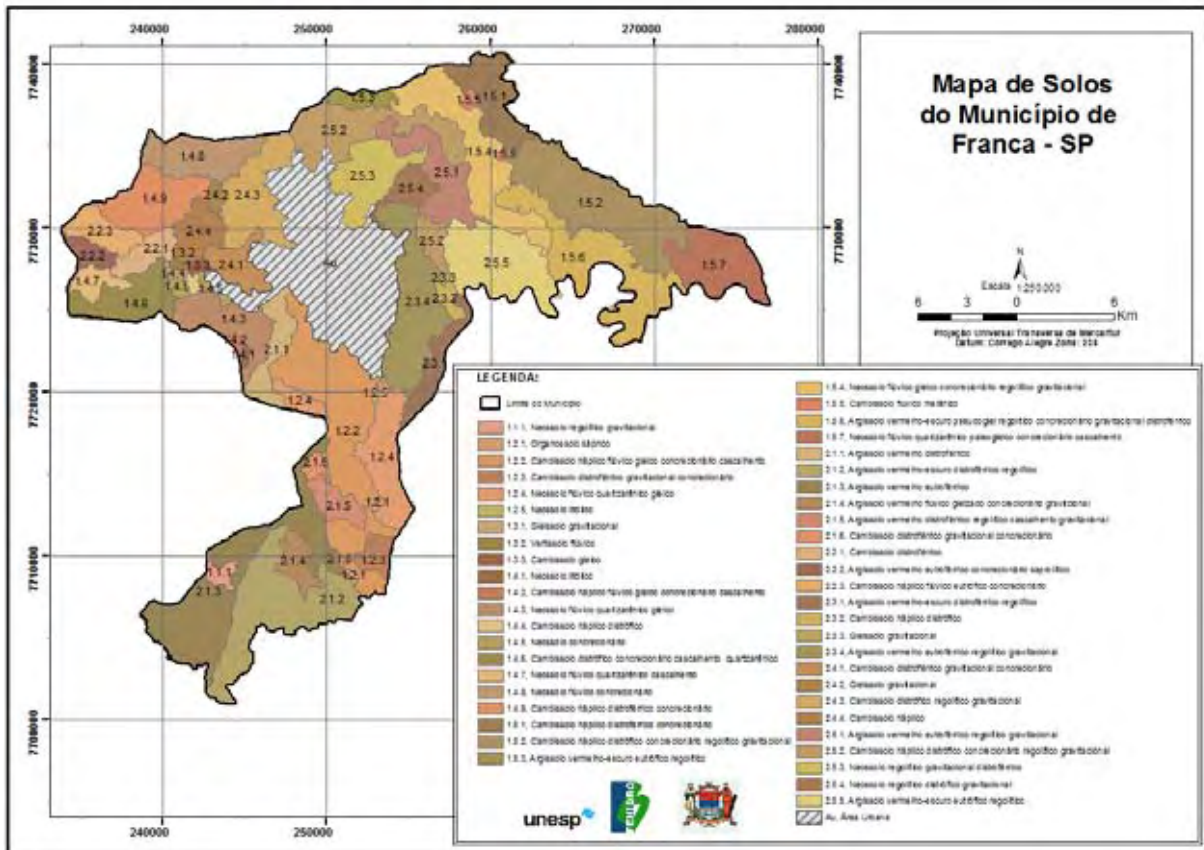


Figura 5. Mapa de solos do município de Franca. (Fonte: Relatório de estudo geoambiental do município de Franca-SP, 2011).

### 2.3.3.1. Latossolos

Os latossolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico abaixo de qualquer tipo de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico, ou abaixo de horizonte A, se este apresentar mais de 150 cm de espessura.

O horizonte B do latossolo é característico dos latossolos, podendo ser dividido em sub-horizontes B1, B2, B3 pouco distintos entre si, com mudanças graduais entre um e outro.

As incisivas transformações no material constitutivo destes solos o tornam bastante intemperizados e evoluídos. São desconstituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes a ações intempéricas e tem capacidade de troca catiônica inferior a 17cmolc/Kg de argila sem correção para carbono, englobando desde solos predominantemente cauliníticos, com valores mais altos de  $K_i$ , em torno de 2,0, até solos oxídicos de  $K_i$  extremamente baixo.

De maneira geral são solos bem drenados, embora algumas variedades de cor pálida apresentem drenagem moderada. Os solos são ainda bastante porosos e



friáveis, característica que facilita o manejo agrícola. Apesar desta característica, possui baixa disponibilidade de nutrientes em solos distróficos e toxicidade por alumínio trocável sendo, de maneira geral, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, Distróficos ou Álicos. Apesar disso, ocorrem também solos com média, e até mesmo alta saturação por bases que são encontrados em regiões de estação seca pronunciada ou em solos formados a partir de rochas básicas.

Os Latossolos são típicos de regiões equatoriais e tropicais, podendo também abranger as zonas subtropicais, distribuídos por amplas e antigas planícies erosivas, pedimentos ou terraços fluviais, em relevos geralmente aplainados ou suavemente ondulados, o que interfere de maneira positiva na taxa de erodibilidade destes solos, seja nos latossolos menos suscetíveis, como os de textura argilosa, ou nos mais suscetíveis a erosão, como os de textura franco-arenosa.

De acordo com Oliveira (1999), são também solos pouco expansíveis, devido a baixa atividade das argilas, profundos (raramente inferior a um metro) e porosos, sendo apropriados ao uso em piso de estradas, cemitérios e aterros sanitários.

A elevada permeabilidade interna e a baixa capacidade absorviva destes solos os tornam pouco filtrantes, aumentando a possibilidade de contaminação em aquíferos em caso de lançamento de resíduos tóxicos no solo.

#### **2.3.3.1.1. Latossolos Vermelhos**

Latossolos vermelhos são solos com matriz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B, incluindo horizonte BA.

Os Latossolos Vermelhos Distroféricos apresentam saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) e teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (pelo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) de 18% a  $< 36\%$  na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (Inclusive BA).

Os Latossolos Vermelhos Eutroféricos são solos com saturação por bases alta ( $V \geq 50\%$ ) e teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (pelo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) de 18% a  $< 36\%$  na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (Inclusive BA).

Os Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos são solos com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

### **2.3.3.2. Neossolos**

Os Neossolos são compostos por material mineral ou por fina camada de matéria orgânica, com menos de 30cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico, com pequena evidência de processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos que não conduziram a modificações significativas do material de origem, contendo características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo que podem impedir ou limitar sua evolução.

A classe dos neossolos inclui diversos tipos de horizonte superficiais, incluindo o horizonte O ou H hístico, com menos de 30cm de espessura quando sobrejacente à rocha ou material mineral.

São solos que não contém horizonte glei, com excessão dos solos com textura arenosa ou areia-franca, dentro de 50cm da superfície do solo, ou entre 50cm e 120cm de profundidade, se os horizontes que os sobrepõem apresentarem-se muito mosqueados de redução. Tem como característica também a ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo do horizonte A.

#### **2.3.3.2.1. Neossolos Quartzarênicos**

Estes solos possuem seqüência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade contendo textura arenosa ou areia franca nos horizontes até a profundidade de 150cm no mínimo, a partir da superfície do solo ou até um contato lítico essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

### **2.3.4. Geomorfologia**

O município de Franca está inserido na Província Geomorfológica das Cuestas Basálticas que se caracteriza pela presença de relevo íngreme margeando a Depressão Periférica, assim como de uma seqüência de grandes plataformas estruturais com relevos suavizados, inclinadas para dentro, em direção à calha do Rio Paraná, que são, consecutivamente a escarpa e o reverso das Cuestas.

Para Almeida (1964) as Cuestas Basálticas são classificadas em duas linhas principais que são a Cuesta Interna, que abrange todo o Estado, do Rio Grande ao Rio Paranapanema e Cuesta Externa que se desenvolve no estado de Minas Gerais, penetrando em São Paulo pela Serra de Monte Santo continuando pela Serra da Borda da Mata e perdendo altitude na passagem do Rio Pardo.

No reverso da Cuesta existe um alto potencial erosivo que pode ser atribuído as características das bacias de drenagem que conduzem a diferentes entalhes e conseqüentemente a formação de diferentes conjuntos morfológicos.

No extremo sul da Serra da Borda da Mata, o front da Cuesta passa a recuar no sentido do mergulho das camadas, perdendo altura para a passagem do Rio Pardo. Nesse trecho todo reverso da cuesta 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. Esta é contínua ao longo de todo Estado de São Paulo.

O front, bastante dissecado da cuesta interna que lhe confere o aspecto festonado afunila-se para dar passagem aos grandes rios, gerando áreas amplas, entre as quais se elevam planaltos tabulares sustentados pelos derrames do conjunto superior, inclinando-se juntamente com este para NW.

O sistema de relevo do município pode ser classificado em: Escarpas festonadas no limite da Depressão Periférica, a leste; Colinas Médias e Morros arredondados, a oeste e a sul; Vertentes não escarpadas com cânions locais no extremo oeste do município, no curso do Ribeirão Bom Jardim, representadas pela seqüência de grandes plataformas estruturais de relevo abatido (POÇANO et al., 1979; ALMEIDA, 1964).

A Figura 6 apresenta as unidades fisiográficas do município de Franca (SP).

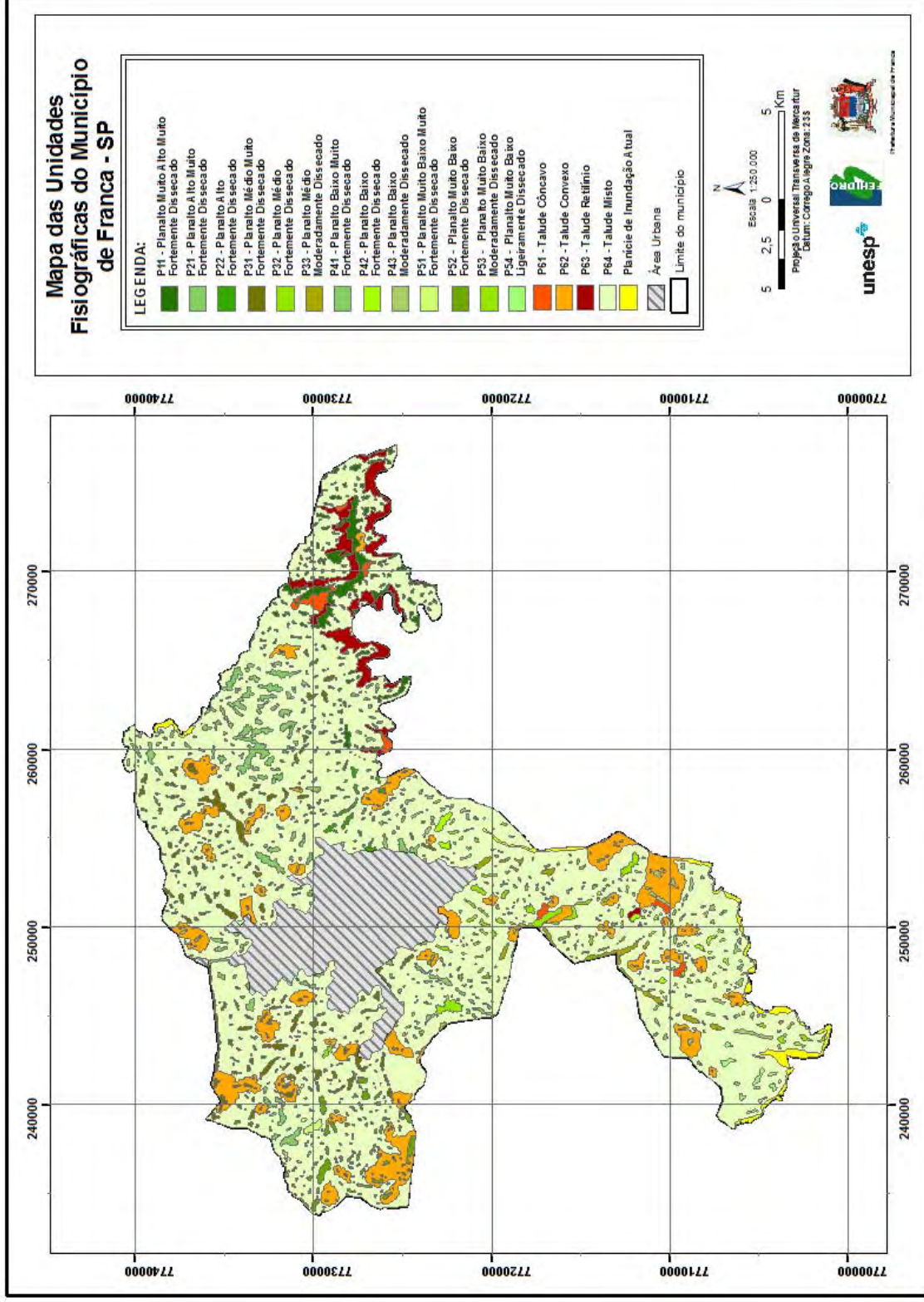


Figura 6. Mapa das unidades fisiográficas do município de Franca (SP). (Fonte: Relatório de estudo geoambiental do município de Franca-SP, 2011).

Para Ross e Moroz (1997) Franca esta inserida na unidade morfoescultural dos Planaltos de Franca e Batatais, onde predominam formas de relevo denudacionais, composto por colinas de topos aplainados ou tabulares, com vales pouco entalhados.

É um centro dispersor de drenagem por se tratar de terras altas cercadas por terras baixas. A altitude varia entre 800 e 1.100 m.

De acordo com Almeida (1964) o planalto de Franca é o primeiro dos grandes planaltos do reverso da cuesta interna, situando-se entre os Rios Grande e Sapucaí-Mirim.

Sua borda Leste termina abruptamente num frontão serrano extremamente festonado em que altas escarpas de arenito Botucatu intertrapiano são embasadas pelos derrames do conjunto superior. Os processos erosivos que envolvem o front da cuesta conferem o aspecto acidentado do relevo que apresenta diversos testemunhos areníticos presentes nos vales dos Rios Canoas e Santa Bárbara.

No divisor dos Rios Pardo e Sapucaí-Mirim, o reverso da cuesta caracteriza-se por um planalto com relevo suavemente ondulado, entalhado nos arenitos cretáceos, que nos principais vales da bacia do Rio Pardo expõem o substrato basáltico. Nesta região encontra-se o município de Serrana, a 650 metros de altitude, precisamente no front serrano da cuesta. Com o soerguimento, a rede de drenagem se sobrepõe aos derrames basálticos, a partir da cobertura Cretácea, fazendo com que estes ressurgam como grandes cuevas de front externo, devido sua inclinação para o interior da bacia. A ocorrência de dois conjuntos principais de derrames originou a duplicidade das cuevas.

A região do Planalto de Franca esta inserida em três domínios geomorfológicos do nordeste paulista: Planaltos de Altitude, Escarpas de Serras e Depressões Colinosas, além de sub-compartimentos, como Planícies Aluviais Restritas e Morros Residuais que são o Planalto de Franca, Chapadões do reverso ocidental do Planalto de Franca, Depressão Periférica colinosa de Ibiraci, Depressão monoclinical colinosa de Patrocínio-Itirapuã, Cristas quartzíticas interplanálticas do Vale do Rio Grande, Vale do Rio Grande e Vale do Rio Sapucaí-Mirim.

As unidades de relevo destes compartimentos geomorfológicos apresentam como característica feições de relevo tipicamente sedimentar e também unidades específicas de regiões que margeiam as bacias. Na região de Franca, as unidades

de relevo correspondem às colinas amplas e médias, morros arredondados e morros testemunhos e às escarpas locais, escarpas com cânion e escarpas festonadas.

Grande parte do município é ocupada por um relevo degradado, originado pela ação contínua de processos erosivos recobrimo as áreas de planalto da região. Este relevo abrange quatro compartimentos, sendo estes Colinas Amplas, onde predominam baixas declividades e amplitudes locais normalmente inferiores a 100 metros, contendo interflúvios com área superior a 4 Km<sup>2</sup>, topos extensos e aplainados e vertentes com perfis retilíneos a convexos; Colinas Médias, onde há predomínio de baixas declividades e amplitudes locais, normalmente inferiores a 100 metros, com interflúvios apresentando áreas de 1 a 4 Km<sup>2</sup>, topos aplainados e vertentes com perfis convexos a retilíneos; Morros Amplos, onde há predomínio de baixas declividades e amplitudes locais entre 100 e 300 metros, formando interflúvios arredondados com área superior a 15 Km<sup>2</sup>, contendo topos arredondados a achatados e vertentes com perfis retilíneos a convexos e Morros arredondados, onde predominam as 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, nestas feições são comuns os afloramentos rochosos e espigões curtos localizados.

O relevo é também composto por escarpas festonadas que são uma faixa de terreno que forma um relevo em transição, caracterizadas por altas declividades e amplitudes locais maiores que 100 metros. Estas erodem em forma de anfiteatro, apresentando topos angulosos e vertentes com perfis retilíneos.

Ocorrem ainda as mesas basálticas associadas aos relevos de colinas e escarpas, caracterizadas por morros testemunhos isolados e topos aplainados a arredondados.

Os sedimentos modernos recobrem todo o Planalto de Franca e geralmente são compostos por areias, arenitos, argilas, leitos de cascalho e concreções limoníticas, que lhes confere as características de friável e altamente erodível.

O Planalto de Franca é uma parcela das cuestas internas que abrangem todo estado de São Paulo e é considerado um dos remanescentes mais bem preservados dos chapadões do setor ocidental da Bacia do Paraná.

### 2.3.5. Geologia e Geotectônica

Localizada na região nordeste do estado de São Paulo, Franca ocorre na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando rochas do Permo-Carbonífero até o Cretáceo Superior, inclusive derrames de rochas básicas misturados ao pacote sedimentar e sedimentos Neocenozóicos recobrimo as superfícies. Esta região da Bacia do Paraná sofre forte influência tectônica dos terrenos geológicos do sudoeste de Minas Gerais que possuem evolução tectônica Proterozóica mais complexa que a Fanerozóica, por ocorrerem na região unidades geotectônicas Pré-Cambrianas em contato direto com uma bacia sedimentar Fanerozóica que teve um comportamento ascensional expressivo durante o Mesozóico além de apresentar forte controle estrutural delimitado pela atividade Neotectônica durante o Cenozóico (Figura 7).

De acordo com dados do IPT (1981) a Bacia do Paraná abrange a maior parte do estado de São Paulo e pode ser classificada como uma estrutura intracratônica que se formou na Placa Sul Americana no Paleozóico Inferior, contendo acúmulo de rochas sedimentares, lavas basálticas e sills de diabásio que se iniciaram no Ordoviciano e se estenderam até o Cretáceo. Estes sedimentos encontram-se sobrepostos a um embasamento de rochas ígneas e metamórficas pertencentes ao Ciclo Brasileiro, com idades variando do Proterozóico Superior ao Paleozóico Inferior (CORDANI et al.,1984).

Na região que corresponde à área de pesquisa, ocorrem 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; SOUZA, 1973; IPT 1998; HASUI; HARALYI, 1991; HELLMEISTER JR, 1997).

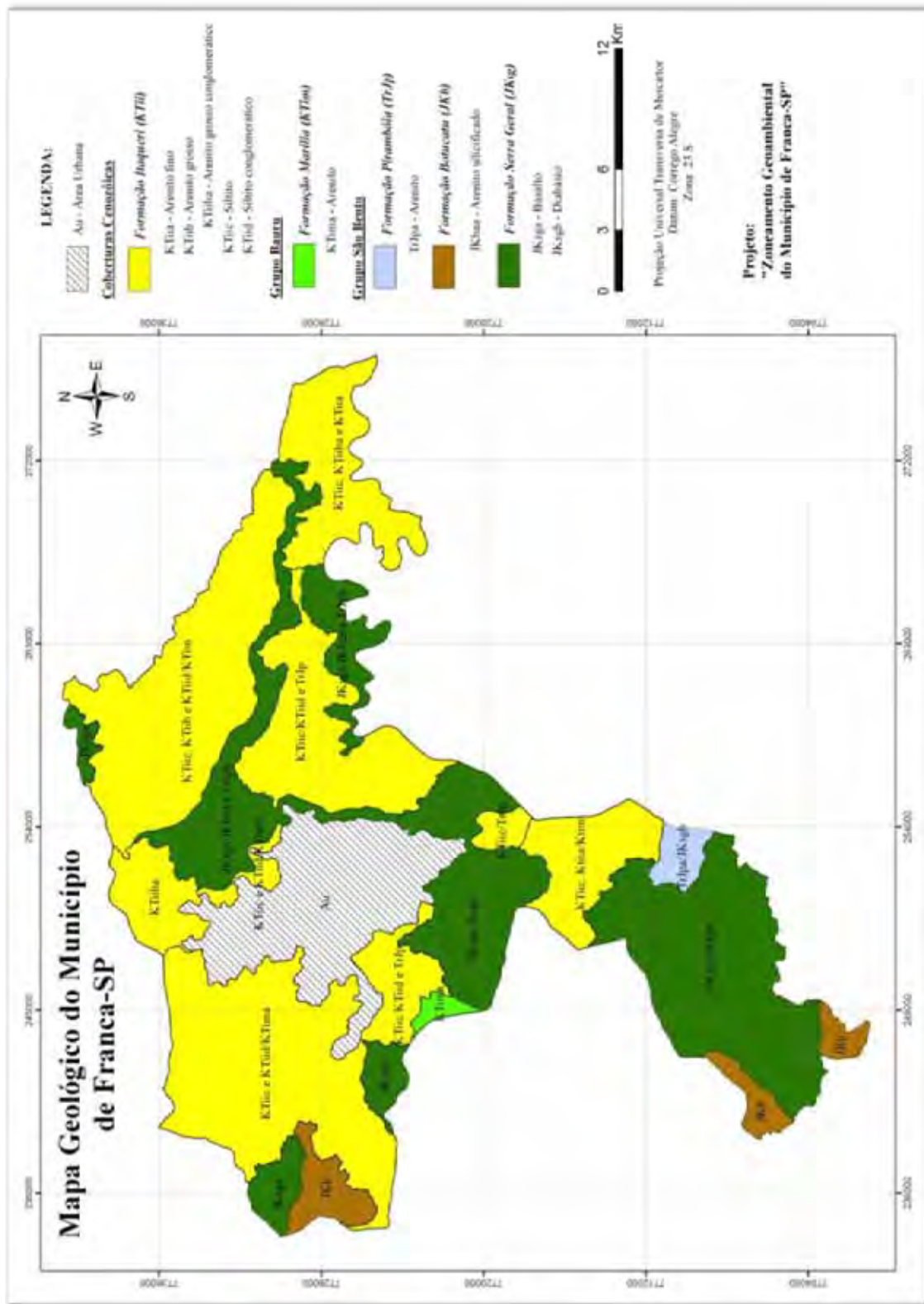


Figura 7. Mapa geológico do município de Franca (SP). (Fonte: Relatório de estudo geoambiental do município de Franca-SP, 2011).



De acordo com Soares et al. (1973), as formações Tatuí, Irati e Corumbataí não são registrados no nordeste paulista, enquanto Janoni (2003), argumenta que a ocorrência das formações pertencentes ao Super-Grupo Tubarão e do Grupo Passa-Dois ocorrem muito localizadas na porção sul do nordeste paulista.

Soares et al. (1982) descreve duas direções principais de estruturas no interior da bacia, uma NW/SE e outra NE/SW, correspondentes às zonas de maior mobilidade tectônica do embasamento, reativadas em diferentes tempos durante a evolução da Bacia do Paraná.

Os depósitos cenozóicos, mais especificamente os depósitos terciários, presentes na região nordeste do estado de São Paulo merecem destaque. Considera-se que estes depósitos pertencem às chamadas coberturas suprabasálticas, ou seja, sedimentos depositados posteriormente ao cessar das atividades vulcânicas na bacia, onde são feitas referências com relação ao Grupo Bauru, a formação Itaqueri e a Formação Franca, além das coberturas quaternárias indiferenciadas, presentes no contexto litoestratigráfico da Bacia do Paraná nesta região do estado (Figura 8).

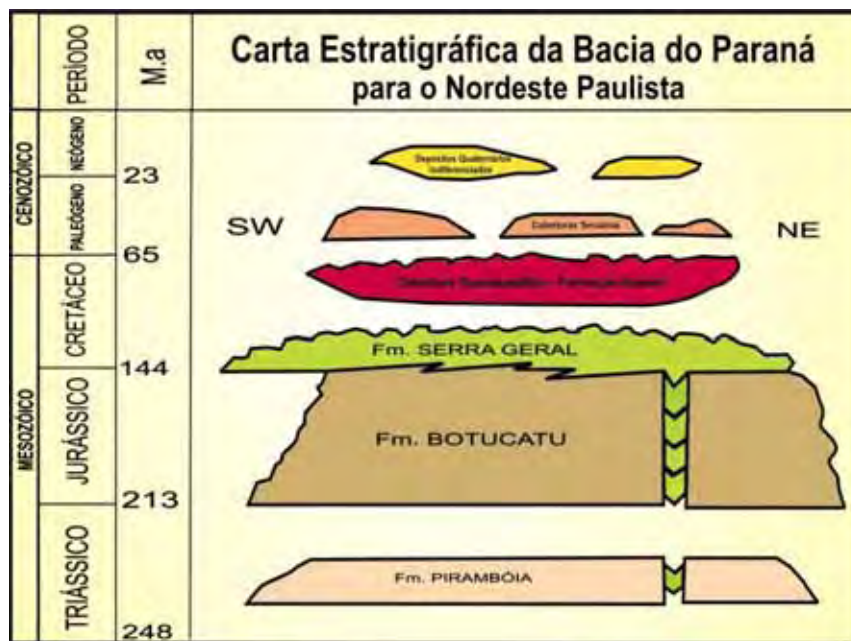


Figura 8. Coluna estratigráfica representativa para o empilhamento sedimentar da Bacia do Paraná, para a porção nordeste do estado de São Paulo.

### **2.3.5.1. Empilhamento Litoestratigráfico**

#### **2.3.5.1.1. Grupo São Bento**

Foi White (1908) quem primeiro utilizou a denominação São Bento como série para definir um conjunto de arenitos predominantemente vermelhos, sobrepostos pelas "eruptivas da Serra Geral". Este grupo é composto pelas formações Pirambóia, Botucatu, Serra Geral e pelas Intrusivas Básicas em geral, com registros de uma sedimentação exclusivamente continental, marcada por um clima árido a semi-árido e encerrada por um extenso vulcanismo (magmatismo) básico que ocorreu durante o Eocretáceo (SCHNEIDER et al., 1974).

##### **2.3.5.1.1.1. Formação Pirambóia**

Esta unidade é uma das que possuem maior ocorrência no centro-leste do estado de São Paulo (LANDIM et al., 1980). As melhores exposições desta formação encontram-se nas imediações da localidade de Pirambóia (BRIGUETTI, 1994).

Com base em critérios sedimentológicos e estratigráficos Soares (1973), descreve esta formação como uma unidade formada por arenitos argilosos com intercalações de camadas de siltito e folhelho.

Landim et al. (1980) caracterizam a Formação Pirambóia como uma sucessão de espessos bancos arenosos, avermelhados ou rosados, de granulação fina ou média, possuindo maior porção de fração argilosa na porção inferior, exibindo 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.

Schneider et al. (1974) consideram que apesar de poucas ocorrências fossilíferas, esta unidade pode ser representada pelo conteúdo fossilífero, contendo restos de vegetais, conchostráceos e ostrácodes. Simões e Fittipaldi (1992) também afirmam sobre a presença de vegetais fósseis nesta formação.

As relações de contato entre as Formações Pirambóia e Botucatu têm sido consideradas como discordantes por Soares (1972), e concordantes por Muhlmann et al. (1974 *apud* BRIGUETTI 1994). O contato basal com a Formação Corumbataí

foi considerado por Soares (1973) como a descontinuidade mais importante do registro sedimentar da Bacia do Paraná.

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; SOARES, 1995; CAETANO – CHANG; WU, 1995).

Segundo Giannini et al. (1999), a Formação Pirambóia compreende depósitos arenáceos e subordinadamente lutáceos, representados por dunas barcanas e interdunas, com o aparecimento de fácies areno-rudáceas, subaquosas em direção ao topo. A espessura da Formação Pirambóia é de no máximo 400 metros na Bacia do Rio Tietê, sendo medidos cerca de 270 metros em seções aflorantes na região de São Pedro.

Para os autores, esta unidade assenta-se em contato transicional sobre o Grupo Passa-Dois e é recoberta em contato abrupto pela Formação Botucatu. Landim et al. (1980) propuseram a provável idade da deposição dos sedimentos da Formação Pirambóia entre o Mesotriássico e o Eojurássico.

#### **2.3.5.1.1.2. Formação Botucatu**

Washburne (1889 *apud* IPT, 1981) descreveu pela primeira vez o arenito Botucatu, designado "Grês de Botucatu", os 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 conglomerático na parte basal, constituindo uma unidade genética de ambiente desértico que se manteve até as manifestações vulcânicas.

O registro paleontológico da Formação Botucatu se restringe às pegadas e pistas fósseis (SCHNEIDER et al. 1974). 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.

O contato entre as Formações Pirambóia e Botucatu é marcado por extensa superfície de peneplanização, via deflação eólica (CAETANO-CHANG; WU, 1995)

com modificação gradual da litologia, e marcado também pela presença de camadas ou lentes de conglomerados na base da Formação Botucatu; além do contato com o vulcanismo básico ser admitido como sendo por interdigitação, recobrimo-se os arenitos pelos derrames basálticos, sucessivamente (SCHNEIDER et al., 1974).

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. As características dos sedimentos dessa formação indicam condições de elevada aridez, tendo o cavalgamento de dunas como principal processo de acumulação.

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.

#### **2.3.5.1.1.3. 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. O mesmo autor indicou como seção tipo as exposições que ocorrem na Serra Geral, ao longo da estrada que liga as cidades de Lauro Muller e São Joaquim em Santa Catarina.

A Formação Serra Geral 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 et al., 1973; SOUSA, 2002).

Os derrames de basalto em 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 freqüentes na Depressão Periférica e na região nordeste do estado onde também chegam a suportar *cuestas* locais.

Os diques normalmente preenchem fendas de tração, podem associar-se a *sills* e também cortarem derrames. Os *sills* existem em grandes quantidades nas rochas paleozóicas da Depressão Periférica e nos arenitos mesozóicos. Os arenitos da Formação Botucatu interdigitam-se, em grande escala, com os derrames da Formação Serra Geral.

Segundo Schneider et al.(1974), o contato inferior com a Formação Botucatu, como foi afirmado anteriormente, é por interdigitação entre as camadas de arenitos eólicos com os derrames vulcânicos, e o contato superior é considerado discordante com o Grupo Bauru. Landim et al.(1980) afirmam que o magmatismo de fissura que deu origem aos basaltos da Formação Serra Geral foi iniciado quando ainda perduravam as condições desérticas de sedimentação da Formação Botucatu.

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

Segundo Soares et al. (1973), ocorre no nordeste paulista a intrusão de um espesso corpo tabular de diabásio, denominado *Sill* Borda da Mata, definido na serra homônima, próximo a São Sebastião do Paraíso/MG, com espessura da ordem de 100 metros. Petrograficamente, os diabásios do *Sill* Borda da Mata são caracterizados pela coloração cinza-esverdeada, granulação fina a média, equigranulares, com eventuais cristais de plagioclásio de cerca de 1 cm (HELLMEISTER JR., 1997), confundindo-se geralmente com os basaltos, devido ao seu resfriamento mais rápido que se dá próximo as bordas.

### **2.3.5.1.2. Seqüências Sedimentares Suprabasálticas**

#### **2.3.5.1.2.1. 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 Pedregulho, Franca e Batatais. Abrange uma cobertura sedimentar pós-basáltica, primeiramente referida por Washburne (1930, apud ALMEIDA; BARBOSA, 1953), que a denominou de Caiuá.

Ocorre em mancha irregular no reverso da cuesta basáltica, isolada de outras coberturas pós-basálticas, representando suas partes mais elevadas testemunhos da antiga extensão do Planalto Ocidental. Sua espessura máxima observada é de 125 metros (ALMEIDA; 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 seqüência de arenitos, siltitos e conglomerados oligomíticos com estruturas hidrodinâmicas, porém com seixos e calhaus de composição predominantemente quartzítica e quartzosa, onde foi considerado por Hellmeisnter 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.

A diversidade da composição petrográfica das rochas da Formação Itaqueri e depósitos correlatos, reflete bem a uma variação de áreas fontes: os conglomerados oligomíticos da porção setentrional do reverso das cuestas passam a polimíticos para sul, mostrando a contribuição de quartzitos da Serra Canastra e das diversas formações paleozóicas - e quiçá do embasamento cristalino – respectivamente.

No caso da região de Franca, Yamamoto et al. (1977) reforçam essa assertiva por meio de estudo de minerais pesados. E ainda a disposição geomorfológica dessas ocorrências dificulta melhor situá-las estratigraficamente, já que a erosão que vem aplainando os interflúvios obliterou a continuidade com as rochas do Grupo Bauru.

Alguns autores sugerem que esta Formação tenha sido desenvolvida provavelmente sob condições de clima árido durante a elaboração da Superfície do Japi, de idade Eocênica (COTTAS; BARCELOS, 1981).

Dessa forma, os únicos elementos cronológicos seguros para sua datação, na ausência de fósseis, são a escavação da Depressão Periférica – e eventos sincrônicos como a escavação do Vale do Rio Grande – como limite superior e as rochas basálticas como limite inferior, o que situa a Formação Itaqueri entre o Cretáceo e o Paleógeno.

Os mesmos autores consideram que a deposição da Formação Itaqueri está associada a elementos tectonicamente ativos à época de sedimentação, que teriam propiciado o aparecimento de desníveis no relevo, suficientes para o desencadeamento dos processos gravitacionais de fluxo.

O processo de ferruginização, segundo Ranzini 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 seqüência Itaqueri.

#### **2.3.5.1.2.2. 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.

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 seqüência 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.

Almeida e Barbosa (1953) situam a Formação Itaqueri na base da seqüência Bauru com a presença de rochas conglomeráticas, sem cimento carbonático, Barcelos et al. (1983) incluem a Formação Itaqueri no topo do Grupo Bauru. A idéia atual, interpretada pela disposição da Formação Itaqueri, em faixas descontínuas no reverso da cuesta, é que sua interpretação e evolução podem se dar como anterior à sedimentação do Grupo Bauru, associado ao arqueamento Pós-cretáceo do leste paulista.

Hasui e Haralyi (1991) observam o condicionamento da rede de drenagem atual do Grupo Bauru, com alinhamentos NW/SE, cuja direção coincide com aquela presente nas rochas do embasamento.

#### **2.3.5.1.3. Cobertura Paleógenas-Neógenas Indiferenciadas**

A evolução geológica cenozóica no estado de São Paulo colocou-se num período de progressiva atenuação dos efeitos da reativação da Plataforma Sul-Americana, iniciada no Jurássico Superior (ALMEIDA, 1967).

Saadi (1993) propõe a compartimentação da Plataforma Brasileira em microplacas limitadas por grandes descontinuidades crustais, onde se deu a instalação do Sistema de *Rift* da Serra do Mar no Eoceno-Oligoceno, segundo Almeida (1976); deu-se também o desenvolvimento de pequenas bacias romboédricas no interior das microplacas, sendo elas, ambientes da sedimentação cenozóica no sudeste do Brasil, e tudo isso sendo reflexo direto da atividade Neotectônica.

Em termos litológicos seu registro se deve quase que exclusivamente a coberturas sedimentares pouco expressivas. Essas coberturas sedimentares são representadas por depósitos colúvio-aluviais associados à evolução geomorfológica e as encostas, vales e terraços da drenagem atual.

Este processo evolutivo, de certa forma, mostra claramente que seus principais eventos geológicos podem ser resumidos na formação do relevo e deposição de seqüências sedimentares que lhe são correlativas.

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.

Finalmente, são descritas também coberturas que estão associadas aos vales dos principais rios, especialmente dos rios Pardo e Sapucaí-Mirim. São de origem fluvial (cascalhos, areias e argilas) com camadas de sedimentos textualmente 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.



Moraes Rego (1922 apud ALMEIDA et al., 1980) fez referências a baixos terraços associados a cascalhos, correlacionando-os à última oscilação climática sincrônica ao estágio glacial. Segundo Facincani (2000), esses depósitos possuem estreita relação com a ação dos lineamentos neotectônicos e com as condições paleoclimáticas atuantes na sua formação (Terciário Superior e Quaternário), que resultou em um ambiente de sedimentação distinto e na produção de faces sedimentares diferenciadas.

### **2.3.6. Vegetação**

A região de Franca era originalmente recoberta por uma vegetação constituída por Mata Atlântica e Cerrado, encraves de Cerrado e ecótonos, áreas de contato principalmente entre Savana e Floresta Estacional Semidecidual. Por volta do século XIX passa a ocorrer uma redução significativa desta vegetação natural devido à expansão da fronteira agrícola, com a inserção da cultura cafeeira em região de mata nativa e também da indústria madeireira (ABAG-RP, 2006).

A biota local é formada por vegetações que constituem um mosaico ambiental integrado nas zonas de contato, caracterizado por um contato dinâmico entre a vegetação das florestas que reconstruíram o planalto pelas vertentes onduladas e a vegetação arcaica dos cerrados que hoje se limitam apenas aos topos planos com solos arenosos.

Para Ab'Saber (1968) a área de Franca pode ser classificada dentro de uma faixa de transição ou de contato entre domínios 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 ainda da história do povoamento. O autor considera a área como um dos remanescentes mais bem preservados dos chapadões do setor norte-oriental da Bacia do Paraná.

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente e de Projetos Especiais da Prefeitura Municipal de Franca no ano de 1996, esboçou o levantamento da flora e fauna, através de dados bibliográficos e de campo visando ressaltar a importância do conhecimento da flora e fauna e a ameaça de extinção das espécies, provocadas

pela retirada da vegetação autóctone (flora regional), substituída pela atividade agrícola e industrial e pelo crescimento da cidade.

De acordo com o IBGE (1991), a vegetação do município pode ser classificada da seguinte maneira:

- Floresta Estacional Semidecidual: Condicionada a estacionalidade climática, onde ocorre verão chuvoso e inverno seco ou clima subtropical sem seca, mas com intenso frio, temperaturas médias abaixo de 15°C. Ocorre a queda das folhas, durante o período seco, em 20 a 50% das árvores caducifólias da floresta. Hoje, as pequenas extensões de florestas estacionais semidecíduas correspondem às Unidades de Conservação e a matas residuais em propriedades privadas.
- Savana (Cerrado): Originalmente ocupava 14% da superfície total do Estado de SP, incluindo fitofisionomias variáveis desde campo limpo, avançando para campo sujo (savana gramíneo-lenhosa), campo cerrado (savana arborizada), cerrado sensu strictu até cerradão (savana florestada), com manchas dispersas no interior do planalto, sobretudo na margem oriental do planalto ocidental e na depressão interior, localizado nos solos mais pobres. Atualmente restam menos de 1% dessa cobertura vegetal original em todo Estado.
- Mata Ciliar (Floresta Ripária): Corresponde ao adensamento da vegetação localizada ao longo do curso dos rios, às suas margens, protegendo-os da erosão. O Código Florestal Brasileiro (Lei 4771 de 21 de agosto de 1965) determina a preservação da vegetação ciliar em cada margem (metragem de 30 a mais de 200 metros, de acordo com a largura do rio). Apesar desta determinação, atualmente no Estado de SP, perto de um milhão de ha de áreas ciliares encontram-se desmatadas, principalmente para uso agropastoril e 120.000 Km de cursos de água estão sem proteção das matas ciliares, sujeitos ao assoreamento .
- Floresta Secundária (Capoeira): Vegetação que surge após a destruição da cobertura vegetal primitiva (ação antrópica) para uso agrícola ou pecuário e posterior abandono, obedecendo a uma sucessão natural. Com a expansão agrícola as Florestas Estacionais Semidecíduais foram desaparecendo, restando pequenos fragmentos principalmente na forma de capoeiras ou como pequenas áreas residuais.

Segundo levantamento da ABAG – RP (2006), os tipos vegetacionais encontrados no município de Franca são os seguintes:

- Cerrado: 1267,2 ha;
- Floresta Estacional: 2262,4 ha;
- Floresta Secundária: 364,2 ha;
- Vegetação Ripária: 7266,0 ha;
- Reflorestamento com Eucalipto: 33,1 ha (muito insignificante).

O desmatamento no entorno dos remanescentes florestais assim como a fragmentação das matas interferem no desenvolvimento das espécies podendo acarretar em extinções locais, pois esta interferência inclui: perda de hábitat, isolamento de populações, aumento do efeito de borda e alteração da biota local.

Os malefícios da interferência antrópica não estão relacionados apenas com as dimensões, mas com a intensidade. Ações como a caça, o uso de agrotóxicos em ambientes vizinhos, o fogo, o corte seletivo de madeira, a invasão de espécies exóticas como o gado, entre outras, são perturbações normalmente 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.

Dentro da região de Franca, algumas manchas de formações de cerrado e matas ciliares ocorrem ao longo das drenagens. Essa vegetação, embora expressiva na escala local, não comporta algumas espécies animais de médio e grande porte que dependem de grandes extensões para sua sobrevivência. Porém, abrigam diversas espécies animais de pequeno porte e para aqueles que habitualmente exploram áreas abertas e que podem utilizar essas áreas pelo menos durante a seca (em busca de alimento e principalmente água).

### **2.3.7. Conceitos fundamentais**

#### **2.3.7.1. Savanas**

Savanas são ecossistemas formados por estrato herbáceo, contínuo ou acrescido de arbustos e árvores que variam na intensidade do dossel. A ocorrência de savana pode ser atribuída a diversos fatores como a ação do fogo, por vezes de origem antrópica, condições climáticas ou influência das características do solo.

As savanas tropicais ocupam uma área de aproximadamente 23 milhões de Km<sup>2</sup>, que correspondem aos continentes americano, africano, asiático e Oceania,

especialmente a Austrália. (COLE, 1986; RICHARDS, 1952; SOBRING, 1996). De maneira geral se desenvolvem em regiões onde o clima apresenta altas e baixas temperaturas e estações, de chuva e seca, bem definidas. Os solos são, na maioria das vezes, lixiviados e arenosos com baixa troca catiônica, pobres em fósforo e nitrogênio e ricos em alumínio e ferro.

As savanas neotropicais ocupam regiões definidas na América Central e Cuba e duas grandes áreas na América do Sul, separadas pela linha do Equador (SOBRING, 1996). Ao Sul do equador, além do cerrado, no Brasil, são também encontrados os llanos de mochos que se estendem do leste da Bolívia aos pés da cordilheira dos Andes.

As savanas localizadas nos trópicos são próprias de regiões subtropicais que apresentam precipitação pluviométrica regular entre 750 e 1500 mm. No Brasil, quando a precipitação se torna irregular e inferior a este limite, a formação vegetal que passa a ocorrer é denominada caatinga, de acordo com Rizzini (1997).

#### **2.3.7.2. Cerrado**

Conhecido no Brasil como Cerrado, o Cerrado Sensu Lato possui aproximadamente 160.000 espécies, envolvendo plantas fungos e animais e 10.000 espécies de vegetais vasculares, de acordo com Furley (1999).

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil abrangendo cerca de 2, 3 milhões de Km<sup>2</sup> que corresponde a 23% de seu território (RIBEIRO; WALTER, 1998). Seus domínios ocorrem em 15 estados e o Distrito Federal. Nestes, distribuem-se, em 65% da área geográfica, o Cerrado típico, em 1%, Cerradão e no restante (34%), os outros tipos fitofisionômicos

Diferente dos outros biomas, que seguem uma linearidade em termos de características, o bioma Cerrado é composto por vegetações que apresentam fisionomias distintas entre si, agrupadas, de acordo com Coutinho (1978), dentro de três principais domínios, sendo estes: Campo, Savana e Floresta (Figura 9). Estes três domínios são subdivididos em grupos diferenciados de acordo com as características da vegetação, ou seja, sua fitofisionomia. A classificação proposta pelo autor é mais sintética. Nesta, o domínio Campo é representado pela fitofisionomia denominada campo limpo que comporta estritamente gramíneas, Savana é representada por: Campo sujo, onde ocorrem vegetais herbáceos e alguns

arbustos, Campo cerrado, composto por arbustos um pouco mais desenvolvidos e Cerrado stricto sensu, que engloba também espécies arbóreas de menor porte. O domínio Floresta é representado pela fitofisionomia cerradão, composta por árvores de grande porte.

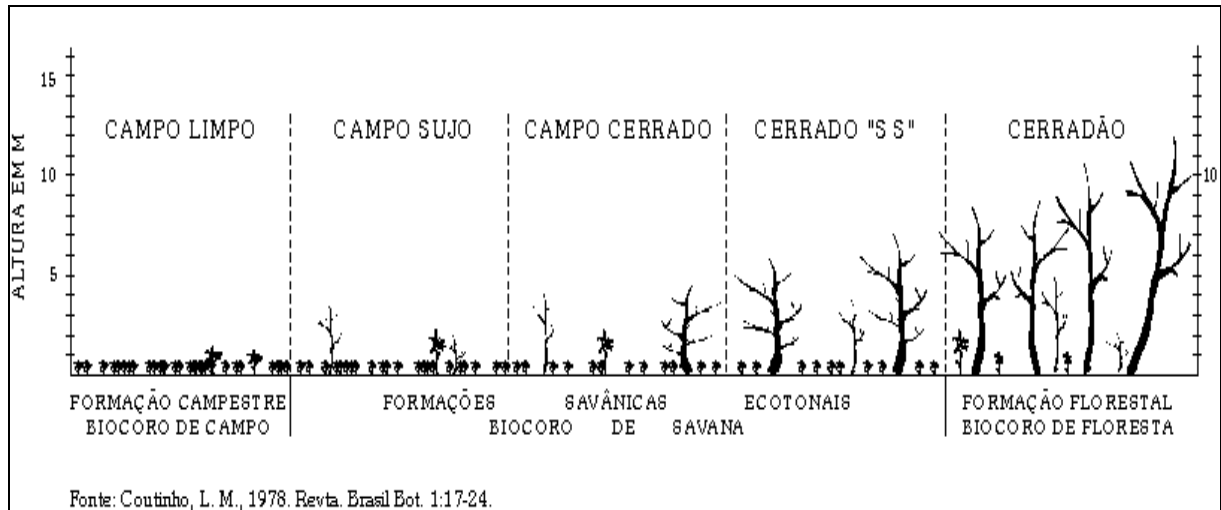


Figura 9. Ilustração com as cinco categorias fisionômicas de cerrado (COUTINHO, 1978).

Uma classificação mais atual, proposta por Ribeiro e Walter (1998) define a formação florestada como aquela composta por árvores que formam um dossel contínuo ou descontínuo, Savana como domínio representado por árvores e arbustos com dossel não contínuo, desenvolvendo-se sobre gramíneas e Campo, como aquele composto pela presença predominante de espécies herbáceas e algumas arbustivas, sem a presença de árvores. Para os autores estes domínios agrupam onze fitofisionomias, sendo estas: Mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão, que compõem a formação florestal, Cerrado sentido restrito (stricto sensu), parque de cerrado, palmital e vereda, que compõem a formação savânica e Campo sujo, campo limpo e campo rupestre, que representam a formação campestre.

#### Formação florestal:

**Mata ciliar:** Refere-se à vegetação que margeia rios mais caudalosos, que impedem o contato entre os dosséis de uma margem e outra. Ao contrário da mata de galeria, a mata ciliar é caducifólia no período mais seco.

**Mata de galeria:** Ocorre quando o dossel florestal ocorre continuamente nas cabeceiras de drenagem, onde a disponibilidade de água possibilita a permanência fotossintética das plantas durante todo o ano. Este tipo de vegetação margeia os rios de pequeno porte dentro de uma bacia hidrográfica.

Mata seca: Desenvolve-se sobre solos desenvolvidos sobre rochas básicas de alta fertilidade ou sobre calcários. Esta vegetação apresenta níveis de perda de folhagem variados na época de estiagem.

Cerradão: De maneira geral, a vegetação desta fisionomia se desenvolve sobre terrenos de solos típicos do bioma Cerrado. Apesar de ser composta em sua maioria por espécies savânicas, representa uma fisionomia florestal. Pode apresentar dossel contínuo assim como as matas secas e matas de galeria.

#### Formação savânica:

Cerrado sentido restrito: Caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes.

Parque de Cerrado: Apresenta como característica a presença de árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno, algumas vezes imperceptíveis, conhecidas como “murundus” ou “monchões”. As árvores possuem altura média de três a seis metros e formam uma cobertura arbórea de 5% a 20%. Os solos são hidromórficos, e melhor drenados nos murundus que nas áreas planas adjacentes. A flora que ocorre nos murundus é similar à que ocorre no Cerrado senso restrito, porém com espécies que provavelmente apresentam maior tolerância à saturação hídrica do perfil do solo.

Palmeiral: Formação savânica caracterizada pela presença marcante de uma única espécie de palmeira arbórea. Nessa fitofisionomia praticamente não existem árvores dicotiledôneas, embora essas possam ocorrer com freqüência baixa.

Vereda: Fitofisionomia com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* emergente, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas. As veredas são circundadas por campo-limpo, geralmente úmido, e os buritis não formam dossel como ocorre no buritizal.

#### Campo:

Campo Sujo: Tipo fisionômico exclusivamente herbáceo-arbustivo, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado sentido restrito.

Campo rupestre: Predominantemente herbáceo-arbustivo, com a presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas de até dois metros de altura. Abrange

um complexo de vegetação que agrupa paisagens em microrelevos com espécies típicas, ocupando trechos de afloramentos rochosos.

Campo Limpo: Fitofisionomia predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Pode ser encontrado em diversas posições topográficas, com diferentes variações no grau de umidade, profundidade e fertilidade do solo.

A vegetação das Savanas Xerófilicas e a vegetação do Cerrado stricto sensu apresentam características similares no que diz respeito ao clima da região onde se instalam e as fisionomias, compostas por indivíduos arbustivo-arbóreas com caules retorcidos e abundante extrato herbáceo (SOLBRIG, 1996). Porém, apesar das semelhanças, algumas diferenças podem ser observadas no que diz respeito a predominância de espécies (arbustivo-arbóreas decíduas nas savanas xerófitas africanas e perenifólias nas savanas brasileiras) (COLE, 1986) e a adaptações como fechamento estomático nas espécies arbustivo-arbóreas em savanas africanas, de acordo com Grace (1992), característica que não é encontrada constantemente no Cerrado (FERRI, 1980). Para Belsky e Amundson (1992) estas diferenças provavelmente estão relacionadas ao sistema radicular pouco profundo das espécies encontradas nas savanas africanas, diferente das espécies lenhosas do cerrado que apresentam sistema radicular profundo.

### **2.3.7.3. Considerações sobre a origem da vegetação disjunta do bioma Cerrado**

O aumento das savanas na região entre o Mioceno e o Pleistoceno teria sido favorecido pela recorrente aridez neotropical consequente das flutuações climáticas do Quaternário (FERNANDES, 2000). Alguns grupos foram favorecidos pela menor disponibilidade hídrica sazonal, uma das características de ambientes savânicos.

Registros paleontológicos, como fósseis de animais terrestres e registros palinomorfos tem confirmado a existência de extensas savanas neotropicais Durante o Quaternário (RANZI, 2000; VAN DER HAMMEN; HOOGHIMSTRA, 2000). Esses registros podem estar associados a variações climáticas definidas por períodos de maior ou menor disponibilidade hídrica (RIBEIRO; WALTER, 1998; BEHLING; HOOGHIMSTRA, 2000; CRUZ JÚNIOR et al., 2005). Alguns destes registros, como os encontrados em áreas atualmente ocupadas pela floresta amazônica e atlântica, indicaram o aumento das savanas durante condições climáticas extremas, em

momentos de acentuado declínio de chuvas (GOTTSBERGER; MORAWES, 1986; LEDRU, 2002). Com base nestes dados, o avanço das geleiras nas regiões temperadas do globo, em diferentes períodos, teria resultado no desenvolvimento de formações vegetais com características xerófilas, como as savanas, em regiões tropicais e sub tropicais (RAVEN; AXELROD, 1974; GOLDBLATT, 1978; LE HOUÉROU, 1997; SIFFEDINE et al., 2004).

As variações climáticas do Quaternário teriam proporcionado a contribuição de novas espécies para a heterogeneidade da caatinga e do cerrado, vegetações que surgiram em algum momento do Quaternário de acordo com Ab'Saber (2003) , ou, talvez antes , entre o Mioceno e o Pleistoceno (RAVEN; AXELROD, 1974)

Baseando-se na ocorrência de Cerrado em algumas áreas isoladas, em outros biomas como, a floresta Amazônica, Caatinga, floresta Atlântica e floresta de Pinheiro no sul do Brasil, vários autores propuseram que no passado a área contínua do bioma Cerrado no Brasil central possuía uma distribuição mais ampla decorrente de um clima mais seco que favorecia esta distribuição (HUECK, 1957; AB'SABER, 1963; 1971; RIZZINI, 1979; COLE, 1986; FILHO, 1993; PRANCE, 1996).

Duas evidências foram consideradas para a formulação da hipótese de uma distribuição pleistocênica para as áreas disjuntas dos cerrados, nos estudos de Gottsberg e Morawetz, (1986) e Prance (1996), sendo estas: A similaridade florística entre as áreas disjuntas dos cerrados com a flora da área contínua que ocorria no Brasil central e o baixo nível de endemismo de espécies nas áreas disjuntas da Amazônia e floresta Atlântica. A comprovação desta hipótese requer o registro de polens no Quaternário que indiquem a ocorrência da flora do cerrado nas áreas intermediárias entre a região contínua e regiões disjuntas que comportam Cerrados.

Estudos detectaram a ocorrência de polens de algumas espécies pertencentes ao cerrado em regiões atualmente ocupadas por florestas de pinheiro e floresta Atlântica no sudeste e sul do Brasil indicando que a vegetação do Cerrado no Brasil central se expandiu além de seu limite atual leste, sudeste e sul (LEDRU et al., 1996; 1998; BEHLING, 1998; BEHLING; HOOGHIMSTRA, 2001). De acordo com Hueck (1957) e Behling (1998) as regiões disjuntas de Cerrado atualmente isoladas na floresta Atlântica e floresta de Pinheiro, na região Sul e Sudeste, são remanescentes desta distribuição mais extensa no passado. As florestas úmidas teriam se expandido em direção ao Cerrado no Brasil central nos últimos 1.000 anos



A.P, o que indica um isolamento recente das regiões sudeste e sul do Brasil, segundo Behling e Hooghiemstra (2001).

Na região amazônica, a hipótese da distribuição do bioma Cerrado durante os períodos mais secos do final do Pleistoceno e Holoceno, que explicaria a ocorrência de regiões disjuntas de cerrado neste bioma, ainda é controversa, pois a presença de polens de Cerrado esteve presente na região em diversos períodos no final do Pleistoceno (65.000 A.P, 49.000 A.P., 41.000 A.P., 23.000 A.P., 13.000 A.P.) (BEHLING; HOOGHIEMSTRA, 2001; VAN DE HAMMEM; HOOGHIEMSTRA, 2000).

Outra teoria que busca explicar as áreas disjuntas de Cerrado é a pirogenia, que defende a influência do fogo na dinâmica das fitofisionomias do Cerrado. A primeira hipótese a respeito desta teoria foi proposta no início no século 19 no trabalho de P.W.Lund intitulado: “Anotações sobre a vegetação nos planaltos do interior do Brasil, especialmente fito-históricas” (LUND, 1835). O autor sugeriu que a fisionomia cerradão (Catanduva, como era chamado em São Paulo e Minas Gerais no século XIX) seria a vegetação florestal primária na região do bioma Cerrado do Planalto Central que ao sofrer ação do fogo teria se transformado em muitas áreas, nas fisionomias abertas de campos e de cerrado stricto sensu, conforme a Figura 10.

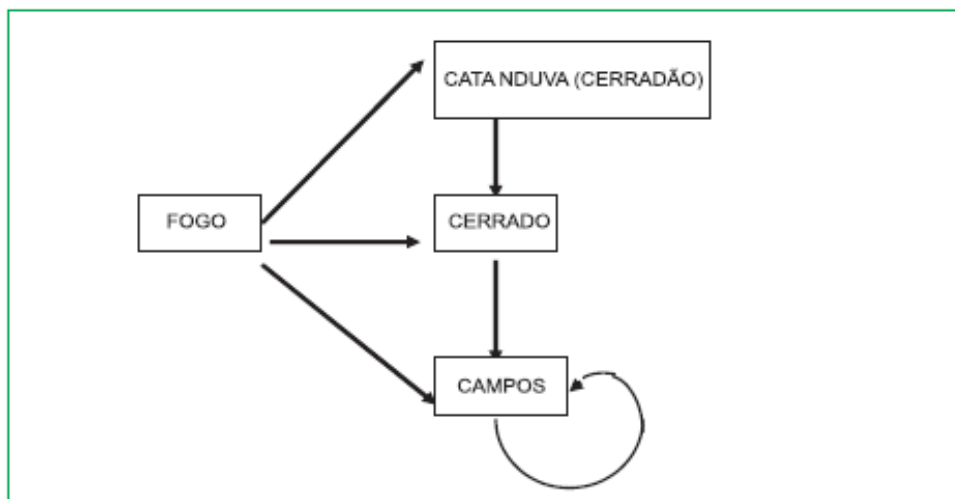


Figura 10. Representação da hipótese de Lund (1835) do efeito do fogo na evolução da vegetação no bioma dos cerrados. O fogo transforma o cerradão em cerrado, que pela continuidade do fogo é substituído pelo campo, que pode ser mantido pelo fogo periódico.

Observando os estados de Goiás e Minas Gerais independentemente Saint-Hilaire (1827; 1831) chegou às mesmas conclusões. Posteriormente Loefgren (1898; 1906; 1912), realizou novas observações, no estado de São Paulo, também

consistentes com a hipótese de Lund. Após estes estudos, pôde ser observada uma série de evidências de que o cerrado haveria se originado da ação do fogo no cerradão, como nos trabalhos de Ab'Saber e Junior (1951), Aubreville (1959), Schnell (1961), Eiten (1971) e Rizzini (1963, 1979).

Warming, em 1982, questionou a hipótese proposta por Lund afirmando que a transformação de cerradão em outras fisionomias de Cerrado seria improvável em grande extensão geográfica. Para o autor, a ocorrência de fisionomias abertas do cerrado estava ligada a disponibilidade de água, pois o cerrado seria uma vegetação adaptada à deficiência de água (xerofítica).

Para Schimper (1903) as fisionomias abertas do cerrado estavam atribuídas ao período seco e à precipitação menor que as das áreas de florestas. Esta hipótese foi descartada por meio de resultados obtidos nos estudos de Felix Rawitscher e colaboradores (FERRI, 1944; RACHID, 1947; RAWITSCHER et al., 1943; RAWITSCHER 1948; 1950, 1951), que apontaram três importantes resultados, sendo estes: a pequena a nenhuma adaptação fisiológica das espécies à seca, sistemas radiculares da maioria das plantas lenhosas profundos, tendo acesso às camadas de solo com água e a disponibilidade anual de água no solo que comporta a fisionomia de cerrado stricto sensu. Com base nestas evidências, Rawitscher et al. (1943, 1948) pôde afirmar que o conteúdo de água no solo comportaria formações florestais.

Rawitscher (1948) propõe, por meio de um estudo realizado em Emas, São Paulo, que o cerrado stricto sensu poderia ser uma vegetação secundária resultante da ação do fogo em uma fisionomia florestal primária, considerando portanto a capacidade do solo de comportar ambas as fisionomias (RAWITSCHER, 1950; 1951).

A proposta de Hallé et al., (1978) é que, após a ocorrência do fogo, haja possivelmente um aumento na taxa imigratória das espécies, aumentando o número de indivíduos e da área basal. Após esta primeira fase, ocorreria a homeostase, com equilíbrio nas taxas de imigração e extinção, recrutamento e mortalidade, respectivamente.

As altas taxas de imigração de espécies, recrutamento de indivíduos e incremento de biomassa podem ser evidências de que algumas áreas com fisionomia de cerrado e possivelmente, campo sujo, sejam comunidades fora de equilíbrio, representando uma fase inicial de crescimento sucessional, de acordo

com Henriques e Hay, (2002). Na ausência do fogo, a comunidade em fase inicial de crescimento atingirá o equilíbrio (homeostase) dependendo de outros fatores ecológicos como a disponibilidade de água e nutrientes no solo e distância da fonte de propágulos.

Pivello e Coutinho (1996) e Meirelles et al. (1997) propuseram modelos apontando a evolução sucessional das fisionomias abertas para fisionomias fechadas do cerrado, em função de diversos fatores ambientais. Nestes modelos, as formações abertas (campo limpo, campo sujo) são consideradas formas derivadas do cerradão e florestas estacionais, pela ação humana por meio, por exemplo, de fogo e pastoreio.

Dentre as teorias que tentam explicar a origem da instalação do bioma Cerrado, considerando tanto a possibilidade de intervenções antrópicas quanto naturais em seu processo de formação, as mais adotadas abordam a influência da condição climática (WARMING, 1918), do solo (ALVIN; ARAÚJO, 1953; ALVIN, 1954) e a pirogênese (RAWITSCHER, 1951; COUTINHO, 1990).

Para os autores que defendem a teoria da pirogênese, existe a ressalva de que, em algumas regiões, diferentes fitofisionomias desenvolvem-se sob um mesmo clima e que não seria possível atribuir apenas ao xerofitismo a origem das savanas neotropicais. Deste mesmo modo, para os autores que se baseiam nas condições climáticas, considerar apenas a pirogênese deixa aberta a lacuna de que, nesta teoria, o cerrado stricto sensu seria considerado um subproduto do cerradão, sem levar em conta que, em muitas regiões onde se desenvolve a fitofisionomia cerrado stricto sensu, não existem condições ambientais que comportem formação florestal (FERNANDES, 2000).

Algumas alterações climáticas que ocorreram na América do Sul em diferentes épocas geológicas, no Plioceno e Pleistoceno, ocasionaram alternâncias na ocupação da paisagem no final do Terciário e ao longo do Quaternário, favorecendo as formações savânicas ou florestais por meio da diminuição ou aumento, respectivamente, da umidade ambiental (GOTTSBERGER; MORAWETZ, 1986; RIBEIRO; WALTER, 1998; FURLEY, 1999; SCHEEL-YBERT et al., 2003).

As variações climáticas mais severas ocorreram entre 13.000 e 20.000 anos antes do presente (a.p.) (AB'SÁBER, 2003)

O registro palinológico do cerrado mais antigo, encontrado no Planalto central brasileiro, data de 32.000 anos antes do presente (a.p.) (LEDRU, 2002). É provável

que nesta época a vegetação do cerrado já teria desenvolvido adaptações ao fogo, tendo ocorrido, portanto, antes da ação humana (SCHEEL-Ybert et al., 2003). Alguns restos de carvão do quaternário tardio encontrados no Brasil atestam a ocorrência de incêndios naturais, possivelmente freqüentes, que poderiam ter influenciado a composição florística local, enquanto a disponibilidade hídrica teria afetado a fisionomia predominante (VIVO; CARMIGNOTTO, 2004)

Algumas outras hipóteses destacam a influência das variações locais nos nutrientes do solo (COUDUN et al., 2006; DUIVENVOORDEN, 1995; DUQUE et al., 2002; SALAVAARA et al. 2005; VORMISTO et al., 2000), gradientes de topografia (TUOMISTO et al., 1998; VORMISTO et al., 2004), variações microclimáticas, ou ainda, herança de climas relativamente mais áridos durante eventos glaciais pleistocênicos (LEDRU et al., 2006).

Estudos realizados em uma vasta área de savana no leste da Ilha do Marajó (PA) demonstraram a ligação da origem do bioma cerrado com processos geológicos (MIRANDA et al., 2008; ROSSETTI et al., 2005). Os autores associam o estabelecimento de savanas na região no Holoceno Médio à movimentação de terreno relacionado a fatores tectônicos, processo que resultou também no abandono de sistemas de drenagem na ilha, hoje preservados sob forma de paleocanais.

Com base nestes estudos, Hayakawa et al. (2009) averiguaram por meio da interpretação de dados de sensoriamento remoto que na porção sul do Estado do Amazonas existiam manchas de Cerrado em meio a floresta amazônica associadas a ambiente de paleocanais e paleolagos. Os paleocanais apontavam orientação principal contrária ao fluxo da drenagem moderna, sugerindo a influência tectônica.

#### **2.3.7.4. Características do Bioma Cerrado**

##### **2.3.7.4.1. Vegetação no Cerrado**

A vegetação inerente ao bioma apresenta características próprias, possuindo plantas lenhosas maiores com tronco e galhos retorcidos, contendo várias dobras que conferem o aspecto tortuoso da vegetação. Após cada dobra, um novo ramo, de ordem superior e eixo simpodial, desenvolve-se formando um ângulo aberto com

relação à direção anterior. Os troncos também podem ser inclinados ou mesmo paralelos ao chão antes de se voltarem para cima. Possuem casca grossa, de textura cortiçosa e com arestas que ocorrem em função das aberturas de frestas verticais causadas pelo aumento do diâmetro do cilindro lenhoso envolto pela casca. Em algumas espécies, até dois terços do diâmetro total do tronco e galhos podem ser constituídos de casca.

De maneira geral as plantas do cerrado possuem folhas e folíolos grandes se comparados as de florestas, porém, em algumas leguminosas os folíolos são pequenos embora as folhas sejam grandes. Estas se distinguem também por serem duras e quebradiças, podendo ter textura lisa e cerosa, áspera ou pilosa, quando as folhas de árvores de florestas mesofítica tanto de galeria quanto de interflúvio, são um pouco mais grossas e flexíveis.

Apresentam também uma coloração mais clara ou mais cinzenta que as de floresta mesofítica, especialmente durante a estação seca. Esta característica se deve a estrutura do tecido e a cutícula grossa das folhas e é um aspecto distintivo bastante importante na análise de fotografias aéreas.

Diversos fatores influenciam na distribuição das diferentes fitofisionomias de Cerrado. Um destes fatores é a característica do solo onde se instala o bioma.

#### **2.3.7.4.2. Solos no Cerrado**

De acordo com Coutinho (2002), os solos do Cerrado originam-se de camadas grossas de sedimentos que datam do Terciário, sendo profundos, porosos, permeáveis, bem drenados e bastante lixiviados. Com relação a textura apresentam, de modo geral, em maior proporção areia, seguido de argila e por ultimo silte, sendo predominantemente arenosos, areno-argilosos ou argilo-arenosos. Apresentam baixo teor de matéria orgânica (entre 3% e 5%).

Por apresentar uma vegetação de interflúvio, o Cerrado desenvolve-se, em sua maior porcentagem (56%) sobre Latossolos vermelhos ou amarelos, com muito, médio ou baixo teor de argila. Também se desenvolvem sobre Areias quartzosas (20%), Lateritas hidromórficas (10%), Litossolos (9%) e, em menor proporção, sobre podzólicos (Lopes, 1983). De acordo com o autor, a textura destes solos varia bastante na camada superficial, não apresentam mudanças na coloração quando mudam a textura e apresentam baixos teores de silte. Com relação à retenção de

água, esta ocorre diretamente proporcional a porcentagem de argila no solo. Para Coutinho, sua capacidade de retenção é relativamente baixa. Segundo Eiten (1972), mesmo havendo uma alta proporção de argila, este solo ácido é bem drenado, o que ocorre em função da agregação da argila em grãos do tamanho de areia, com exceção de regiões muito secas, onde solos argilosos são circunetros ou alcalinos, o que faz com que a argila fique desfloculada, enchendo os poros, tornando o solo impermeável.

São solos bastante ácidos, com PH variando de 4 a 5, característica que pode ser atribuída aos altos teores de  $Al^{3+}$  e que lhes confere a aluminotoxicidade, também suprida pelos íons Fe e Mn. Trata-se de domínio sexquioxídico em meios ácidos em que os elementos supracitados apresentam maior atividade química e portanto tornam-se tóxicos a algumas plantas. A este fator também está atribuído a tortuosidade das plantas.

Os solos sob o cerrado podem ser oriundos de arenitos, ardósia, folhelho, quartzo, granito, xisto, micaxisto e algumas formas de gnaiss ou matéria de solo depositado. Dependendo do tempo de formação e se localizados em interflúvios, onde o processo de lixiviação é intenso, o que ocasiona diminuição de nutrientes, rochas básicas como o basalto, gnaiss de minerais escuros, calcário e etc, que originam solos onde geralmente se desenvolvem florestas mesofíticas, também podem sustentar Cerrado. Quando localizados em alto estrutural e alto topográfico, os solos que comportam Cerrado geralmente possuem alta contribuição de materiais originários da alteração de basaltos como, por exemplo, na cidade de Guaíra, Ribeirão Preto, Batatais e Franca, ambas no estado de São Paulo, que são originários da ação Paleovalúvio-colúvionar do Pleistoceno-Holoceno a Holoceno subatual. Este fato demonstra a relação entre as características do relevo e do solo e poderia explicar a coexistência não só de diferentes tipos de fitofisionomias de Cerrado, mas de diferentes biomas, numa mesma região.

O Cerrado ocupa regiões onde o relevo é quase sempre plano ou levemente ondulado, representados por imensos planaltos ou chapadões. Quase metade de sua área situa-se em altitudes que ficam entre 300 e 600m acima do nível mar, apenas 5,5% vai além de 900m. Em contraste com as matas galeria, veredas e varjões, que ocupam os fundos úmidos de vale, o Cerrado situa-se nos interflúvios. (COUTINHO, 2002).

#### **2.3.7.4.3. Clima no Cerrado**

Segundo Azevedo e Caser (1980), o clima predominante na área ocupada pelo bioma Cerrado é o clima AW, quente e úmido, com longa estação seca, temperatura média anual de 20°-26°C, embora na parte sul do Estado de São Paulo possa chegar à uma média de 18° (EITEN, 1972). Quanto à pluviosidade, a região ocupada pelo Cerrado no Brasil varia de 750-800 mm, na parte mais seca, até 2000 mm, no oeste. Uma vez que o Cerrado abrange as regiões Centro-Oeste, Norte, Nordeste e Sudeste (EMBRAPA, 1978), os autores subdividem a área em cinco sub-regiões: Sub-região com influência amazônica, que é quente e úmida, localizada ao Norte de Goiás e Mato Grosso e Oeste do Maranhão, Sub-região com influência do trópico semi-árido, quente e seca, no Leste de Goiás, Norte de Minas, Bahia e Piauí, Sub-região de cerrado em clímax, composta pela área nuclear da região, Sub-região com influência austral continental, fria e seca (Mato Grosso do Sul, sul de Goiás e norte de São Paulo e Sub-região com influência austral atlântica, mais fria e úmida (sul e sudoeste de Minas Gerais).

De acordo com Coutinho (2002), O Cerrado apresenta de maneira geral uma atmosfera calma com ausência de ventos constantes e fortes, com exceção do mês de agosto quando ocorrem algumas ventanias com radiação solar é bastante intensa.

Em termos de área, é o segundo maior bioma do Brasil abrangendo cerca de 2, 3 milhões de Km<sup>2</sup>, 23% de seu território (RIBEIRO; WALTER, 1998).

A vegetação original da região de Franca, localizada no Nordeste de São Paulo é constituída por Mata Atlântica e Cerrado (ABAG-RP, 2006). O desmatamento conseqüente do crescimento da população levou a grande diminuição desta vegetação que hoje ocupa 1267,2 ha no município (LIMA, 2009).

#### **2.3.7.5. Estudo do Cerrado no Brasil**

Diferentes teorias tentaram explicar a origem do bioma cerrado, considerando tanto a possibilidade de intervenções antrópicas quanto naturais em seu processo de formação. As teorias mais adotadas consideram para a explicação desta origem, a influência da condição climática (WARMING, 1918), do solo (ALVIN; ARAÚJO, 1953; ALVIN, 1954) e a pirogênese, que explica a formação de diferentes

fitofisionomias por meio do ciclo de queimadas que ocorrem no cerrado (RAWITSCHER, 1951; COUTINHO, 1990).

Para os autores que defendem a teoria da pirogênese, existe a ressalva de que, em algumas regiões, diferentes fitofisionomias desenvolvem-se sob um mesmo clima e que não seria possível atribuir apenas ao xerofitismo a origem das savanas neotropicais. Deste mesmo modo, para os autores que se baseiam nas condições climáticas, considerar apenas a pirogênese deixa aberta a lacuna de que, nesta teoria, o cerrado stricto sensu seria considerado um subproduto do cerradão, sem levar em conta que, em muitas regiões onde se desenvolve a fitofisionomia cerrado stricto sensu, não existem condições ambientais que comportem formação florestal (FERNANDES, 2000 apud PINHEIRO, 2006).

Algumas alterações climáticas que ocorreram na América do Sul em diferentes épocas geológicas, no Plioceno e Pleistoceno, ocasionaram alternâncias na ocupação da paisagem no final do Terciário e ao longo do Quaternário, favorecendo as formações savânicas ou florestais por meio da diminuição ou aumento, respectivamente, da umidade ambiental (GOTTSBERGER; MORAWETZ, 1986; RIBEIRO; WALTER, 1998; FURLEY, 1999; SCHEEL-YBERT et al., 2003).

As variações climáticas mais severas ocorreram entre 13.000 e 20.000 anos antes do presente (a.p.) (AB'SÁBER, 2003)

O registro palinológico do cerrado mais antigo, encontrado no Planalto central brasileiro, data de 32.000 anos antes do presente (a.p.) (LEDRU, 2002). É provável que nesta época a vegetação do cerrado já teria desenvolvido adaptações ao fogo, tendo ocorrido, portanto, antes da ação humana (SCHEEL-Ybert et al., 2003). Alguns restos de carvão do quaternário tardio encontrados no Brasil atestam a ocorrência de incêndios naturais, possivelmente freqüentes, que poderiam ter influenciado a composição florística local, enquanto a disponibilidade hídrica teria afetado a fisionomia predominante (VIVO; CARMIGNOTTO, 2004)

#### **2.3.7.6. Estudo do Cerrado no Estado de São Paulo**

As pressões antrópicas sobre o Cerrado no estado de São Paulo têm início no período colonial brasileiro. Essas pressões foram intensificadas com o início da cultura cafeeira, em 1836, que mais tarde foram dividindo espaço com atividades como a pecuária e reflorestamento de *Pinus* e *Eucalyptus*, e mais recentemente, por



pomares de *Citrus* e cana-de-açúcar, dentre outras atividades agrícolas que contribuíram para a fragmentação do Cerrado (DEAN, 2004; DURIGAN et al., 2003a; MENDONÇA, 2004).

Em São Paulo, o Cerrado recobria originalmente cerca de 14% do estado, ocorrendo principalmente na região centro-norte. De acordo com Serra Filho et al. (1974), já no início da década de 70, as formações cerradão, cerrado e campo cerrado abrangiam, respectivamente, 0,42%, 3,16% e 0,60%, ou seja, 4,18% da área de todo o estado de São Paulo. Segundo levantamentos realizados por Kronka et al. (2005) no ano de 2001 haviam apenas 0,74% da área do estado remanescentes de cerrado. A proteção legal dos remanescentes de cerrado no estado inclui as unidades de conservação onde estão inseridos apenas 0,5% da área original coberta pelo bioma.

O bioma Cerrado, no estado, apresenta dois grandes padrões fitogeográficos: um a oeste que corresponde ao cerradão e ecótono entre cerrado e floresta, e outro a leste, representado por fisionomias abertas de cerrado (DURIGAN et al., 2003b). As fisionomias possuem padrões florísticos distintos que variam de acordo com a associação entre composição florística e condições edáficas (RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER, 1997). Para Durigan et al., (2003b) o clima também pode contribuir para diferenças florísticas sutis como, por exemplo, a diferença entre os cerradões do norte e sul do estado.

É possível identificar remanescentes de distintas fisionomias de Cerrado em São Paulo, apesar do altamente fragmentado de acordo com Durigan; Franco e Siqueira (2004). Segundo Durigan et al. (2003<sup>a</sup>), existem fragmentos consideravelmente extensos, em bom estado de conservação, sobretudo na região oeste de São Paulo.

De acordo com Leitão Filho (1992), embora São Paulo esteja localizado em uma área marginal à distribuição dos cerrados, abriga uma considerável diversidade de espécies arbóreas, correspondentes a cerca de 34% do total listado para todo o bioma, o que destaca a importância da preservação e conservação de áreas residuais dos cerrados paulistas.

### 2.3.7.7. Estudo do Cerrado no Município de Franca

Grande parte do Estado de São Paulo está inserida dentro do limite fitogeográfico dos cerrados e sua transição com outros domínios. No município de Franca, foi realizado um levantamento florístico e faunístico de uma área degradada pelo empréstimo de solo ao aterro sanitário municipal de Franca. A área de estudo caracteriza-se fitoecologicamente como Savana (Cerrado), onde o contato com a Floresta Estacional Semidecidual, demonstra uma área de tensão ecológica.

O Cerrado domina a maior área do município, ocupando as partes elevadas do relevo com solos mais pobres. As áreas de Mata Atlântica se restringem às encostas, partes de relevo mais baixo e matas ciliares.

Na área de estudo, as formações vegetais se integram formando um mosaico ambiental, tanto do ponto de vista florístico quanto paisagístico. Nas zonas de contato entre as diferentes fitofisionomias foi possível identificar espécies endêmicas de ambientes de cerrado, de floresta estacional e mesmo de floresta ombrófila, coabitando. Alguns fragmentos de mata abrigavam espécies arbóreas que caracterizam a vegetação savânica, tais como *Tabebuia ochracea* e *Caryocar brasiliense* e, por outro lado, áreas que apresentaram predominantemente fisionomia de cerrado, também comportavam espécies pioneiras da mata semidecidual e da floresta ombrófila (exemplo: *Tapirira guianensis* e *Trema micrantha*).

No município é possível notar a escassez de remanescentes de vegetação original, que normalmente se restringiam a fragmentos de cerrados localizados dentro de propriedades particulares e também a fragmentos de matas ciliares. Os autores atribuíram a preservação dos mesmos às medidas legais incidentes, que viabilizaram a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APP) e sua vegetação nativa, além das características impeditivas do solo aos processos de ocupação humana, para prática agrícola, principalmente nas zonas de encaves latossólicos (latossolo vermelho-amarelo fase arenosa).

Foram levantadas 23 famílias, 27 gêneros e 28 espécies, em universo de 119 indivíduos das parcelas (Tabela 4).

Dentre as espécies vegetais identificadas no levantamento, constatou-se a presença da *Caryocar brasiliense* (Pequi), que está incluída na relação das espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo, conforme Portaria nº 37-N, de 3 de abril de 1992 - IBAMA.

Tabela 4. Espécies encontradas pelo levantamento realizado pela prefeitura do Município de Franca - SP.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR
ANNONACEAE	<i>Xylopia aromatica</i>	Pimenta de Macaco
ANNONACEAE	<i>Annona crassifolia</i>	Araticum
ARALIACEAE	<i>Didymopanax morototonii</i>	Mandioquinha
ARECACEAE	<i>Attalea geraensis</i>	Indaiá-do-Campo
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia ochraceae</i>	Ipê-do-Cerrado
CARYOCARACEAE	<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi
CLUSIACEAE	<i>Kielmeyera coriacea</i>	Pau Santo
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum suberosum</i>	Mercúrio-do-Campo
DILLINIACEAE	<i>Curatella americana</i>	Lixa sp
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum suberosum</i>	Mercúrio
FABACEAE	<i>Dimorphandra mollis</i>	Barbatimão
<b>LEGUMINOSAE</b>		
CAESALPINOIDEAE	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Árvore de Óleo
<b>LEGUMINOSAE</b>		
MIMOSAIDEAE	<i>Dimorphandra mollis</i>	Faveiro
<b>LEGUMINOSAE</b>		
PAPILIONOIDEAE	<i>Machaerium opacum</i>	Jacarandá do Cerrado
LOGANIÁCEAE	<i>Strychnos pseudo-quina</i>	Quina do Cerrado
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima sp.</i>	Murici do Cerrado
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia rubiginosa</i>	Orelha de Cachorro
MORACEAE	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Mamica-de-Cadela
MYRSINACEAE	<i>Rapanea ferrufinea</i>	Pororoca do Cerrado
MYRTACEAE	<i>Campomanesia pubescens</i>	Gabiroba
MYRTACEAE	<i>Pseuduina bergiana</i>	Araça
ONYCHIUROIDEA	<i>Acosmium subelegans</i>	Chapadinha
PROTEACEAE	<i>Roupala montana</i>	Carne -de-Vaca
SOLANACEAE	<i>Solanum lycocarpum</i>	Fruto-do-Lobo
VOCHYSIACEAE	<i>Qualea grandiflora</i>	Pau-Terra
VOCHYSIACEAE	<i>Qualea multiflora</i>	Pau-terra F. Miúda
VOCHYSIACEAE	<i>Salvertia canvallariodora</i>	Doradinha
VOCHYSIACEAE	<i>Vochisias tucanorum</i>	Voquisias

### **3. MATERIAIS E MÉTODO**

#### **3.1. Pesquisa preliminar**

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 Jeriquara (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. A finalidade do uso destes materiais foi o de ter uma base teórica dos aspectos do meio físico do município de Franca.

### 3.2. Visita de Campo

O trabalho de campo é o complemento de toda a pesquisa bibliográfica, cartográfica e fotointerpretativa.

Foram selecionados, aleatoriamente, cinco pontos de alto estrutural e cinco pontos de baixo estrutural, com o fim de observar e comparar os tipos de vegetação desenvolvida nos dois tipos de estrutura.

Destes dez pontos foram coletadas amostras de solo superficial (horizonte O) (Figura 11) que posteriormente foram analisadas conforme textura, consistência e cor, de acordo com a tabela Munsell (1994). Foi verificado também sua capacidade de floculação colocando-se 2,4 gramas de cada amostra em um frasco contendo 50ml de água, agitando-o e aguardando aproximadamente 30 segundos.

As áreas visitadas foram georreferenciadas com o auxílio do GPS (Global Positioning System) GPSMAP 76CSx with sensors & maps.



Figura 11. Coleta de solo (horizonte O), município de Franca – SP.

### **3.3. Interpretação de Imagens**

A interpretação de imagem foi feita com base na análise de elementos de relevo e drenagem, a partir das características espectrais e radiométricas traduzidas pelo arranjo dos elementos tonais na forma de diferentes texturas, para auxiliar a interpretação realizada em campo, permitindo uma visualização mais generalizada dos pontos de coleta na paisagem em que se inserem.

### **3.4. Integração de Dados**

Com auxílio do software ArcGis 10, foi realizada uma sobreposição do mapa de vegetação aos mapas de unidades fisiográficas, pedologia, geologia e morfometria do município de Franca. Os dados obtidos por meio desta sobreposição permitiram correlacionar as características da paisagem e a instalação da vegetação do município nos pontos de amostragem. Foi confeccionado um mapa com a localização dos 10 pontos de amostragem. Juntamente com o mapa foi organizada uma tabela explicativa, contendo as informações fornecidas pelos mapas utilizados nesta sobreposição e o potencial de fertilidade da combinação entre fisiografia e morfometria, retirado do trabalho de Mattos et al. (1993).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das amostras de solo apresentaram os seguintes resultados:

##### **Ponto 1:**

GPS: 23K2709796/7727976

Observações de campo: Houve desmatamento. A vegetação apresenta um porte de grande a médio (Figura 12). Parece ser a vegetação remanescente de mata ciliar do antigo canal fluvial com algumas espécies mais recentes, de menor porte, que não se desenvolveram tanto quanto as outras, provavelmente por não encontrarem uma disponibilidade de nutriente tão elevada quanto antes. A região é atualmente uma área de interflúvio que conta com uma quantidade significativa de matéria orgânica depositada pelo antigo canal, porém sua posição topográfica atual lhe confere uma baixa fertilidade. Presença da espécie *Tibouchina granulosa*, popularmente conhecida como quaresmeira que é uma indicadora de nascentes, a coloração escurecida do cupinzeiro, característica de solos ricos em matéria orgânica (Figura 13), e a presença de cascalheira, característica de um paleoleito, são evidências de que por este ponto passava um canal fluvial (Figura 14).

Floculação: Flocula rapidamente.

Cor: 5YR 5/6 Vermelho amarelado.

Textura/lupa: Barro argilo cascalhento concrecionário laterítico. Apresenta grãos bastante heterogêneos. As características dos grãos apontam para prováveis três migrações sofridas pelo rio que passava pela região. Foi possível notar a presença de grãos mais finos e transparentes, grãos médios e avermelhados, grãos grandes, bipiramidais com cutículas de ferriargilans, alguns grãos metálicos pretos angulares e subangulares e restos de laterita subangulares à subarredondadas.

Consistência: Bastante pegajoso e ligeiramente plástico.



Figura 12. Vegetação do Ponto 1, Franca – SP.





Figura 13. Cupinzeiro de coloração escurecida no Ponto 1, Franca – SP.



Figura 14. Cascalheira no Ponto 1, Franca – SP.

**Ponto 2:**

GPS: 23K 0261196/7731440

Observações em campo: Assim como no Ponto 1, nota-se a presença de vegetação de porte médio e grande, porém apresentam um espaçamento maior entre uma árvore e outra (Figura 15). Basalto em decomposição na rocha aparente, mostrando que o solo não é muito profundo e que tem um elevado potencial erosivo. Presença da espécie *Acrocomia aculeata*, popularmente conhecida como palmeira macaúba, indicadora de solos férteis mostra que existe fertilidade no solo, provavelmente proveniente do acúmulo de matéria orgânica atribuído ao antigo canal fluvial.

Floculação: Argila rica em alofana, sílica amorfa. Não floclula, pois é uma argila solúvel em água.

Cor: 5YR 3.5/4 pardo avermelhado.

Textura/lupa: Foram observados alguns nódulos metálicos de forma angulosa, provavelmente da rocha básica e alguns fragmentos de rocha alcalina contendo apenas alguns quartzos em vacúolos mal formados.

Consistência: Plástico e pegajoso.



Figura 15. Vegetação do Ponto 2, Franca – SP.

**Ponto 3:**

GPS: 23k 0257965/ 7735668

Observações de campo: Vegetação densa (Figura 16).

Floculação: Capacidade de troca catiônica alta, pois a pouca argila que possui é dispersa em água (defloculada), interestratificada (esmectita).

Cor: 5YR 5/3 – Pardo avermelhado

Textura/ lupa: Nota-se a presença de aproximadamente 2% de matéria orgânica. As associadas a alguns grãos de quartzo são provavelmente provenientes de antigos lagos, as mais pesadas possuem uma contribuição de basalto muito alta. É possível notar também alguns blocos subarredondados médios a grossos formando-se naturalmente, moderadamente desenvolvidos, característica dos cambissolos, presença de húmus e raízes ligadas à matéria orgânica, grãos finos subarredondados hialinos, alguns grãos grossos manchados com ferriargilans (ferro+argila), feldzpatos alterados caulinizados, concreções pretas metálicas de diferentes tamanhos subarredondados, concreções de laterita mais antigas e modernas, magnetitas angulares grandes, subarredondadas médias e arredondadas pequenas, apontando 3 níveis de erosão. O solo apresenta pouca argila, aproximadamente 10%.

Consistência: Ligeiramente plástico e bastante pegajoso.



Figura 16. Vegetação do Ponto 3, Franca – SP.

**Ponto 4:**

GPS: 23k 0256056/7734311

Observações de campo: Vegetação de porte médio a grande (Figura 17). A Figura 18 mostra um movimento de arraste no solo ocasionando a queda das árvores. O peso da vegetação faz com que ela caia onde há escorregamento de solo.

Floculação: A quantidade de argila dispersa é muito alta, argila defloculada.

Cor: 2.5 YR  $\frac{3}{4}$  pardo avermelhado escuro

Textura/ lupa: Barro argilo cascalhento concrecionário: mais de 60% argila e 20% silte o resto é cascalho. Presença de magnetita, rocha alcalina alterada de coloração 5Y 7/3.5: amarelo pálido.

Alteração: Cor esverdeada beidenita ou nontronita, aponta para a presença de ferro e piroxênicos em alteração, ocasionando ferriargilans entre os grãos. Presença de grãos de quartzo leitoso formado em materiais alcalinos e vacúolos onde se formam sílica morfa ou quartzos mal estruturados.

Consistência: Plástico e muito pegajoso



Figura 17. Vegetação do Ponto 4, Franca – SP.



Figura 18. Queda de árvores ocasionada pelo arraste do solo no Ponto 5, Franca – SP.

#### **Ponto 5:**

GPS: 23k 0236872/7729169

Observações de campo: A vegetação é composta por vegetação de porte pequeno a médio, com grande espaçamento entre si e gramíneas, formando um campo sujo de cerrado (Figura 19).

Floculação: A amostra apresentou após os 30 segundos de decantação, 15% da argila dispersa em água, mostrando ser pouco solúvel em água, pois floclula rapidamente. Sua argila é caulínítica, pois possui predominantemente o argilomineral caulinita, formado pelo empilhamento regular de camadas tetraédricas ( $\text{SiO}_4$ ) e octaédricas ( $\text{Al}(\text{OH})_6$ ), ligadas entre si em uma única camada, através do oxigênio em comum. Tais camadas são empilhadas regularmente e ligadas por pontes de hidrogênio, que são ligações bastante fortes.

Cor: Vermelho amarelado 5YR 4/6

Textura/Lupa: Grãos grossos: Arredondados, ventifactos: Feição característica da formação Botucatu.

Grãos finos e transparentes: Feldzpatos caulinizados (alta contribuição do Botucatu), apresentam forma subangulares associada a formação Pirambóia (flúvio eólico)

A coloração pardo avermelhado/amarelado do material indica que este solo passou pelo processo de oxidoredução, a goetização, que é um processo de latossolização mais recente.

Grãos transparentes menores: Latossolo pertencente ao terciário inferior, erodido, associado ao Pirambóia (latossolizado crescente).

Grãos pretos e pequenos, arredondados a subarredondados angulosos: Magnetita presente em basalto. Apresentam latossolização de clima tropical mais extenso e laterita retrabalhada antiga.

Os grãos são uma mistura de elementos cristalinos, vulcânicos e apresentam também alguns fragmentos de carvão.

Consistência: Material bastante plástico e pegajoso



Figura 19. Vegetação do Ponto 5, Franca – SP.

**Ponto 6:**

GPS: 23K 2555453/7731132

Observações de campo: Vegetação de porte grande (Figura 20).

Floculação: 60% de argila dispersa em água

Cor: 2.5 YR 4/6 – Vermelho

Textura/lupa: Barro argilo arenoso cascalhento e concrecionário. Trata-se de um solo laterítico concrecionário cascalhento com quartzos envolvidos por cutículas de ferriargilans, materiais mais leves com bastante feldzpatos caulinizados e alguns grãos grandes e angulosos.

Consistência: Ligeiramente plástico e pegajoso



Figura 20. Vegetação do Ponto 6, Franca – SP.

**Ponto 7:**

GPS: 23k 0253317/7726244

Observações de campo: Vegetação de porte grande.

Floculação: Floculação moderada, apresentando 5% da argila dispersa em água em

30 segundos de decantação.

Cor: 5YR  $\frac{3}{4}$  pardo avermelhado escuro

Textura/lupa: Presença de matéria orgânica queimada, alguns grãos de quartzo avermelhados (a maioria claro), magnetitas subangulares a angulares e algumas arredondadas médias subangulares, indicando 3 ciclos de erosão.

Consistência: Moderadamente plástico e pegajoso.



Figura 21. Vegetação do Ponto 7, Franca – SP.

### **Ponto 8:**

GPS: 23k 0264068/ 7729942

Observações em campo: Plantas retilíneas e robustas evidenciando um alto índice de fertilidade no solo.

Floculação: Totalmente floculada, o que significa que sua capacidade de troca catiônica é elevada. Argilas interestratificadas – bastante minerais pesados. Há uma porcentagem de 25% a 30% de argilominerais que floculam 25 a 30%.

Cor: 7.5 YR 4/2- Pardo a pardo escuro



Textura/ lupa: Barro argilo arenoso grosso. Possui várias camadas de argila. Molhado, o solo apresenta coloração entre 10 YR 3/6 pardo amarelado escuro e 2.5y 4/4 pardo esverdeado escuro. Apresenta grãos de magnetita arredondados, pequenos subangulares e grandes. Um ou dois por cento de quartzos ferruginados com cutículas de matéria orgânica e cutículas de ferriargilans. Lateritas e quartzos angulares grandes, piramidais e deformados, acúmulo de sílica.

Consistência: Plástico e pegajoso.



Figura 22. Vegetação do Ponto 8, Franca – SP.

### **Ponto 9:**

GPS: 23k 0245357/7730240

Observações de campo: Apresenta vegetação de porte médio a grande (Figura 23). Nota-se a presença de *Stryphnodendron obovatum*, popularmente conhecida como barbatimão, espécie do cerrado, desenvolve-se normalmente em solos arenosos.

Floculação: Apresentou 10% de argila dispersa em água em 30 segundos de decantação.

Cor: 5YR 3/4 Pardo avermelhado escuro

Textura/lupa: Barro argilo arenoso médio. Textura média, presença de matéria orgânica em decomposição, bastantes raízes. Latossolo, presença de quartzos arredondados grandes hematizados, quartzos subangulares hialinos (pequenos a médios) magnetitas de diferentes tamanhos e formas.

Consistência: Plástico e pegajoso



Figura 23. . Vegetação do Ponto 9, Franca – SP.

#### **Ponto 10:**

GPS: 23k 0250566/7712703

Observações de campo: O ponto apresenta uma vegetação de grande porte (Figura 24).

Floculação: Flocula rapidamente

Cor: 2.5 YR 2.7/4 Vermelho muito ferrugem

Textura/lupa: Barro argilo arenoso médio. Nota-se a presença de muitas magnetitas bastante arredondadas subangulares, quartzos com ferriargilans pequenos e médios e pouco grossos, quartzos recobertos por matéria orgânica. Maior contribuição de

basalto e rochas alcalinas. Presença de quartzos fitólitos que evidenciam a presença de gramíneas que formam fitólitos, pois acumulam sílica no caule.

Consistência: Plástico e pegajoso.



Figura 24. Vegetação do Ponto 10, Franca – SP.

Os pontos de alto estrutural e alto topográfico, combinação indicativa de um solo com baixa fertilidade de acordo com Mattos et al. (1993), apresentam, apesar desta condição, algumas características que lhe conferem fertilidade necessária para comportar uma formação florestal.

No Ponto 1 essa fertilidade pode ser atribuída ao teor significativo de matéria orgânica associada ao antigo leito, uma vez que o ponto se trata de um paleocanal, evidenciado pela presença de cascalheira (Figura 14) . O cupinzeiro da Figura 13, de coloração escurecida mostra que o solo no horizonte mais profundo é rico em matéria orgânica.

O Ponto 2 está localizado sobre Argissolo pseudoglei, que indica que, em certos momentos apresenta saturação por água, mostrando que o ponto provavelmente se trata de uma planície de inundação.

Na região do Ponto 4, antiga planície de inundação é possível deduzir pela orientação do movimento de massa mostrado na Figura 18, que este solo recebe menor incidência solar, o que confere um menor índice de evaporação que aumenta a umidade e diminui a lixiviação, permitindo a neoformação de coloides. Essa característica confere ao solo uma boa fertilidade, que permite a instalação de plantas de grande porte, porém, uma maior suscetibilidade a erosão natural, por causa dos coloides úmidos. O peso da vegetação faz com que ela caia onde há escorregamento de solo.

O Ponto 6 está inserido na unidade litológica Serra Geral, constituída por diabásios e basaltos que desenvolvem solos de boa qualidade, como o Argissolo vermelho eutroférico, bastante fértil, sobre o qual se desenvolveu a vegetação de grande porte.

Os Pontos de baixo estrutural e baixo topográfico apresentam uma fertilidade atual e potencial muito alta. Os pontos 3 e 10 estão localizados sobre Cambissolo Háplico e Argissolo. O Cambissolo Háplico pode ser tendencioso a desenvolver a fisionomia de cerrado savana, por permitir a instalação tanto de vegetação de porte médio quanto pastagem, pois seu desenvolvimento é relativamente reduzido. Dependendo da dinâmica desenvolvida pela paisagem, este solo poderá tornar-se mais ou menos apto a oferecer suporte a uma vegetação mais densa.

O Ponto 5, alto estrutural e baixo topográfico, apresenta uma fertilidade atual e potencial de média a baixa, o que se reflete na característica da vegetação constituída principalmente de gramíneas e algumas espécies arbóreas de médio porte (Figura 19). Além de não possuir uma fertilidade alta, esta combinação entre estrutura e topografia pode não oferecer suporte para raízes muito profundas, o que fará com que esta planta disponha suas raízes de forma superficial apresentando um aspecto mais tortuoso dos galhos e tronco. Apesar destas características, o ponto se desenvolve sobre um Cambissolo Flúvico. O Cambissolo possui estruturas que adéquam e facilitam a capacidade de troca catiônica e água, que permitem o desenvolvimento tanto de raízes de plantas de menor porte quanto de maior porte, dependendo da saturação de cátions e da quantidade de componentes orgânicos associados a este.

Os pontos de alto topográfico e baixo estrutural apresentam fertilidade de média a alta. Os pontos 7 e 8 são Argissolos, e o ponto 9 é um Cambissolo, ambos são solos férteis por serem ricos em matéria orgânica e permitem o desenvolvimento

de plantas robustas e retilíneas por oferecerem mais espaço para a instalação de raízes mais profundas.

O cruzamento dos mapas apontou como resultado as unidades observadas na Figura 25, descritas na Tabela 5 para os 10 pontos de amostragem.

Figura 25. Localização dos pontos de amostragem, Franca – SP.

Tabela 5. Caracterização dos pontos de amostragem.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Vegetação</b>	Cerrado	Mata ciliar	Cerrado	Várzea	Várzea	Floresta estacional em contato com cerrado	Floresta estacional em contato com cerrado	Floresta estacional em contato com cerrado	Mata ciliar	Várzea
<b>Pedologia</b>	Cambissolo háplico distrófico concrecionário regolítico gravitacional	Argissolo vermelho escuro pseudoglei regolítico concrecionário gravitacional distroférrico	Cambissolo háplico distrófico concrecionário regolítico gravitacional	Neossolo regolítico gravitacional distroférrico	Cambissolo háplico fluvico eutrófico concrecionário	Argissolo vermelho eutrófico regolítico gravitacional	Argissolo vermelho eutrófico regolítico gravitacional	Argissolo vermelho escuro pseudoglei regolítico concrecionário gravitacional distroférrico	Cambissolo distrófico regolítico gravitacional	Argissolo vermelho distrófico regolítico cascalheiro gravitacional
<b>Geologia</b>	Formação Itaqueri (siltito, arenito grosso conglomerático, arenito fino)	Formação Itaqueri (siltito, arenito grosso) e siltito conglomerático/ Formação Marília	Formação Itaqueri (siltito, arenito grosso e siltito conglomerático) / Formação Marília	Formação Itaqueri (siltito, arenito grosso e siltito conglomerático) / Formação Marília	Formação Serra Geral (basalto)	Formação Serra Geral (basalto) / Formação Botucatu (arenito silicificado) e Formação Pirambóia (arenito)	Formação Serra Geral (basalto), Formação Botucatu (arenito silicificado), Formação Pirambóia (arenito)	Formação Serra Geral (basalto) / Formação Botucatu (arenito silicificado) e Formação Pirambóia (arenito)	Formação Itaqueri (siltito e siltito conglomerático) / Formação Marília (arenito)	Formação Serra Geral (basalto) e diabásio)
<b>Morfometria</b>	Alto estrutural	Alto estrutural	Baixo estrutural	Alto estrutural	Alto estrutural	Alto estrutural	Baixo estrutural	Baixo estrutural	Baixo estrutural	Baixo estrutural
<b>Fertilidade</b>	Fertilidade atual e potencial muito baixa	Fertilidade atual e potencial muito baixa	Fertilidade atual e potencial muito alta	Fertilidade atual e potencial muito baixa	Fertilidade atual e potencial baixa/média	Fertilidade atual e potencial muito baixa	Fertilidade atual e potencial média alta	Fertilidade atual e potencial média alta	Fertilidade atual e potencial média alta	Fertilidade atual e potencial muito alta
<b>Fisiografia</b>	Planalto muito alto muito fortemente dissecado	Planalto médio muito fortemente dissecado	Planalto baixo muito fortemente dissecado	Planalto médio muito fortemente dissecado	Planalto muito baixo fortemente dissecado	Planalto alto muito fortemente dissecado	Planalto alto muito fortemente dissecado	Planalto médio muito fortemente dissecado	Planalto alto muito fortemente dissecado	Planalto baixo fortemente dissecado

## 5. CONCLUSÕES

A sobreposição do mapa de vegetação aos mapas de unidades fisiográficas, pedologia, geologia e morfometria permitiram fazer uma análise das características menos ou mais favoráveis ao desenvolvimento da vegetação, tornando possível observar que este desenvolvimento não pode ser determinado por um parâmetro isolado, mas sim por uma combinação de fatores que envolvem a disponibilidade de nutrientes no solo. A análise das amostras de solo e observações de campo serviram de complemento nesta análise.

Os ácidos húmicos e fúlvicos presentes na matéria orgânica quelatizam, ou seja, facilitam a impregnação ou a penetração de micronutrientes do solo, tornando-os mais disponíveis para as plantas e amenizando o efeito do alumínio, constantemente presente em solos do Cerrado, que impede a absorção dos elementos no solo, conferindo o aspecto tortuoso das plantas. A matéria orgânica normalmente está associada a canais fluviais ou a planícies de inundação, podendo estar presente em terraços aluviais que passaram por um processo de soerguimento, explicando assim a fertilidade em solos com alto estrutural.

A argila também contribui para manter a fertilidade do solo, ajudando a reter umidade e os elementos presentes no solo, impedindo-os de sofrerem lixiviação.



A rocha matriz determina as propriedades e características do solo e conseqüentemente interfere na fisionomia da vegetação assim como a disponibilidade de umidade e nutrientes.

Além da disponibilidade de matéria orgânica, o poder de infiltração e percolação do solo são fatores determinantes no desenvolvimento da vegetação, estando relacionada com o potencial erosivo ou de lixiviação deste solo.

A instalação de diferentes fisionomias sob um mesmo clima pode estar relacionada a situação do relevo e sofrem influência direta e indireta de sua configuração, estando sujeita a suas alterações, principalmente no que se refere a mudança do canal fluvial.

Embora algumas situações evidenciem uma relação entre os relevos de menor altitude e fisionomias de cerrado com vegetação de maior porte e relevos de maior altitude com vegetação constituída por gramíneas e vegetação de menor porte, pode ocorrer situações inversas, o que pode estar relacionado à instabilidade da paisagem, sujeita a constantes mudanças, às propriedades da rocha matriz e alterações intempéricas sofridas por esta e a disponibilidade de água.

A instalação do bioma é resultado de uma associação de fatores que influenciam na dinâmica da paisagem. A influência do clima, ação do fogo, solo, relevo, descritos como possíveis causas da coabitação de diferentes tipos de fisionomias em uma mesma região, podem atuar de forma conjunta ou isoladamente.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N.; COSTA JÚNIOR, M. Paisagens rurais do sudoeste goiano, entre Itumbiara e Jataí. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, v 3, n. 7, p. 38-63. 1951.
- AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. *Orientação São Paulo*, São Paulo, n. 3, p. 45-48. 1971.
- AB'SABER, A. N. Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. *Ateliê Editorial*, São Paulo. 2003.
- AB'SABER, A.N. Contribuição a geomorfologia da área dos Cerrados. 1963.
- AB'SABER, A.N. Ritmo da epirogênese pós-cretácea e setores das superfícies neogênicas em São Paulo. *IGEOG/USP – Geomorfologia*, São Paulo, n. 13. 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. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. *Boletim... DNPM/DGM*, Rio de Janeiro.1967.
- 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.
- ALVIN, P. T.; ARAÚJO. W. A. El suelo como fator ecológico en el desarrollo de la vegetation em el centrooeste de Brasil. *Turrialba*, v. 2, p. 153-160. 1952.
- ALVIM, P. T. Teorias sôbre a formação dos campos cerrados. In: CONGRESSO PANAM. AGRON., 2.9, Piracicaba, 1954. *Anais...* p. 274-280.

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. p. 65.

ASSOCIAÇÃO Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto (ABAG-RP). Disponível em: <<http://www.abagr.pnqm.embrapa.br/areas/>>. Acesso em: 14 ago. 2011.

AUBRÉVILLE, A. As florestas do Brasil-estudo fitogeográfico florestal. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, v. 11, p. 201-232. 1959.

AZEVEDO, L.G.; CASER, R.L. 1980. Regionalização do Cerrado em função de seus geossistemas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: USO E MANEJO, 5., Brasília, 1979.

BARCELOS, J.H. et al. Formação Itaqueri: um exemplo de tectofácies. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4. São Paulo. 1983.

BEHLING, H.; NEGRET, A. J.; HOOGHMESTRA, H. Late Quaternary vegetational and climatic change in the Popayán region, southern Colombian Andes. *Journal of Quaternary Science*, v. 13, n. 1, p. 43-53. 1998.

BEHLING, H., HOOGHMESTRA, H. Holocene Amazon rain forest – savanna dynamics and climatic implications: high resolution pollen record Laguna Loma Linda in eastern Colombia. *Journal of Quaternary Science*, 15, p. 697-695. 2000.

BEHLING, H.; HOOGHMESTRA, H. Neotropical savanna environments in space and time: Late Quaternary interhemispheric comparisons. In: MARKGRAF, V. (Ed.). *Interhemispheric Climate Linkages*. Academic Press, 2001. p. 307-323.

BELSKY, A. J.; AMUNDSON, R. G. Effects of trees on understory vegetation and soils at forest-savanna boundaries in East Africa P.A. In: FURLEY, J. PROCTOR, J.A. RATTER (Eds.). *The Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. London: Chapman & Hall, 1992. p. 616.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas. 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 Agrônomicas (SNPA), Boletim 12, 1960. 634p.

BRIGHETTI, J. M. P. *Faciologia dos sedimentos da Formação Pirambóia na região de Rio Claro (SP)*. 1994. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.

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...* v.1. p. 83-84. Rio Claro. 1993.

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

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).

COLE, M. M. *The savannas: biogeography and geobotany*. London: Academic Press, 1986. 438p.

CORDANI, U. G.; NEVES, B. B. DE B.; FUCK, R. A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A.; CUNHA, F. M. B. DA. *Estudo preliminar de integração do pré-cambriano com os eventos tectônicos das bacias 294 | Bacia do Tacutu - Vaz et al. sedimentares brasileiras*. Rio de Janeiro: PETROBRAS. Cenpes, 1984. 70 p., il., (Ciência Técnica Petróleo. Seção Exploração de Petróleo, n. 15).

COTTAS, L. R.; BARCELOS, J. H. Novas considerações sobre a região de Itaqueri da Serra, São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, 1981, Curitiba. *Atas...* Curitiba/PR.

COUDUN, C.; GÉGOUT, J. C.; PIEDALLU, C.; RAMEAU, J.C. Soil nutritional factors improve models of plant species distribution: an illustration with *Acer campestre* (L.) in France. *Journal of Biogeography*, v. 33, p. 1750-1763. 2006.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J. G. (Ed.). *Fire in the tropical biota*. Berlin: Springer- Verlag. p. 81-105. 1990.

COUTINHO, L. M. O bioma Cerrado. In: KLEIN, A.L. (Org). *Eugen Warming e o Cerrado brasileiro: Um século depois*. São Paulo: Editora UNESP, Imprensa Oficial do Estado. p. 77-91. 2002.

CRUZ JÚNIOR, F. W.; KARMANN, I.; MAGDALENO, G. B.; COICHEV, N.; VIANA JÚNIOR, O. Influence of Hydrological and Climatic Parameters on Spatial-Temporal Variability of Fluorescence Intensity and DOC of Karst Percolation Waters in the Santana Cave System, Southeastern Brazil. *Journal of Hydrology*, n. 302, p. 1-12. 2005.

DEAN, W. *A Ferro e Fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira*. Trad. Cid Knipel Moreira. 5ª ed. São Paulo: Cia das Letras. 2004.

DUIVENVOORDEN, J. F. Tree species composition and rain forest-environment relationships in the middle Caqueta area, Colombia, NW Amazonia. *Vegetation*, 120, p. 91-113. 1995.

DUQUE, A.; SÁNCHEZ, M.; CAVELIER, J.; DUIVENVOORDEN, J. F. Different floristic patterns of woody understory and canopy plants in Colombian Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 18, p. 499-525. 2002.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M. F.; FRANCO, G. A. D. C.; BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A. The vegetation of priority areas for cerrado conservation in São Paulo State, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, 60, p. 217-241. 2003.

EITEN, G. Habitat flora of Fazenda Campininha, São Paulo, Brazil. In: FERRI, M. G. (Ed.), *Simpósio sobre Cerrado*. São Paulo: Edgard Blucher/ EDUSP, p. 155-202. 1971.

EITEN, G. *The Cerrado Vegetation of Brazil*. 1972.

EITEN, G. Delimitação do Conceito de Cerrado. *Arquivos do jardim botânico*, 21, p. 125-134. 1977.

EITEN, G. 1978. Delimitation of the cerrado concept. *Vegetatio* 36: 169-178.

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

EUGEN, G. *Warming e o Cerrado brasileiro: um século depois*. KLEIN A. L. (Org.). São Paulo: Editora Unesp, Imprensa Oficial do Estado, 156p. 2002.

FACINCANI, E. M. *Morfotectônica da Depressão Periférica Paulista e Cuesta Basáltica: Regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba*. 2000. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

FERRI, M. G. *Vegetação Brasileira*. Belo Horizonte: Editora Itatiaias. 1980.

FERNANDES, A. *Fitogeografia Brasileira*. 2ª edição. Fortaleza: Multigraf Editora. 2000.

FERRI, M. G. Transpiração de plantas permanentes dos "cerrados". *Bol. Fac. Filos. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, Botânica*, v. 4, p. 155-224. 1944.

FILHO, A. Cerrados amazônicos: fósseis vivos? Algumas reflexões. *Rev. Inst. Geol.* v. 14, p. 63-68. 1993.

FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, v. 2, 475p. 2004.

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, *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...* São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, v.3. p.91-102, 1974.

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*, p.72-72, 1999.

FURLEY, P. A. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian Cerrados. *Global Ecology and Biogeography*, v. 8, p. 223-241. 1999.

GOLDBLATT, P. Cytology and the phylogeny of Leguminosae. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. (Ed.) *Advances in legume systematic*. Richmond: Royal Botanic Gardens, v.2, 1978.

GOTTSBERGER, G.; MORAWETZ W. Floristic, structural and Phytogeographical analysis of the savannas of Humaitá (Amazonas). *Flora*, v. 178, p. 41-71. 1986.

GRACE, J. Modelling energy flows and surface temperatures over forest and savanna. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. Londres: Chapman & Hall, p. 551–568, 1992.

HALLE F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. *Tropical trees and forests*. Springer Verlag, Berlin, 441 p. 1978.

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

HELLMEISTER JR., Z. *Aspectos geológicos e principais recursos minerais da região de Franca-Pedregulho, nordeste do estado de São Paulo*. 1997. 162p. Dissertação (Mestrado em Geociências-Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

HUECK, K. Las regiones forestales de Sudamérica. *Boletín del Instituto Forestal Latino Americano de Investigación y Capacitación*, 2, Mérida (Venezuela). 1957.

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

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*. (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.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO  
*Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Pardo*. UGRHI-04. São Paulo: IPT, 2000.

JANONI, C. R. *Mapeamento geológico – Morfoestrutural em parte da folhas Esmeril, Altinópolis e São Tomaz de Aquino (Nordeste Paulista) e propostas para introdução do Geoturismo como alternativa turística no município d Altinópolis/SP*. 2003, 114p. Monografia (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

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.

KRONKA, F. J. N. et al. *Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo*. SEMA, Instituto Florestal do Estado de São Paulo, Imprensa Oficial, 2005.

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. 69p. 1980.

LEDRU, M. P.; BRAGA, P. I. S.; SOUBIÈS, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO K.; TURCQ, B. The last 50.000 years in the Notropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 123, p. 239-257. 1996.

LEDRU, M. P.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.; LORSCHBITTER, M. L. Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10,000 yr B.P. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 99, p. 131-142. 1998.

LEDRU, M. P. Late Quaternary history and evolution of the cerrados as revealed by palynological records. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Eds.) *The Tropical Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. New York: Columbia University Press, p. 33-52, 2002.

LE HOUÉROU, H. N. Biogeography of the arid steppeland north of the Sahara. In: H.N. BARAKAT; HEGAZY, A. K. (Eds.) *Reviews in Ecology: Desert Conservation and Development*. Cairo: Metropole, p. 207-228. 1997.



LEITÃO-FILHO, H. F. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da Unicamp. 1992.

LIMA, M. M. Zoneamento geoambiental do município e região de Franca-SP (Sp, Brasil). 2009.120p. Monografia (Graduação em Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

LÖEFGREN, A. Ensaio para uma distribuição dos vegetais nos diversos grupos florísticos no Estado de São Paulo. *Bol. Com. Geog. Geol.* v. 11, p. 1-50. 1898.

LÖEFGREN, A. La flore de St. Paul. *Rev. Centr. Sci. Let. Art. Campinas*, v. 5, p. 53-61. 1906.

LÖEFGREN, A. Ensaio preliminar para uma phytogeographia brasileira. *Rev. Centr. Sci. Let. Art. Campinas*, v. 11, p. 27- 47. 1912.

LOPES, S. A. *Solos sob "Cerrado" características propriedades e manejo*. 1. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato (EUA) Instituto Internacional da Potassa (Suíça). 1983.

LUND, P. W. Bemærkning over vegetation paa de indre hogsletter of Brasilien, isaer I plantehistorisk henseende *Kgl. Danske Videnskab. Selsk. Skrifter*, v. 6, p. 145-188. 1835.

MEIRELLES, M. L.; KLINK, C. A.; SILVA, J. C. S. Um modelo de estado y transiciones para el cerrado brasileño. *Ecotropicos*, v. 10, p. 45-50. 1997.

MENDONÇA, M. C. D. *A urdidura espacial do capital e do trabalho no Cerrado do Sudeste Goiano*. 2004. 458 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2004.

MIRANDA, M. I. *Efeitos de diferentes regimes de queimadas sobre a comunidade de gramíneas do cerrado*. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília. 2002.

MÜHLMANN, H. *Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná*. Ponta Grossa: Petrobras/DESUL, Relatório Técnico, n. 444, 186 p., 1974.

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS. Rev. ed. New Windsor: Kollmorgen Instruments-Macbeth Division, 1994.

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. *Boletim...* Rio Claro, v.1. p.68, 1999.

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

PIEIDADE, 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.

PINHEIRO M. H. O. Composição e estrutura de uma comunidade savânica em gradiente topográfico no município de Corumbataí (SP, Brasil). 2006. 119 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. A quantitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. *For. Ecol. Manag.* n. 87, p. 127-138. 1996.

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, v.2. p.253-262, 1979.

PRANCE, G. T. Island in Amazonia. *Philos. Trans. Roy. Soc.* n. 351, p. 823-833, 1996.

RACHID, M. Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica*, n. 5, p. 1-140, 1947.

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.

RANZI, A. *Paleontologia da Amazônia: megafauna do Pleistoceno*. Florianópolis: UFSC, 2000.

RAWITSCHER, F. The water economy of the vegetation of the 'campos cerrados' in southern Brazil. *J. Ecol.*, 36, p. 16-32. 1948.

RAWITSCHER F. O problema das savanas brasileiras e das savanas em geral. *Anu. Bras. Econ. Flor.*, 3, p. 32-38, 1950.

RAWITSCHER, F. Novos ensinamentos da ecologia tropical. *Cienc. Cult.*, 3, p. 232-242, 1951.

RAWITCHER, F.; FERRI, M. G.; RACHID, M. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional. *An. Acad. Bras. de Ciências*, 4, p. 267-294, 1943.

RAVEN, P. H.; AXELROD, D. I. Angiosperm biogeography and past continental movements. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 61, n. 3, p. 539-673. 1974.

RICHARDS, P. W. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge University Press, Cambridge. 1952.

RIZZINI, C. T. A flora do cerrado. In: FERRI, M. G. (Ed.) *Simpósio sobre o cerrado*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 127-177, 1963.

RIZZINI C. T. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. Aspectos florísticos. São Paulo: Editora Hucitec & Editora da Universidade de São Paulo. 1979.

Rizzini, C. T. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda. 1997.

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.

ROSSETTI, D. F.; TOLEDO, P. M.; GÓES, A. M. New geological framework for Western Amazonia (Brazil) and implications for biogeography and evolution. *Quaternary Research*, v. 63, p. 78-89, 2005.

SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretações preliminares. *Geonomos*, v. 1, n. 1, 1993.

SALOVAARA, K. J.; THESSLER, S.; MALIK, R. N.; TUOMISTO, H. Classification of Amazonian primary rain forest vegetation using Landsat ETM+ satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, v. 97, p. 39-51, 2005.

SAINT-HILAIRE, A. *Voyage aux sources du Rio de S. Francisco et dans La province de Goyaz*. Berlin Imprimeur- Librairie, Paris. 1827.

SCHEEL-YBERT, R., GOUVEIA, S. E. M., PESSENDA, L. C. R., ARAVENA, R., COUTINHO, L. M.; BOULET, R. Holocene palaeoenvironmental evolution in the São Paulo State (Brazil), based on anthracology and soil  $\delta^{13}\text{C}$  analysis. *The Holocene*, v. 13, n. 1, p. 73-81. 2003.

SCHIMPER, A. F. W. *Plant-geography upon a physiological basis*. Caredon Press, Oxford. 1903.

SCHNELL, R. Le problème des homologues phytogéographiques entre l'Afrique et l'Amérique tropicale. *Mem. Mus. Hist. Nat.*, 11, p. 137-241. 1961.

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, v.1, p.41-65. 1974.

SERRA FILHO, R.; CAVALCANTE, A. C.; GUILLAUMON, J. R.; CHIARINI, J. V.; NOGUEIRA, F. P.; IVANCKO, C. M.; BARBIERI, J. L.; DONZELLI, P. L.; COELHO, A. G. S.; BITTENCOURT, I. Levantamento de cobertura natural e de reflorestamento no cerrado de São Paulo. *Boletim Técnico I. F.*, São Paulo, p. 1-56. 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.

SIFEDDINE, A.; WIRRMANN, D.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; TURCQ, B.; CORDEIRO, R. C.; GURGEL, M. H. C.; ABRÃO, J. J. Bulk composition of sedimentary organic matter used in palaeoenvironmental reconstructions: examples from the tropical belt of South America and Africa. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 214, n. 1-2, p. 41-53. 2004.

SIMÕES, M. G.; FITTIPALDI, F. C. *Fósseis da região de Rio Claro*. Arquivo Municipal. Rio Claro/SP. 1992.

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, v.2, p.145-151, 1971.

SISTEMA Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (SIGRH). Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acesso em: 10 mai. 2011.

TUOMISTO, H.; POULSEN, A. D.; MORAN, R. C. Edaphic distribution of some species of the fern genus *Adiantum* in western Amazonia. *Biotropica*, v. 30, p. 392-399, 1998.

SOARES, P. C. O limite glacial–pós-glacial do Grupo Tubarão no estado de São Paulo. *Academia Brasileira de Ciências*, 44 (supl). Rio de Janeiro/RJ. 1972.

SOARES, P. C. *O Mesozóico Gondwânico no estado de São Paulo*. 1973. 153p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 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...* Aracajú: SBG. v.1. 1973.

SOARES, P.C.; LUZ, M. E. R.; REDAELLI, R.; GUERRA, S. M. S. Análise morfoestrutural em fotos aéreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., 1982, Brasília. *Anais...* Brasília: CNPQ, v. 1, p.157-168. 1982.

SOUZA, 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.

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

VAN DER HAMMEN, T.; HOOGHIESMSTRA, H. Neogene and Quaternary history of vegetation, climate, and plant diversity in Amazonia. *Quat. Res.*, 19, p. 725-742. 2000.

VIVO, M.; CARMIGNOTTO, A. P. Holocene vegetation change and the mammal faunas of South America and Africa. *Journal of Biogeography*, v. 31, n. 6, p. 943-957. 2004.

VORMISTO, J.; TUOMISTO, H.; OKSANEN, T. Palm distribution patterns in Amazonian rainforests: what is the role of topographic variation? *Journal of Vegetation Science*, v. 15, p. 485-494, 2004.

WASHBURNE, C. W. Petroleum geology of the State of São Paulo-Brasil. *Boletim Comissão Geográfica e Geológica*, n. 22, São Paulo, 1930. 282 p.

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).

YAMAMOTO, J. K. et al. Caracterização sedimentológica do perfil geológico entre Franca e Rifaina. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, São Paulo. *Atas...* Curitiba/PR. 1977.