**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Centro de Energia Nuclear na Agricultura**

**Fatores abióticos definidores da distribuição dos diferentes tipos
florestais (floresta paludícula, floresta estacional semidecídua
ribeirinha e cerradão), nos municípios de Batatais e Restinga, SP**

Vânia Korman

**Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ecologia Aplicada**

**Piracicaba
2008**

Vânia Korman
Engenheira Agrônoma

**Fatores abióticos definidores da distribuição dos diferentes tipos florestais
(floresta paludícula, floresta estacional semidecídua ribeirinha e cerradão), nos
municípios de Batatais e Restinga, SP**

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO RIBEIRO RODRIGUES**

**Tese apresentada para obtenção do título
de Doutor em Ecologia Aplicada**

Piracicaba
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Korman, Vânia

Fatores abióticos definidores da distribuição dos diferentes tipos florestais (floresta paludícula, floresta estacional semidecídua ribeirinha e cerradão), nos municípios de Batatais e Restinga, SP / Vânia Korman. - - Piracicaba, 2008.
136 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Florestas-aspectos ambientais 2. Ecossistemas florestais I. Título

CDD 634.9
K84f

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Ao minha mãe

ADAYR SOUZA KORMAN (*in memorian*)

*Serei eternamente grata pelo teu amor, dedicação, pela educação que recebi
e o seu exemplo de vida.*

Ao amigo

CARLOS EDUARDO PINTO JUHÁSZ (*in memorian*)

*A ajuda, a generosidade e a inteligência deste amigo e aluno da
pós-graduação foram fundamentais para a conclusão deste projeto.*

AGRADECIMENTOS

A minha família e amigos (incluindo os que não se encontram mais presentes), pelo apoio, amizade, incentivo e companheirismo.

Aos amigos e colegas da ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e UNIFRAN – Universidade de Franca, pelo apoio e amizade, em especial Rose Pereira Muniz de Souza, Marcelo A. de Pinho Ferreira (Pinus) e Profa. Alba Regina Barbosa Araújo (pela ajuda no levantamento florístico e fitossociológico) e Carlos Eduardo Pinto Juhász, Raul S. Toma e Pacheno (solos).

À FAPESP, pelo financiamento inicial deste projeto.

Ao Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues, pela orientação.

Ao Prof. Dr. Miguel Cooper pela indicação dos alunos Carlos Eduardo P. Juhász e Pacheno, que ajudaram na coletas de solo e trabalhos de laboratório.

Ao primo Rafael Teixeira de Andrade pela ajuda no campo.

A todos os funcionários da ESALQ (da pós-graduação, secretaria do PPGI-EA, dos laboratórios, pessoal da limpeza, refeitório, etc).

Aos proprietários das áreas onde este estudo foi desenvolvido e aos funcionários da Usina Batatais S/A, pelas informações dos índices de chuva e pelo isolamento das áreas.

Aos estatísticos: Prof. Dr. Antônio Sérgio Ferraudo (UNESP Jaboticabal), Prof. Dr. Sérgio Arthur de Oliveira Campos (UNIFRAN), Eric Batista Ferreira (Pós-doutorando da Universidade Federal de Lavras - UFLA).

Aos especialistas do Instituto Florestal pela identificação de algumas espécies.

A todos que direta ou indiretamente participaram e contribuíram para a finalização deste projeto.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1 Revisão Bibliográfica	15
2.1.1 Os biomas de ocorrência no Estado de São Paulo e as diferentes formações florestais	15
2.1.2 Relações entre fatores abióticos e os diferentes tipos florestais	20
2.1.2.1 A influência de fatores físicos e químicos do solo na composição das espécies e na distribuição das diferentes fisionomias florestais.....	22
2.1.2.2 A influência da topografia e da dinâmica da água no solo na distribuição do mosaico vegetal.....	29
2.1.2.3 A influência da vegetação nas características do solo	33
2.1.3 A importância do conhecimento das correlações da vegetação com os parâmetros ambientais, como subsídio para a implantação de projetos de recuperação e manejo florestal.....	34
2.2 Materiais e métodos	36
2.2.1 A região de estudo	36
2.2.2 Áreas de amostragem	38
2.2.3 Obtenção da composição florística: levantamento da vegetação arbórea.....	45
2.2.4 Propriedades físicas e químicas do solo	46
2.2.4.1 Análise granulométrica das amostras de solo	46
2.2.4.2 Análise química do solo.....	46
2.2.4.3 Caracterização morfológicas	47
2.2.5 Propriedades físico-hídricas	47
2.2.5.1 Tensiometria e Piezometria	47
2.2.5.2 Densidade do solo	49
2.2.5.3 Curvas de retenção de água no solo	49
2.2.6 Correlação entre a vegetação e os fatores abióticos analisados.....	50
2.3 Resultados e Discussão	52
2.3.2 Análise florística comparativa entre os fragmentos	71

2.3.3 Caracterização morfológica, física e química dos solos	75
2.3.4 Atributos físico-hídricos dos solos	90
2.3.4.1 Piezometria.....	90
2.3.4.2 Curvas de Retenção da água nos solos	95
2.3.5 Relação entre as variáveis ambientais dos solos e a vegetação.....	101
3 CONCLUSÕES	124
REFERÊNCIAS	127

RESUMO

Fatores abióticos definidores da distribuição dos diferentes tipos florestais (floresta paludícula, floresta estacional semidecídua ribeirinha e cerrado), nos municípios de Batatais e Restinga, SP

Com o objetivo de compreender quais fatores abióticos determinam a ocorrência das diferentes formações florestais na região de Batatais, entre as coordenadas 20°38'S e 20°58'S e 47°37'W e 47°28'W, foram escolhidas três propriedades agrícolas (Fazenda Monte Belo, em Restinga, SP e Fazenda Magnólia e Sítio Pratinha, em Batatais, SP), que apresentavam remanescentes florestais representativos da região (floresta ribeirinha paludícula, floresta estacional semidecídua ribeirinha e cerrado). Para descrever a composição florística e a estrutura da comunidade arbórea foram amostradas 05 parcelas de 10 x 10 m ao redor de cada estação tensiométrica. Para o estudo dos fatores abióticos foram determinados os parâmetros físicos e químicos dos solos e as curvas de retenção de água nos solos e piezometria. A discriminação das variáveis abióticas e de vegetação foi feita através da análise de componentes principais (PCA) e, na correlação entre a abundância de espécies e fatores abióticos, foram feitas análises diretas de gradiente por meio de Análise de Correlação Canônica (CCA). A textura dos solos (teores de argila, silte e areia) e a posição no terreno (cota), foram as variáveis ambientais mais importantes na distribuição das espécies e nas variações das fisionomias florestais, com influência na retenção hídrica e nos índices de fertilidade dos solos. Essas diferenças nos teores de argila em profundidade ao longo do declive, com influência direta na retenção de umidade dos solos ou mesmo na formação de ambientes paludícos, determinaram grupos distintos de espécies e fisionomias florestais: (i) um grupo de espécies de ocorrência típica nas fisionomias de Cerrado e fortemente associado às cotas mais elevadas (solos menos férteis, bem drenados e porcentagens mais baixas de argila e silte nas camadas mais profundas), entre as quais: *Matayba juglandifolia*, *Trichilia pallida*, *Lithraea molleoides*, *Anadenanthera falcata*, *Myrcia tomentosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Erythroxylum pelleteranum*, *Platipodium elegans*, *Chrysophyllum marginatum*, *Luehea divaricata*, entre outras e (ii) um grupo com espécies indicadoras de Florestas Paludículas ou de ocorrência comum nestas fisionomias, associado aos solos das cotas mais baixas (Gleissolos), com porcentagens altas de argila e silte nas camadas superficiais, mais férteis e maior retenção hídrica: *Cecropia pachystachya*, *Citronella gongonha*, *Rapanea guianensis*, *Talauma ovata* e *Tapirira guianensis*. Pode-se considerar um terceiro grupo de transição entre Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, nas cotas intermediárias e menos úmidas (espécies amostradas em parcelas localizadas nas bordas das Florestas Paludículas), onde ocorreram espécies tanto de ambiente de Cerrado, como de Floresta Estacional Semidecídua, e algumas poucas de ambiente paludículo. As porcentagens mais elevadas de Areia nos solos do Sítio Pratinha, com influência na menor retenção hídrica e também nos índices de fertilidade (solos álicos, com maior acidez e os menos férteis), podem explicar algumas diferenças na composição e abundância das espécies entre fisionomias florestais iguais. O Cerrado da Fazenda Monte Belo, mostrou-se diferente floristicamente do Cerrado do Sítio Pratinha. Esta mesma diferença ocorreu em relação às Florestas Paludículas da Fazenda Magnólia e a do Sítio Pratinha. As poucas

espécies de ocorrência comum tiveram populações diferentes. A CCA evidenciou também correlações de algumas espécies com determinadas variáveis de solo.

Palavras-chave: Fatores abióticos; Floresta paludícula; Floresta ribeirinha; Cerradão; Análise dos componentes principais; Análise de correlação canônica

ABSTRACT

Abiotic factors determining the distribution of different types of forests (swamp forest, semi-deciduous riverine forest and forested savanna) in the cities of Batatais and Restinga, northeast of São Paulo State, in Brazil.

In order to understand what abiotic factors determine the occurrence of different forest formations in the region of Batatais, coordinated between 20°38'S and 20°58'S and 47°37'W and 47°28'W, three agricultural properties were chosen (Monte Belo, in the city of Restinga, SP and Magnolia and Pratinha in Batatais, SP, Brazil), which had forests representative of the region (swamp forest, semi-deciduous riverine forest and forested savanna). To describe the floristic composition and structure of the arboreal community, 05 plots of 10 x 10 meters around each tensiometric station were sampled. For the study of abiotic factors, the physico-chemical characteristics of the soils, the soil-water-retention curves and the groundwater fluctuation were determined. The discrimination of the environmental variables and arboreal species were made through the Principal Components Analysis (PCA), and in the correlation between the abundance of species and abiotic factors, direct analyses of gradient through Canonical Correspondence Analysis (CCA) were made. The texture of the soil (levels of clay, silt and sand) and the position on the ground (altitude) were the most important environmental variables in the distribution of species and variations of forest physiognomies, with influence in the retention rates of water and soil fertility. These differences in levels of clay in depth along the slope, with direct influence on the retention of soil moisture and even in the development of swampy environment, determined distinct groups of species and forest physiognomies: (i) a group of species of typical occurrence in physiognomies of Forested Savanna and strongly associated with higher altitude (less fertile, well-drained soil and lower percentages of clay and silt in the deeper layers), including: *Matayba juglandifolia*, *Trichilia pallida*, *Lithraea molleoides*, *Anadenanthera falcata*, *Myrcia tomentosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Erythroxylum pelleteranum*, *Platipodium elegans*, *Chrysophyllum marginatum*, *Luehea divaricata*, among others, and (ii) a group with indicator species of Swamp Forests or common occurrence in these physiognomies, associated with lower altitude (Gleisoil), with high percentages of clay and silt in the upper and more fertile layers, and greater water retention: *Cecropia pachystachya*, *Citronella gongonha*, *Rapanea guianensis*, *Talauma ovata* and *Tapirira guianensis*. A third group of transition between Semi-deciduous Forest and Forested Savanna, in intermediate altitude and soils less humid (species sampled in plots located at the edges of Swamp Forests), occurred both in the Forested Savanna and in Semi-deciduous Forest and a few in swampy environment. The highest percentages of sand in the soil of Pratinha, with less influence on water retention and also on the rates of fertility (alic soils, with greater acidity and less fertile), may explain some differences in the composition and abundance of species of forest physiognomies equal. The forested Savanna of Monte Belo, has proved floristically different from the Forested Savanna of Pratinha. This same difference occurred in swamp forests of Magnolia and Pratinha. The few species of common occurrence had different

populations. The CCA also revealed correlations of some species with certain variables of soil.

Keywords: Abiotic factors; Swamp forest; Riverine forest; Forested savanna; Principal components; Analysis canonical correspondence analysis

1 INTRODUÇÃO

Os diferentes tipos de formações florestais são reflexos do meio, pois o ambiente que permite a existência permanente de uma comunidade, e com o qual cada população interage, é resultante de um conjunto de fatores bióticos e abióticos. A compreensão dos fatores que determinam a ocorrência de diferentes formações florestais na região nordeste do estado de São Paulo e a correlação entre esses fatores bióticos e abióticos, deve sustentar as ações de conservação e restauração, garantindo a manutenção da biodiversidade regional e dos serviços ambientais proporcionados por estes ecossistemas.

No Brasil, a composição física e química do solo e/ou a topografia e diferenças no regime do lençol freático são consideradas fatores importantes na distribuição e estruturação de formações florestais (RATTER et al., 1978; OLIVEIRA FILHO et al. 1994; MORENO; SCHIAVINI, 2001; ALMEIDA-SCABBIA, 2001; RUGGIERO et al., 2002).

O solo é de extrema importância para as plantas, já que nele são disponibilizados os recursos minerais e hídricos utilizados por estas. Solo e vegetação estão tão diretamente associados que se torna difícil observar a influência de um sobre o outro (RUGGIERO, 2000).

Alguns autores consideram que os estudos e informações gerados sobre a composição e a estrutura dos remanescentes florestais paulistas nas últimas décadas, com destaque para os estudos florísticos e aspectos da estrutura da vegetação, não são suficientes para explicar a influência das características abióticas na distribuição geográfica das espécies e, portanto, dos tipos vegetacionais (LEITÃO FILHO, 1994; TABARELLI; MANTOVANI, 1998; IVANAUSKAS, 2001).

Entre os principais objetivos da ecologia vegetal de florestas tropicais é o de investigar as relações existentes entre a distribuição das populações de espécies arbóreas e as variáveis ambientais que podem de forma direta ou indireta afetar tal distribuição. A respeito desse assunto, van der Berg e Santos (2003), levantam dois questionamentos: (i) Quanto da diversidade de espécies arbóreas está associada à heterogeneidade ambiental? e (ii) Como as variáveis ambientais influenciam na distribuição das populações das espécies arbóreas?. Para os autores, as propriedades

físicas e químicas do solo e a topografia, em conjunto com os níveis de umidade e distribuição das chuvas, exercem importante papel na distribuição e composição de espécies.

As savanas e as florestas tropicais são caracterizadas por comunidades de árvores distintas, com a maioria das espécies ocorrendo quase que exclusivamente em apenas um dos dois ambientes. A ecologia desses grupos de espécies irá determinar a estrutura e a dinâmica dos limites de ocorrência entre a savana e a floresta, mas pouco se sabe sobre as diferenças ecológicas e fisiológicas que podem controlar essa distribuição (HOFFMANN; FRANCO, 2003; HOFFMANN; ORTHEN; FRANCO, 2004).

Jeltsch; Weber e Grimmer (2000), em uma vasta revisão bibliográfica sobre os estudos realizados em savanas em diferentes partes do mundo, discutem se é possível encontrar um padrão geral por trás dos inúmeros fatores que influenciam na presença dos sistemas de savana. Esta discussão pode ser ampliada para os demais sistemas vegetacionais brasileiros, uma vez que os vários fatores bióticos e abióticos agem muitas vezes de forma simultânea e fortemente correlacionados, determinando a distribuição dos tipos florestais e influenciando na distribuição das espécies dentro de uma mesma formação florestal.

No município de Batatais e municípios vizinhos, na região nordeste do estado de São Paulo, uma característica peculiar é a presença ao longo dos cursos d'água de extensas faixas de florestas paludículas, sobre solo permanentemente encharcado, com mudanças abruptas para florestas ribeirinhas, sem solo permanentemente encharcado e muitas vezes nem sujeito a encharcamento (florestas secas). E, muitas vezes, mudanças para cerrado nos interflúvios, com definida restrição da água no solo. A importância desta região, onde se localiza a área do presente estudo, está na representatividade da biodiversidade regional. Compreender as particularidades dos processos ecológicos determinantes de cada tipo vegetacional desta região é imprescindível para a elucidação de suas dinâmicas florestais. Esta compreensão irá sustentar a adequação de práticas diferenciadas de conservação e de restauração da biodiversidade florestal do Estado de São Paulo, podendo subsidiar o desenvolvimento de leis e políticas públicas que protejam tais ecossistemas.

O presente estudo tem como objetivo compreender quais são os processos abióticos determinantes para a ocorrência das diferentes formações florestais (Florestas Paludículas, Florestas Ribeirinhas não-paludículas e Cerradão), nos municípios de Batatais e Restinga, SP.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Os biomas de ocorrência no Estado de São Paulo e as diferentes formações florestais

O Mapa de Biomas Continentais do IBGE (2005) classifica os biomas brasileiros como: Amazônia (49,29% do território nacional), Cerrado (23,92%), Mata Atlântica (13,04%), Caatinga (9,92%), Pampa (2,07%) e Pantanal (1,76%). A localização destes biomas no território brasileiro está representada na Figura 1.

Os Biomas foram conceituados no mapa do IBGE como um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria.

Figura 1 - Distribuição no mapa do Brasil dos biomas brasileiros (fonte: IBGE 2005)

Cada Bioma pode ser representado por diferentes formações florestais. A vegetação no território brasileiro mostra que no país ocorrem dois grandes conjuntos vegetacionais: um florestal, que ocupa mais de 60% do território nacional e outro campestre. As formações florestais são constituídas pelas **florestas ombrófilas** (em que não falta umidade durante o ano) e estacionais (em que falta umidade num período do ano). As florestas extra-amazônicas coincidem com as formações florestais que compõem a Mata Atlântica, onde predominam as **florestas estacionais semidecíduais** (em que 20 a 50 % das árvores perdem as folhas no período seco do ano), e as **florestas ombrófilas densas e mistas** (com araucária). Em ambos os conjuntos florestais ocorrem, em menor proporção, as **florestas estacionais decíduais** (em que mais de 50% das árvores perdem folhas no período seco) (Figura 2).

Figura 2 - Mapa da distribuição da vegetação natural no Brasil (Fonte: IBGE 2005)

Analisando o mapa do IBGE da distribuição dos biomas brasileiros (figura 1) observa-se que o Estado de São Paulo localiza-se em região de tensão ecológica entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado. Na Figura 2 verifica-se que entre 25° e 22° de latitude sul, ocorre um mosaico vegetacional. De acordo com Veloso; Rangel Filho e Lima (1991), este mosaico é representado por pelo menos quatro grandes formações florestais, cada qual com composição florística, estrutura e dinâmica próprias, em função dos fatores bióticos e abióticos determinantes: as Formações Pioneiras com Influência Marinha (Floresta de Restinga), a Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), a Floresta Estacional Semidecidual (Floresta de Planalto) e a Savana Florestada (Cerradão).

No extremo nordeste do estado de São Paulo, região de abrangência do presente estudo, as Florestas Estacionais Semidecíduais, que outrora recobriam todo o interior do estado, são representadas por remanescentes entremeados por cerrado e mata

ciliar como descritos por Leitão Filho (1982). Segundo Ab'saber (1968), nessa região, a característica de fragmentação natural ou de mosaico ambiental, por causa da existência de outras formações florestais próximas às áreas de Florestas Estacionais, é ainda mais acentuada pelo fato de situar-se geograficamente em uma zona de transição ou de contato entre o domínio dos chapadões florestados do Planalto Ocidental Paulista e os chapadões revestidos de formações de cerrado no Triângulo Mineiro e Goiás.

Considera-se “formações dos cerrados”, as fisionomias descritas por Einten (1974), ou seja, campo limpo de cerrado, campo sujo, campo cerrado, cerrado e cerradão.

O levantamento das áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo, realizado por Kronka; Nalon; Matsukuma (1998), confirma que as formações de Cerrado no Estado de São Paulo não são contínuas, ocorrendo como encraves em meio à Floresta Mesófila (Mata Atlântica). Neste levantamento das áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo, a vegetação foi classificada em:

Floresta (Mata): formação florestal inteiramente dominada por árvores, de estrutura complexa, apresentando riqueza de espécies em três estratos distintos: estrato superior, relativamente pouco denso, formado por indivíduos de 15 a 20 metros de altura; estrato intermediário, com alta densidade, constituído por indivíduos de 10 a 15 metros com copas mais fechadas e estrato inferior constituído por ervas e arbustos de até 3 metros de altura.

Capoeira: “vegetação secundária que sucede à derrubada das florestas, constituída principalmente por indivíduos lenhosos de segundo crescimento, na maioria, da floresta anterior e por espécies espontâneas que invadem as áreas devastadas, apresentando porte desde arbustivo até arbóreo, porém, com árvores finas e compactamente dispostas”.

Cerrado: “Formação de fisionomia peculiar caracterizada por apresentar indivíduos de porte atrofiado (que podem atingir aproximadamente 6 metros de altura), enfezados, de troncos retorcidos (tortuosos), cobertos por casca espessa e fendilhada, de esgalhamento baixo e copas assimétricas, folhas na maioria grandes e grossas, algumas coriáceas, de caules e ramos encortiçados, com ausência de acúleos e espinhos, bem como de epífitas e lianas”.

Cerradão: “Formação vegetal constituída de três andares distintos: o primeiro apresenta espécies umbrófilas rasteiras ou de pequeno porte; o segundo, arbustos e pequenas formas arbóreas, constituindo sub-bosque, não ultrapassando a altura de 5 a 6 metros de altura, de troncos menos tortuosos, não ramificados desde a base com predominância de madeiras duras”.

Campo cerrado: “São campos com pequenas árvores e arbustos esparsos, disseminados num substrato graminóide....”.

Campo: “Este tipo de vegetação caracteriza-se por uma cobertura graminóide e herbácea, observando-se a ausência de árvores....”.

Segundo Teixeira et al. (2004), o Estado de São Paulo possui menos de 4% de seu território recoberto por formações de cerrado, ocorrendo principalmente na região de Campinas, Ribeirão Preto, Franca, Altinópolis e divisa com o sul de Minas Gerais. Na região nordeste do Estado de São Paulo pode-se observar a ocorrência, muitas vezes em áreas contíguas, de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, Cerradão e alguns poucos remanescentes de Cerrado s.s. Especificamente na região de Franca (que inclui também os municípios de Batatais e Restinga, municípios de análise do presente estudo).

As florestas ribeirinhas ocorrem em áreas restritas, ao longo dos cursos d'água, em locais de solos úmidos ou sujeitos a inundações periódicas. Tais condições, associadas à constância e tempo de inundações, determinam as características destas matas, distinguindo-as de outras florestas não hidrófilas (LEITÃO FILHO, 1982). Já as florestas paludículas (ou Floresta Paludosa, “Mata de Brejo” ou latifoliadas higrófilas) se estabelecem sobre solos hidromórficos ou aluviais, sujeitas à presença de água superficial em caráter permanente. Podem ainda ocorrer em baixadas ou depressões onde a saturação hídrica do solo é o resultado do afloramento da água do lençol freático (TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998; LEITÃO FILHO, 1982).

2.1.2 Relações entre fatores abióticos e os diferentes tipos florestais

Ledru (2002) destaca a ocorrência de fisionomias de cerrado e florestas na mesma região, na mesma latitude, e sob as mesmas condições climáticas. Segundo a autora, a composição florística da vegetação de cerrado sofreu variações através do tempo e acrescenta que ainda sofre variações de acordo com a sua localização. Os primeiros registros da vegetação do tipo cerrado datam de antes de 32.000 anos atrás (Pleistoceno) e localizava-se no Platô do Brasil Central. Aumentos locais da vegetação do tipo cerrado foram registrados em áreas de florestas úmidas quando as condições climáticas na época tornaram-se mais secas e/ou frias. Durante estes períodos essa vegetação permaneceu conectada através de uma rede de florestas de galeria. Isto contribuiu para as diferenças em fisionomias observadas atualmente. Para a autora, os Cerrados reconhecidos na Amazônia ou em São Paulo deve ser o resultado desta conexão ancestral.

As principais causas da existência das formações florestais no Cerrado, proposta por Prado e Gibbs (1993) é que no final da última glaciação as florestas semidecíduas e decíduas na América do Sul teriam alcançado a sua máxima extensão, coincidindo com a contração das florestas úmidas. Ribeiro e Walter (1998) acrescentam que, na escala espacial, estas formações seriam influenciadas por variações locais em parâmetros como hidrografia, topografia, profundidade do lençol freático e fertilidade e profundidade dos solos.

O limite de ocorrência nos trópicos entre a Savana e a Floresta, é caracterizado por uma descontinuidade, não apenas na densidade arbórea, mas também na composição de espécies, com algumas poucas espécies de árvores ocorrendo regularmente nos dois ambientes (HOFFMANN; FRANCO, 2003).

Tentativas em estabelecer correlações entre os fatores ambientais e a ocorrência de uma determinada formação florestal, bem como a composição de espécies dentro de uma mesma formação florestal têm sido objetos de vários estudos no Brasil.

Estudos conduzidos no século XIX por Warming (1892) registram a existência de fisionomias de savana e de florestas semidecíduas sob o mesmo clima e a influência do solo e da água no solo na ocorrência dos diferentes tipos de vegetação.

Ribeiro e Walter (1998), consideram a distribuição dos biomas brasileiros condicionada predominantemente por fatores climáticos, como a temperatura, a pluviosidade e a umidade relativa e, em menor escala, pelo tipo de substrato. Mas as variações fisionômicas estão associadas a eventos temporais e variações locais, como aspectos físicos e químicos do solo, geomorfologia e topografia. Alguns estudos comprovam como as variações topográficas e edáficas exercem importante papel na organização espacial da vegetação arbórea em escalas locais (BOTREL ET AL., 2002; MARTINS ET AL., 2003).

Autores como Eiten (1994) e Furley (1992) *apud* Ribeiro e Walter (1998), consideram que, para uma classificação fitogeográfica, deve-se considerar não apenas o clima, mas a influência edáfica. Enquanto o clima age como o maior determinante regional, a topografia e os níveis de nutrientes proporcionam os determinantes sub-regionais que, por sua vez, são fortemente influenciados pela relação solo-água.

Alguns autores indicam que as formações florestais do Cerrado que não estão associadas aos cursos d'água (interflúvios) ocorrem sobre solos mais ricos (PRADO; GIBBS, 1993; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995; RIBEIRO; WALTER, 1998). Segundo Eiten (1994 *apud* RIBEIRO; WALTER, 1998), a baixa fertilidade e altos teores de alumínio, a profundidade do solo e o grau de saturação hídrica das camadas superficial e subsuperficial determinam as formas fisionômicas do Cerrado. Oliveira Filho et al. (1989) consideram os solos (sua fertilidade), um dos principais fatores que determinam o amplo e variado gradiente fisionômico-florístico na vegetação de cerrado.

Ribeiro e Walter (1998) enfatizam outros fatores que condicionam a distribuição da flora, além dos edáficos (físicos e químicos), entre os quais, profundidade do lençol freático, a disponibilidade de água (e de nutrientes associadas a disponibilidade de água), a geomorfologia e topografia, a latitude, frequência de queimadas, pastejo e inúmeros fatores antrópicos.

As características ambientais (fatores bióticos e abióticos), como o mosaico edáfico (manchas de solos com características físicas e químicas distintas em curtas distâncias ou em um mesmo fragmento florestal), a dinâmica da água no solo e a oscilação da altura do lençol freático, ocorrência de fogo, interferências antrópicas e outros, influenciam de forma interativa na composição e distribuição das espécies,

formando um mosaico ambiental. De acordo com Rodrigues e Nave (2004) e Guarino e Walter (2005), este mosaico ambiental é muito comum e acentuado nas formações ribeirinhas, em que a flora farenogâmica pode variar consideravelmente em distâncias relativamente curtas.

2.1.2.1 A influência de fatores físicos e químicos do solo na composição das espécies e na distribuição das diferentes fisionomias florestais

A relação do solo com o ambiente pode ser explicada pela equação ($S = f(cl, o, r, p, t, \dots)$). Onde, S = *propriedade do solo*; cl = *clima regional*; o = *organismos*; r = *posição do relevo ou topografia*; p = *material geológico de origem*; t = *tempo*; (...) = *possíveis fatores adicionais*.

Com esta equação, Motta; Curi e Franzmeiers (2002) tiveram como objetivo explicar a complexidade das interações do solo com o ambiente (incluindo a vegetação).

De acordo com Durigan (2003), em relação as fisionomias de cerrado que ocorrem no Brasil, parece existir uma tendência atual em admitir que clima, biota e solo agem conjuntamente, contribuindo para o aspecto geral da vegetação. Mas a autora relata a importância do solo como condicionante da vegetação.

Kotchekoff-Henriques; Joly e Bernacci (2005) relacionaram os tipos de solo e a composição florística de 95 remanescentes de vegetação nativa no município de Ribeirão Preto, SP, indicando a existência de três grupos florísticos, associados aos tipos de solos. Um grupo maior associado aos solos derivados do basalto, que são os Latossolo Roxo e Litossolo, que foi subdividido em Floresta Estacional Semidecídua e Decídua, de acordo com o grau de decomposição da rocha. A fisionomia Cerradão, associada ao Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo e o grupo de mata paludícula, associado ao solo Hidromórfico. Os autores ressaltam que cada grupo apresentou uma composição florística característica. O subgrupo que ocorreu sobre Latossolo foi formado por matas que permanecem verdes durante todo o ano, apesar de ocorrer perda acentuada de folhas na época seca. Estes fragmentos, associados aos solos mais profundos, constituíram o subgrupo de Florestas Estacionais

Semidecíduas. Outro subgrupo incluiu os fragmentos situados em solo Litólico ou em Latossolo Roxo com pedregosidade acentuada, e que apresentaram fisionomia distinta. O segundo grupo, com apenas 16 fragmentos, situados sobre Latossolo Vermelho Escuro e Latossolo Vermelho Amarelo, apresentou fisionomia florestal, com ocorrência conspícua de espécies de cerrado, que caracterizaram a fisionomia denominada cerradão. O terceiro grupo reuniu 10 fragmentos de vegetação que ocorreram sobre solos Hidromórficos, associados a cursos d'água, em solos encharcados, mesmo durante a época seca ("matas paludícolas"). Essa formação apresentou árvores muito próximas entre si, altas, e em geral com diâmetro pequeno. Os autores concluíram que 52 espécies (65,8%) apresentaram distribuição que sugere preferência por algum tipo de solo.

Felfili et al. (2004) compararam a similaridade florística e estrutural de cerrado s.s., dentro e entre três unidades fisiográficas no Brasil Central (Pratinha, Veadeiros e São Francisco). Verificaram uma grande sobreposição de ocorrência de espécies nas áreas, mas o tamanho de suas populações variou muito em cada área. A análise de correspondência Canônica indicou no primeiro eixo um gradiente do cerrado, em solos profundos (Pratinha), solos arenosos (em São Francisco), até terminar em solos mais rasos (em Veadeiros). Os autores ressaltam que, mesmo quando há um grande número de espécies em comum entre as áreas, o número de indivíduos das espécies variou muito.

Durigan (2003) ressalta que a maior parte da região de domínio do cerrado é dominada por latossolos, sendo que mais de 95% deles são distróficos e ácidos, com pH entre 4,0 e 5,5. Além disso, são geralmente álicos, com teores de Alumínio crescentes do cerradão para o campo limpo; sendo que alguns grupos de plantas (com alto valor de importância no cerrado), não só toleram como são acumuladoras de alumínio (como exemplo, espécies da família Vochysiaceaea e *Miconia albicans*).

Em relação a acidez do solo, Iguatemy, Silva e Silva (2006) verificaram a influência de variáveis, como a abertura do dossel, matéria orgânica, pH, soma de bases, alumínio e hidrogênio, na determinação da riqueza em um fragmento de Cerrado em Itirapina, SP. Os autores esperavam encontrar uma correlação negativa com a abertura do dossel em relação à riqueza de espécies arbóreas, por favorecer a

ocupação dos espaços por espécies herbáceas e lianas; bem como uma correlação positiva entre manchas de solo mais férteis. Portanto, o pH foi a variável de maior peso, ou seja, encontraram maior riqueza de espécies em solos ácidos e distróficos. Já o alumínio teve uma relação positiva com a riqueza de espécies. Observa-se que variáveis como o teor de água no solo e a variação sazonal não foram analisados neste estudo. Os próprios autores admitem que outras variáveis não abordadas no estudo poderiam ter influência na variação da riqueza observada.

Vários autores (HARIDASAN, 1998; PAGANO; DURIGAN, 2000; RUGGIERO, 2000; CORREIA et al., 2001; RUGGIERO et al., 2002) verificaram a “preferência das espécies nativas do Cerrado aos solos distróficos (solos que apresentam saturação por bases e saturação por alumínio inferiores a 50%) ou mesotróficos (percentual de bases igual ou superior a 50% e menor que 75%). Correia et al. (2001), ressalta também que nas Matas de Galeria, a ocorrência de variações entre solos distróficos e mesotróficos, apresenta diferenças florísticas. Os autores acrescentam que a natureza do material de origem também influencia a fertilidade de algumas Matas de Galeria. É o caso de áreas de cabeceiras de cursos d’água onde Matas de Galeria estão sobre Cambissolos rasos, e a vegetação utiliza nutrientes prontamente disponíveis do material rochoso.

Estudando a influência do solo na ocorrência de espécies florestais na mata do Pitoco Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF, Silva Junior (1998) concluiu que as diferenças nas propriedades dos solos ao longo do gradiente topográfico foram responsáveis por grande parte das variações na distribuição espacial das espécies arbóreas.

Na região nordeste do Estado de São Paulo, município de Santa Rita do Passa Quatro, Ruggiero et al. (2002) também investigaram as relações entre solo-vegetação, em um gradiente apresentando três fisionomias de cerrado e um fragmento contíguo de floresta estacional semidecidual. Os autores observaram uma diferença clara entre a floresta estacional semidecídua e as fisionomias de cerrado em relação às propriedades do solo. A floresta semidecidual foi relacionada a altas porcentagens de argila ao longo do perfil do solo, com altos valores de saturação de bases e valores baixos de saturação de Alumínio na superfície do solo. Toda a área de cerrado (cerrado *sensu latu*) foi associada com valores altos de saturação de Alumínio e de Alumínio

trocável. Portanto, neste estudo ressalta-se que as variáveis edáficas explicam apenas parte do gradiente fisionômico, e que importantes variáveis ambientais não foram consideradas (água, por exemplo).

No município de Lavras, MG, Espírito-Santo et al., (2002), conduziram um estudo que teve como objetivo detectar padrões de distribuição espacial da comunidade arbórea de um fragmento (8,7 ha) de floresta estacional semidecídua montana e suas relações com variáveis ambientais (variáveis topográficas e edáficas e efeito de borda). As análises foram feitas por meio de duas transecções (A e B), lançadas no sentido da declividade maior da encosta e ligando as bordas opostas do fragmento. Os autores encontraram fortes correlações entre a distribuição das abundâncias das espécies e as variáveis ambientais utilizadas, sendo que os teores areia e argila, o pH e saturação por bases foram as variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas. Neste estudo, a distribuição e abundância de espécies foram fortemente correlacionadas com as variáveis topográficas e edáficas, mas nenhuma correlação clara com as bordas. Os autores concluem que a distribuição das espécies arbóreas no fragmento não parece ser influenciada pelo efeito de borda e sim pelo *status* nutricional e regime de água dos solos; mas ressaltam que não se pode afirmar que não haja influência do efeito de borda sobre a distribuição de espécies, pois esta pode estar mascarada pela heterogeneidade do substrato.

Porém, estudos realizados por Laurance (1991); Murcia (1995) e Dalanesi; Oliveira Filho e Fontes (2004) comprovam a influência dos efeitos de borda. Estes estudos revelam a alteração da composição de espécies e da estrutura e dinâmica das comunidades pelos efeitos bióticos e abióticos na borda de remanescentes florestais.

Dalanesi; Oliveira Filho e Fontes (2004), identificaram em três trechos pertencentes ao Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, localizado no sul do município de Lavras, MG, que o fator borda e a classe de drenagem são as variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas com a distribuição das abundâncias das espécies. Os resultados obtidos neste estudo mostraram uma alta riqueza de espécies, decorrente segundo os autores, pela combinação de vários fatores, principalmente a heterogeneidade ambiental, com parte da floresta estando sob influência da condição ripária, e pelo pronunciado gradiente edáfico e topográfico e o efeito de borda na sua

transição para as formações campestres. Observaram uma biomassa relativamente mais baixa (expressa pela área basal), nas áreas mais distantes dos cursos d'água e, portanto, maior escassez de recursos hídricos e minerais. Apesar da influência dos vários fatores na distribuição da abundância das espécies, o fator borda foi a variável de maior correlação neste estudo. Este resultado é contrário dos obtidos por Espírito-Santo et al. (2002), mas está de acordo com van der Berg e Oliveira Filho (1999), que consideram a heterogeneidade ambiental maior na faixa ecotonal da borda, devido a relação com a umidade do solo e a luminosidade. A umidade do solo, influenciada pela drenagem, também demonstrou forte influência na distribuição da abundância das espécies, pela possível interferência na disponibilidade de água e na fertilidade química dos solos (essa umidade e fertilidade diminuem com o aumento da cota), comprovado por diversos estudos (van der BERG; OLIVEIRA FILHO, 1999; BOTREL et al., 2002; ESPÍRITO-SANTO et al. 2002; SOUZA et al. 2003).

Dois estudos realizados na Reserva do Panga, em Uberlândia, MG, também correlacionam as características dos solos com a vegetação (COSTA; ARAÚJO, 2001; MORENO; SCHIAVINI, 2001). Moreno e Schiavini (2001) relacionaram a composição física (granulometria) e química (macronutrientes e parâmetros de fertilidade) do solo com um gradiente florestal formado por mata de galeria, mata mesófila semidecídua de encosta e cerradão. Os resultados obtidos mostraram que as fitofisionomias são estatisticamente distintas entre si quanto a cálcio, magnésio, potássio, fósforo, alumínio, saturação por alumínio, saturação por bases e matéria orgânica, enquanto que, para outros atributos edáficos, podem ser encontrados pares fitofisionômicos semelhantes. Os autores ressaltam que algumas espécies vegetais encontram-se distribuídas no gradiente florestal seguindo a variação da composição físico-química do solo, enquanto outras se apresentam indiferentes ao gradiente edáfico e concluem que há evidências de que o solo representa um importante papel para a estruturação vegetal ao longo do gradiente florestal estudado. Costa e Araújo (2001) analisaram apenas duas fitofisionomias contíguas de Cerrado sentido restrito e Cerradão. Os resultados obtidos revelaram que o cerradão teve os maiores valores para todas as características (exceto para o índice de diversidade de Shannon para espécies). Porém, deve-se observar que neste estudo foram amostrados indivíduos com perímetro igual ou superior a 15 cm,

restringindo o espaço amostral ao componente arbóreo, que por sua vez, é mais representativo na fisionomia de cerradão. Os autores ressaltam que na fisionomia Cerradão, foram encontradas espécies de ocorrência comum nas matas mesófilas semidecíduas encontradas em outros levantamentos realizados naquela região. Rizzini (1997) confirma a ocorrência no cerradão de muitas espécies que também são encontradas em florestas mesófilas semidecíduas. Em relação aos parâmetros químicos dos solos, Costa e Araújo (2001) descrevem apenas que os solos, tanto sob a fisionomia cerradão como a de cerrado, apresentaram baixas concentrações de nutrientes disponíveis, caracterizando-os como ácidos e distróficos, mas não dispõem os valores e nem se existem diferenças entre os solos amostrados.

Outro estudo que comparou a vegetação arbórea e características edáficas entre remanescentes de cerradão e cerrado sentido restrito em áreas adjacentes, sobre solo distrófico, foi conduzido no leste do Estado do Mato Grosso por Marimon Junior e Haridasan (2005). Os autores verificaram que as duas fitofisionomias mostraram-se distintas quanto a composição florística, diâmetro médio, altura e área basal. O solo sob ambas fitofisionomias apresentou-se distrófico e ácido ao longo do perfil. Interessante observar neste estudo que os valores dos macronutrientes, alumínio e pH do solo não diferiram significativamente entre as áreas, obtendo resultados distintos da maioria dos estudos realizados em outras localidades do Bioma Cerrado, onde predominaram maior fertilidade nos solos sob cerradão. As variações relevantes entre as duas fitofisionomias foram relativas à composição granulométrica dos solos. O solo sob o cerradão é mais argiloso ao longo de todo o perfil, podendo-se inferir que o solo mais argiloso tem maior capacidade de retenção de água disponível, bem como possuir maior fertilidade ativa, pois a disponibilidade de água regula a dinâmica dos nutrientes no solo e sua absorção pelas plantas. Os autores sugerem ainda que estudos sejam feitos para verificar o comportamento da água nos solos e as relações hídricas das principais espécies arbóreas, uma vez que a textura do solo foi o único fator edáfico que apresentou diferenças entre as áreas.

Batista (1988) analisou a influência de fatores edáficos no cerrado da Reserva Ecológica de Mogi Guaçu, SP, e encontrou correlação entre várias características edáficas, dentre as mais importantes o potássio (K) e pH, com variáveis da vegetação

como altura e área basal, sendo a influência destas características diferente para cada espécie.

Na região central do Brasil estudos indicam que o nível do lençol freático e a fertilidade do solo são fatores condicionadores da distribuição dos tipos de vegetação (floresta ribeirinha, cerradão, cerrado e campo) (RATTER et al., 1978; OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 1986; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995).

Em uma vasta revisão bibliográfica sobre os estudos realizados em savanas em diferentes partes do mundo, Jeltsch; Weber e Grimm (2000) discutem se é possível encontrar um padrão geral por trás dos inúmeros fatores que influenciam a presença dos sistemas de savana. Esta revisão indica que, um dos fatores mais importantes na transição savana florestal para fisionomias campestres, é provavelmente a presença de microsítios com condições favoráveis ao estabelecimento e sobrevivência de árvores. Ressalta-se também a presença de “fatores negativos” como fogo e fatores edáficos (solos pobres, altos teores de Alumínio, etc), que limitam a ocorrência de diferentes fisionomias, como por exemplo, o estabelecimento de fisionomias florestais.

Um estudo para analisar possíveis correlações entre a distribuição das espécies arbóreas e variações na textura e fertilidade química do solo ao longo de um gradiente topográfico em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG, Martins et al. (2003), constataram diferenças florísticas entre as posições topográficas, com correlação significativa entre a distribuição das espécies arbóreas no gradiente e a fertilidade química e a textura do solo. Os autores verificaram que o solo na baixada era mais arenoso, mais fértil e menos ácido, em comparação com o solo no topo, mais argiloso, com teores muito baixos de macronutrientes e elevada acidez e, a encosta, condições edáficas intermediárias. Os autores concluíram que a distribuição das espécies ao longo do gradiente topográfico teve relação com as variações na fertilidade química, acidez e textura do solo.

Apesar da vasta literatura sobre a influência dos fatores edáficos (físicos e químicos), na determinação da ocorrência e distribuição na paisagem das diferentes formações florestais, há ainda muitas controvérsias quanto a esta relação solo-planta. Em revisão realizada por Ruggiero (2000), alguns estudos mostram uma evidente correlação entre as características químicas do solo e a vegetação, porém sem que

haja consenso quanto aos elementos mais relevantes na discriminação das diferentes fisionomias. Correia et al. (2001) enfatizam que apenas a fertilidade do solo não explica as diferenças fitossociológicas que ocorrem em algumas formações florestais; outros parâmetros como variações no lençol freático e nas condições de drenagem, toxicidade de Fe e Mn, determinadas pelo encharcamento sazonal ou permanente e outras características físicas do solo, são fundamentais no estabelecimento de correlações entre espécies e ambiente.

Segundo Ribeiro e Walter (1998), em determinadas áreas do bioma Cerrado, a vegetação pode estar associada especificamente ao tipo de solo. Porém, ressaltam que esta correlação tipo de solo-vegetação não pode ser generalizada, pois se pode encontrar em Latossolo Vermelho-Amarelo um Cerradão (que é uma formação florestal) ou até mesmo um campo sujo (formação campestre). Acrescentam que, características químicas, físicas, hídricas, ou mesmo o tipo de solo, nem sempre podem ser associadas isoladamente com o tipo de vegetação. Devem-se considerar todos os parâmetros bióticos e abióticos, determinando mudanças nos aspectos quantitativos e qualitativos da vegetação.

2.1.2.2 A influência da topografia e da dinâmica da água no solo na distribuição do mosaico vegetacional

A revisão de Martins; Reatto e Correia (2001) mostra que, não apenas os fatores geomorfológicos e pedológicos, mas também fatores hídricos, são os que mais influenciam e controlam as Matas de Galeria.

Na região central do Brasil estudos indicam que o nível do lençol freático e a fertilidade do solo são fatores condicionadores da distribuição dos tipos de vegetação (floresta ribeirinha, cerradão, cerrado e campo) (RATTER et al., 1978; OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 1986; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995).

Além da fertilidade dos solos, as características texturais, responsáveis pelas propriedades físico-hídricas dos solos (retenção de umidade, condutividade hidráulica etc) são importantes para o entendimento do comportamento e distribuição das espécies (CORREIA et al., 2001). Van den Berg (1995) considera a umidade do solo

como principal fator que influencia a distribuição da vegetação, sendo as propriedades químicas mais um produto do que uma causa da cobertura vegetal, embora possam tornar as diferenças na vegetação marcantes.

Oliveira Filho et al. (1989) ressalta que a profundidade e a textura do solo e o regime do lençol freático são importantes na determinação das diferentes fisionomias de Cerrado. Os autores verificaram os efeitos da variação do regime de água nas variações da vegetação, em um gradiente topográfico. O fato dos solos encontrados no gradiente apresentarem uniformidade na textura e em grande parte das propriedades químicas, a influência do fator água e da declividade foi evidenciada, concluindo-se que as variações da vegetação estão provavelmente relacionadas com as flutuações sazonais do nível do lençol freático. Os autores ressaltam também a importância da microtopografia (“murundus”) na distribuição de espécies, principalmente em relação às espécies mais ou menos tolerantes a áreas alagadas.

A oscilação da altura do lençol freático ao longo do ano determina não apenas as diferentes fisionomias, mas as variações florísticas e o padrão de distribuição das espécies dentro de cada fisionomia (OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 1986). Em áreas sujeitas à inundação periódica, alguns estudos revelam a influência da água e da microtopografia na composição de espécies e na determinação do tipo de formação vegetacional, sendo a profundidade da água um fator determinante da composição de espécies (JACOMINE, 2000; STAVE et al., 2003; KOPONEN et al., 2004; SLUIS; TANDARICH, 2004).

Durante oito anos, 1.540 ha de florestas ribeirinhas ao longo do rio Turkwel, Quênia, foram analisadas por Stave et al. (2003). Neste estudo, os ecossistemas das áreas inundáveis apresentaram padrões florestais espaciais e temporais que estavam relacionados diretamente com os episódios de inundações e as características microtopográficas.

As matas de brejo ou florestas paludosas têm distribuição naturalmente fragmentada (IVANAUSKAS; RODRIGUES; NAVES, 1997; TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998; PASCHOAL; CAVASSAN, 1999), pois se encontram restritas aos solos hidromórficos, apresentando espécies capazes de germinar e crescer em

condições de saturação hídrica. Essas características edáficas exercem forte pressão seletiva, promovendo a instalação de poucas espécies adaptadas ao ambiente.

Guarino e Walter (2005) constataam que trechos de matas de galeria inundáveis ainda são pouco estudados. Os autores conduziram um estudo em dois trechos de Matas de Galeria Inundáveis de dois córregos, no Distrito Federal, com o objetivo de verificar eventuais diferenças e semelhanças florísticas e estruturais nesses trechos, que visualmente aparentavam ser muito semelhantes. Para os autores, os resultados obtidos reforçam indicações de muitos estudos em Matas de Galeria do Distrito Federal ou as Matas de Brejo da região do sudeste brasileiro, ou trechos similares destas, inundáveis ou não, de que estas possuem comunidades arbóreas particulares, relacionadas à bacia hidrográfica e ao padrão determinante da drenagem do solo.

Diversos estudos destacam a importância do regime de água na distribuição das espécies arbóreo-arbustivas, apesar das variações significativas na fertilidade química dos solos; sendo possível em muitos destes estudos, agrupar espécies indicadoras de cada ambiente (OLIVEIRA FILHO et al., 1994; Van Der BERG; OLIVEIRA FILHO, 1999; PASCHOAL; CAVASSAN, 1999; BOTREL, 2002; ROCHA et al. 2005; CARVALHO et al. 2005). A influência do regime hídrico na determinação da ocorrência de espécies também foi observada por Silva Junior (2001) e Sampaio; Walter e Felfili (2000). Estes autores observaram maior similaridade de espécies em sítios com o mesmo regime hídrico, localizados em matas diferentes, do que em sítios com diferentes regimes hídricos, localizados em uma mesma mata. Nestes estudos, as comunidades úmidas apresentaram-se mais similares entre si, do que cada uma delas com as comunidades intermediária e seca do seu próprio sítio.

Van Der Berg e Santos (2003) estudaram a heterogeneidade ambiental em uma área de floresta de galeria, em Itutinga, MG, analisando as variações das propriedades químicas e físicas do solo, da topografia e da abertura de dossel (influência da luz). As análises foram feitas em parcelas na margem próxima a um curso d'água (com leito "encaixado"), em áreas intermediárias e na extremidade oposta (na borda limítrofe a um campo limpo de altitude). Os autores concluíram que a diminuição da umidade do solo com o distanciamento do córrego, provavelmente influenciou a distribuição diferenciada das espécies dentro da floresta acompanhando esse gradiente. No estudo Van Der

Berg e Santos (2003), embora a luz e umidade de solo tenham sido variáveis fortemente ligadas ao gradiente de variação da vegetação (Borda – Meio – Margem), pode-se inferir que outras variáveis (individualmente ou interagindo entre si) também foram importantes, como eventos históricos, ações antrópicas, entre outros e que não foram analisados no estudo. Mas de forma geral, a heterogeneidade ambiental da área analisada teve relação com o gradiente topográfico, estando relacionado também com a umidade do solo e a luminosidade.

Em revisão sobre a influência do solo (e também a água no solo) sobre a distribuição de espécies arbóreas nas Matas de Galeria no Cerrado do Brasil Central, Correia et al. (2001) destacam a heterogeneidade espacial dessas matas, com diferentes larguras ao longo do curso d'água, dependendo da topografia que, por sua vez, também influencia nas condições de drenagem e regime hídrico do solo. Desta forma, as propriedades do solo e seu regime de umidade variam ao longo e adjacente ao curso d'água, influenciando na morfologia e na composição das espécies. Segundo os autores, fatores como a topografia, material de origem, características do solo e altura do lençol freático determinam a formação e o padrão de distribuição de espécies nativas em Matas de Galeria. Mas os autores concluem que padrões definidos de distribuição de espécies são difíceis de serem encontrados, devido à grande diversidade de ambientes dentro de uma Mata de Galeria.

Por este trabalho pode-se pensar na complexidade em se analisar, correlacionar e utilizar os diferentes parâmetros ambientais, estabelecendo-se determinados padrões que possam ser utilizados em programas de restauração. Muitas vezes, em uma mesma área (distâncias inferiores a 100 m) existem variações ambientais. Em uma microbacia ou região, infere-se que estas diferenças sejam cada vez mais complexas.

A dinâmica da água no solo atua nas características edáficas e na vegetação, podendo atuar diretamente na definição das características vegetacionais, como é o caso das Florestas Estacionais Deciduais, que no período da seca perdem as folhas, ou o mosaico vegetacional na zona ripária, em que a vegetação é fortemente influenciada pela vazão dos rios ou pelo afloramento temporário ou permanente do lençol freático. De acordo com Rodrigues e Shepherd (2000), essa dinâmica da água no solo atuando na definição das características edáficas e vegetacionais já é consenso na literatura,

que mostra a atuação integrada e dependente desses fatores. Na condição ciliar os fatores físicos do solo, determinados diretamente pelo comportamento hidrológico local, são os principais condicionantes da distribuição e composição de espécies, em contraste com os fatores químicos do sedimento, determinados apenas indiretamente pela dinâmica do rio.

2.1.2.3 *A influência da vegetação nas características do solo*

É difícil reconhecer os efeitos que os fatores abióticos têm sobre a vegetação e o inverso também, uma vez que estão intimamente associados. Ruggiero (2000) exemplifica o efeito que a vegetação exerce sobre o solo, na agregação e proteção da superfície do solo contra erosão pelo vento e água, além de influenciar nos processos de transferência de metais em solução, particularmente ferro e alumínio, com a adição de ácidos orgânicos no solo, interferindo nos valores de pH.

Locatelli et al. (2005) em um estudo com sistemas agroflorestais verificou que o ciclo hidrológico flui mais eficientemente em torno de determinadas espécies arbóreas. O autor acrescenta que algumas espécies podem afetar a estrutura física do solo, como a *Berthollettia excelsa*, que neste trabalho apresentou uma tendência a aumentar a porcentagem dos macroporos e diminuir a densidade aparente do solo, especialmente na camada mais profunda.

Outro efeito da vegetação sobre o solo é o enriquecimento das primeiras camadas do solo. Estas apresentam uma alta variabilidade quanto às suas características, provavelmente devido à influência dos diversos processos bióticos que ocorrem logo acima do solo (SPAROVEK; CAMARGO, 1997). Um estudo com espécies de savana mostrou o enriquecimento do solo sob as copas das árvores, onde a concentração de nutrientes minerais aumentou (KELLMAN, 1979).

2.1.3 A importância do conhecimento das correlações da vegetação com os parâmetros ambientais, como subsídio para a implantação de projetos de recuperação e manejo florestal.

As correlações das espécies vegetais com os parâmetros ambientais (solo, por exemplo) são importantes porque esclarecem a existência da paisagem mista e também a própria estrutura ou distribuição das espécies nas diferentes formações florestais. Estes dados ainda são raros para o Estado de São Paulo, portanto, apresentam importante valor científico, pois sistematizam e ordenam dados, gerando hipóteses que podem guiar futuras pesquisas no campo das ciências ambientais e orientar programas e procedimentos adequados de manejo e conservação direta destes ecossistemas e, indiretamente, dos recursos hídricos e demais recursos naturais associados (IVANAUSKAS, 2002).

A relação solo-planta na visão ecológica pode explicar os padrões de distribuição que geram informações para identificação das potencialidades e restrições ao uso do solo urbano e rural e para a mitigação de impactos ambientais, como por exemplo, a problemática da contaminação das águas subterrâneas e a deflagração de processos erosivos (LOCATELLI et al., 2005).

Os diferentes tipos de formações florestais são reflexos do meio, pois o ambiente que permite a existência permanente de uma comunidade, e com o qual cada população interage, é resultante de um conjunto de fatores bióticos e abióticos. A compreensão dos fatores que determinam a ocorrência de diferentes formações florestais e a correlação entre esses fatores bióticos e abióticos deve sustentar as ações de conservação e restauração, garantindo a manutenção da biodiversidade regional e dos serviços ambientais proporcionados pelos ecossistemas.

Jeltsch; Weber e Grimmer (2000) enfatizam que a importância de se conhecer quais os fatores e os processos que limitam a distribuição das fisionomias savânicas, relaciona-se com os desafios da conservação e do manejo. A preservação de comunidades complexas depende da manutenção dos processos que podem funcionar como mecanismos ecológicos limitantes. Identificar os “fatores-chave”, e os processos dos mecanismos limitantes, irá ajudar na solução de problemas relativos aos crescentes impactos antropogênicos neste bioma.

O estudo das relações entre o solo, a água no solo e a floresta tem se mostrado importante para a compreensão, conservação e manejo destes recursos e se constitui em instrumento valioso para o planejamento do território. De acordo com Durigan (2003), em síntese sobre as diretrizes e bases para a restauração da vegetação do cerrado, ressalta que, para se planejar a restauração de uma área de domínio de cerrado é essencial que se resgate o conhecimento da vegetação original e também *de seus fatores condicionantes*. Sendo que, para a autora, a importância do solo como condicionante da vegetação do cerrado é inquestionável. Esta afirmação poderia ser ampliada para outras regiões, abrangendo praticamente todos os biomas brasileiros.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 A região de estudo

A área de estudo localiza-se no nordeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 20°38'S e 20°58'S e 47°37'W e 47°28'W, nos municípios de Restinga e Batatais (Figura 3).

Figura 3 - Localização da área de estudo

Os dois tipos climáticos principais que ocorrem na região de estudo, segundo a classificação de Thornthwaite, são: B2rB'4a' - Tipo Mesotérmico Úmido, com pequena deficiência hídrica, na região do município de Batatais e parte da região do município de Restinga e B2rB'3a' - Tipo Mesotérmico Úmido sem ou com pequena deficiência hídrica, porém com menor evapotranspiração potencial anual, na região nordeste do município de Restinga (EMBRAPA, 2007). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A temperatura média anual é de 20,9°C. O período de chuvas vai de outubro a março, com média de 215 mm e o de estiagem de abril a setembro, com média de 43,6 mm (CEPAGRI, 2007).

A região de estudo está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, com ocorrência de rochas sedimentares e ígneas e a Formação Itaqueri e depósitos correlatos. A Formação Itaqueri ocorre na região de Batatais e a noroeste de Sales de Oliveira, no divisor de águas que separa a bacia do Sapucaí Mirim/Grande, abrangendo uma cobertura sedimentar pós-basáltica, que ocorre em manchas irregulares no reverso da cuesta basáltica, isolada de outras coberturas pós-trapianas, representando suas partes mais elevadas testemunhos da antiga extensão do Planalto Ocidental. Litologicamente é constituída por “membros alternados de arenitos com cimento argiloso, folhelos e conglomerados”. Predominam inteiramente os arenitos, sendo os demais termos de extensão limitada, geralmente corpos lenticulares alongados. Camada de conglomerado basal existe na maior parte da formação (Almeida e Barbosa, 1953).

Segundo Ross ; Moroz (1997), na geomorfologia da região encontram-se Planaltos residuais de Franca/Batatais, no reverso da cuesta no interflúvio Mogi-Guaçu/Grande. Nesta classe predominam formas de relevo denudacionais, basicamente formadas por colinas de topos aplanados ou tabulares, com vales entalhados de 20 a 40 metros e dimensão média dos interflúvios entre 750 a 3.750 metros. As declividades das vertentes variam em torno de 2 a 10% e as altitudes entre 800 a 1.100 metros. Por serem áreas mais altas são também regiões dispersoras da rede de drenagem. Ocorrem também unidades morfoestruturais das bacias sedimentares cenozóicas. Estas morfoestruturas ocorrem de forma restrita e

descontínua, em terrenos que, devido a baixa declividade (inferiores a 2%) são formadas por sedimentos fluviais de idade geológica recente (quaternário) e encontram-se às margens dos rios estando sujeitos a inundações periódicas onde ocorrem sedimentos formados principalmente por areia e argila.

Tabela 01 - Tipos de relevo que ocorrem na região de estudo (para escala de mapeamento 1:500.000)

Município	<i>Tipos de Relevo</i>		
	<i>Patamares Estruturais de Ribeirão Preto</i>	<i>Planaltos Residuais de Franca/Batatais</i>	<i>Planícies Fluviais</i>
Batatais	X	X	
Restinga	X	X	X

Fonte: <http://www.abagrp.cnpm.embrapa.br/areas/geomorfologia.htm>

Em relação às classes de solo, na área de abrangência deste estudo, há pouca variabilidade. Sendo identificadas, de acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira et al., 1999), as seguintes classes de solos:

- Município de Restinga: Latossolos (LV e LVA).
- Em Batatais: predomina nas proximidades da Fazenda Magnólia o Latossolo (LV) e Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) e Gleissolo Háptico (GX) nas proximidades do Sítio Pratinha.

A vegetação predominante na região são as fisionomias savânicas (cerradão e o cerrado *sensu stricto*, principalmente), e fisionomias florestais, como a floresta estacional semidecidual e florestas ribeirinhas (não paludícula e paludícula), além de campos úmidos (em áreas de várzea, com influência de um curso d'água e áreas de brejo, onde ocorrem afloramentos do lençol freático) (IBGE, 2005; RODRIGUES et al., 2005).

2.2.2 Áreas de amostragem

Foram escolhidas três propriedades rurais, duas no município de Batatais, SP (Fazenda Magnólia e Sítio Pratinha) e uma no município vizinho, Restinga (Fazenda Monte Belo), por serem representativas do mosaico vegetacional que ocorre na região

e de interesse deste estudo, ou seja, a ocorrência de diferentes formações florestais (Florestas Paludículas, Florestas Estacionais Semidecíduas Ribeirinhas e Cerradão).

- Fazenda Monte Belo, em Restinga, SP.

- Localização Geográfica: S20°38'6" W47°29'6".

Situação de análise: gradiente contínuo entre Floresta Estacional Semidecídua Ribeirinha e Cerradão. *Características gerais:* Estações tensiométricas instaladas na margem direita do curso d'água menor, que possui leito definido e talude acentuado (Figuras 04 e 05).

Figura 04 – Localização das estações tensiométricas na Fazenda Monte Belo, Restinga, SP e Figura 05 (em detalhe) - a distância entre as estações tensiométricas

A primeira estação (MB1) está distante 5 metros da margem superior do córrego e foram instalados cinco tensiômetros nas profundidades de 10, 30, 60, 100 e 150 cm. A segunda estação (MB2), distante 33 metros da margem do córrego, também foram instalados cinco tensiômetros de 10, 30, 60, 100 e 150 cm. Na última estação (MB3), distante 62 metros da margem do córrego, localizada na cota mais elevada, foram instalados tensiômetros de 10 e 30 cm de profundidade. Não foram instalados tubos de PVC neste fragmento de Cerradão para medir as variações da altura do lençol freático com o piezômetro, pelo fato de no momento da instalação ter sido encontrado uma camada de rocha. A Figura 6 abaixo ilustra o perfil topográfico das áreas amostradas na Fazenda Monte Belo, em Restinga, SP.

Figura 6 – Perfil Topográfico com a localização das estações de amostragem no Cerradão da Fazenda Monte Belo, em Restinga, SP

- Fazenda Magnólia, Batatais, SP.

- Localização Geográfica: S20°44'28,8" W47°36'57,2"

Situação de análise: Floresta Paludícula seguida de pequeno trecho de pasto, carreador e um talhão de cana-de-açúcar. À montante, em distância aproximada de 150 metros, existe um remanescente de Cerradão. No entanto, em função da alteração no cronograma do projeto e principalmente ao fato deste fragmento estar muito degradado, com predomínio de lianas e gramíneas invasoras, não foram instalados tensiômetros nesta área (Figuras 07 e 08).

Características gerais:

- A floresta paludícula é estreita (cerca de 70 metros de largura), mas é representativa das que ocorrem na região, em locais com córregos estreitos (não superior a dez metros de largura). Alguns trechos desta floresta estão sendo usados pelo gado para dessedentação.

Figuras 07 e 08 – Localização das estações instaladas na Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia, em Batatais, SP

A primeira estação (MG1) foi instalada no pasto, distante onze metros do talhão de cana-de-açúcar, com tensiômetros de 10, 30, 60, 100 e 150 cm de profundidade e um tubo de PVC na profundidade de 3,0 metros, para medir a variação do lençol freático. A segunda estação (MG2) foi instalada na borda da floresta paludícula (cerca de cinco metros a partir da borda) e distante 20 metros da primeira estação, com tensiômetros de 10 e 30 cm de profundidade e um tubo de PVC de 1,5 metros. As condições de solo permanentemente encharcados possibilitaram a instalação dos tensiômetros apenas nestas profundidades. Na última estação, na parte mais central da floresta paludícula, foi instalado um tubo de PVC de 1,0 m de profundidade. O perfil topográfico das áreas amostradas na Fazenda Magnólia está ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Perfil Topográfico com a localização das estações de amostragem na Fazenda Magnólia, em Batatais, SP

- *Sítio Pratinha, em Batatais, SP.*

- Localização Geográfica: S20°57'36,81" W47°35'10,01".

Situação de análise: A área analisada representa um *continuum* de floresta paludícula e Cerradão, pois os remanescentes são separados por uma estreita faixa de pasto (cerca de 15 m de largura), sem curvas de nível ou terraços (Figuras 10 e 11).

Características gerais: Os remanescentes de floresta paludícula desta propriedade se encontram em bom estado de conservação; não há indícios de corte seletivo e as áreas foram isoladas do gado. Já no remanescente de cerradão, observa-se o uso da área pelo gado bovino. Provavelmente este remanescente sofreu cortes seletivos no passado e algumas ocorrências de fogo, perturbações características dessas formações, mas se apresenta hoje com uma fisionomia florestal.

Figura 10 e 11 – Localização das estações do Sítio Pratinha, em Batatais, SP

Nesta propriedade foram instaladas quatro estações, sendo a primeira no interior do cerradão (P1), com cinco tensiômetros de 10, 30, 60, 100 e 150 cm. A segunda estação (P2), instalada no pasto, distante cerca de 35 metros da estação anterior, também com cinco tensiômetros de 10, 30, 60, 100 e 150 cm e um tubo de PVC com 3,0 m de profundidade. A terceira estação (P3), na borda da floresta paludícula, com tensiômetros de 10, 30, 60 e 100 cm e um tubo de PVC de 1,5 m e, por último, bem no centro da floresta paludícula, um tubo de PVC de 1,0 m. O perfil topográfico das áreas amostradas no Sítio Pratinha está ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Perfil Topográfico com a localização das estações de amostragem no Sítio Pratinha, em Batatais, SP

Para facilitar as análises e interpretação dos resultados, a partir deste item passaremos a denominar as áreas amostradas com as seguintes nomenclaturas:

Propriedade	Tipo	Município	Nomenclatura
Fazenda Monte Belo	Floresta Estacional Semidecídua Ribeirinha e Cerradão (<i>continuum</i>):	Restinga, SP	MB
	- Estação 1 (próxima córrego)		MB1
	- Estação 2 (dist. Intermediária)		MB2
	- Estação 3 (longe córrego)		MB3
Faz. Magnólia	Pasto e Fl. Paludícula	Batatais, SP	MG
	- Estação 1 (Pasto)		MG1
	- Estação 2 (Fl. Paludícula)		MG2
Sítio Pratinha	Cerradão / Pasto / Fl. Paludícula	Batatais, SP	P
	- Estação 1 (Cerradão)		P1
	- Estação 2 (Pasto)		P2
	- Estação 3 (Fl. Paludícula)		P3

2.2.3 Obtenção da composição florística: levantamento da vegetação arbórea

Para uma primeira classificação do tipo de vegetação existentes nas áreas de estudo, foram utilizados os levantamentos florísticos realizados junto ao Programa de Adequação Ambiental do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, realizados em propriedades agrícolas na região de estudo e pertencentes ou arrendadas pela Usina Batatais S/A.

Para a amostragem da vegetação com o objetivo de correlacionar com os fatores abióticos (solo e água no solo), foi utilizado o método de parcelas para o levantamento fitossociológico, alocadas de forma sistemática. Este método tem sido utilizado para a caracterização da estrutura fitossociológica de florestas ciliares, pois possibilita a elucidação das correlações espaciais da vegetação com outros fatores ambientais (Durigan et al. 2000) e é recomendado para formações que apresentam algum tipo de gradiente (Rodrigues, 1988).

Em consulta a especialistas das áreas de Bioestatística, Inventário Florestal e de Biometria Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP – Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto e Prof. Dr. João Luís Ferreira Batista - foram demarcadas ao redor de cada estação tensiométrica 05 parcelas de 100 m² (10 x 10 m), totalizando 500 m² ao redor de cada conjunto de tensiômetros. Todos os indivíduos arbóreos com perímetro na altura do peito a 1,30 m da altura do solo, maior ou igual a 15 cm ($PAP \geq 15$ cm) foram amostrados, incluindo-se os indivíduos mortos que se encontravam em pé. Além do perímetro, a altura e as características gerais de cada indivíduo também foram anotadas.

As identificações taxonômicas (todas, exceto Cyatheaceae) seguem o sistema *Angiosperm Phylogeny Group II* (APG II, 2003). Para cada espécie amostrada, foi coletado um ou mais voucher de herbário, que está depositado no Herbário ESA da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP e no Herbário da Universidade de Franca – UNIFRAN. Para os indivíduos não identificados em campo, amostras botânicas foram coletadas para herborização e posterior identificação com o uso de bibliografias específicas, comparações com as coleções dos herbários, bem como a ajuda de especialistas do Instituto Florestal da Secretaria Estadual do Meio Ambiente.

Os parâmetros quantitativos foram calculados utilizando o programa FITOPAC (Shepherd, 1995), estimando-se os índices de diversidade de Shannon e Weaver (H') para a comunidade arbórea e os seguintes parâmetros fitossociológicos para cada família e espécie: densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), área basal (AB), dominância relativa (DR), dominância relativa por área (DoR), calculada a partir da área basal de cada indivíduo a 1,30 m do solo e índice de valor de importância (IVI).

2.2.4 Propriedades físicas e químicas do solo

Todas as análises dos fatores abióticos foram feitas no Laboratório do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP. Foram coletadas amostras de solo correspondente a cada profundidade dos tensiômetros instalados, por meio de gradagem.

2.2.4.1 *Análise granulométrica das amostras de solo*

Todas as amostras foram submetidas a análise granulométrica, com fracionamento em areia, silte e argila. A areia foi fracionada, obtendo-se cinco frações: areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina. De acordo com o padrão de rotina definido no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas – LSN, ESALQ, USP, utilizou-se o método do densímetro. Após agitação horizontal por 16 horas, foi feita a separação das frações granulométricas da terra fina seca ao ar (TFSA), com solução dispersante contendo hidróxido de sódio e hexametáfosfato de sódio (Camargo et al., 1986).

2.2.4.2 *Análise química do solo*

As amostras foram submetidas a análises químicas de rotina, seguindo-se as recomendações da EMBRAPA (2007), para a determinação de: pH em água, Fósforo assimilável, cátions trocáveis (Ca, Mg, K, Al) e $H + Al$ (acetato de cálcio). A partir destes resultados obteve-se:

- . Soma de bases (SB): $\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K}$;
- . Capacidade de troca de cátions total (CTC_t): $\text{SB} + (\text{H} + \text{Al})$
- . Porcentagem de saturação por bases ($\text{V}\%$): $\text{SB} \times 100 / \text{CTC}_t$

A matéria orgânica (m.o.) foi obtida por oxidação, reduzindo os íons Cr(III) do dicromato de potássio, com leitura pelo método colorimétrico (RAIJ; ANDRADE; CANTARELLA; QUAGGIO, 2001).

2.2.4.3 *Caracterizações morfológicas*

Parte das amostras coletadas em campo foi usada na descrição morfológica, segundo as normas do Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Lemos e Santos, 1984).

2.2.5 **Propriedades físico-hídricas**

2.2.5.1 *Tensiometria e Piezometria*

As profundidades em que os tensiômetros foram instalados, foram determinadas a partir de análises e descrições morfológicas do solo, realizadas em campo, sob a orientação do Prof. Dr. Miguel Cooper (Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP) e representam as profundidades dos principais horizontes e transições de seqüência.

Os dados pluviométricos, obtidos em três postos meteorológicos, localizados nas proximidades das três propriedades, foram cedidos pela Usina Batatais S/A.

Utilizando-se um tensímetro digital (não automatizado), foram realizadas medidas semanais durante a época de chuvas e medidas quinzenais na seca, no período entre 19 de dezembro de 2005 a 16 de novembro de 2006 (Figura 13). Procurou-se, na medida do possível, realizar as medições sempre no mesmo horário.

Figura 13 – A: Esquema ilustrativo dos tensiômetros, instalados em diferentes profundidades e B- Medição utilizando-se um tensímetro digital não-automatizado

Para o estudo do comportamento do lençol freático, também foram feitas medidas semanais no período de chuvas e quinzenais no período seco, utilizando-se um medidor de lençol freático (Sample Pro - Groundwater Sampling Supplies – M6000-45s/n 11421) (Figura 14):

Figura 14 – Medição da altura do lençol freático

2.2.5.2 *Densidade do solo*

Nas diferentes profundidades dos tensiômetros instalados, foram coletadas três repetições de amostras indeformadas, em anéis volumétricos (cilindros de 100 cm³), para a determinação da densidade do solo, obtida pela razão entre a massa de solo seco em estufa a 105⁰C por 24 h e o volume interno do anel preenchido pela massa de solo correspondente.

2.2.5.3 *Curvas de retenção de água no solo*

A curva característica de retenção de umidade ou curva de retenção de água é uma propriedade físico-hídrica do solo que relaciona o conteúdo volumétrico de água e o potencial matricial do solo (Ψ_m), que é a força com que a água permanece retida no espaço poral do solo (Cooper, 1999). Pode ser expressa como carga hidráulica (h) em unidades de coluna d'água (cm, m) e varia de acordo com a classe de textura do solo, o conteúdo de matéria orgânica e outras propriedades físicas do solo.

Três repetições de amostras indeformadas foram coletadas em cilindros metálicos de 100 cm³, para cada profundidade dos tensiômetros de cada estação. Seguindo-se o método descrito por Klute (1986), os potenciais matriciais de 1, 3, 5, 8 e 10 kPa foram determinados submetendo-se as amostras em uma panela de tensão preenchida com areia de granulometria conhecida e constante. Os potenciais de 33 e 100 kPa foram obtidos por painéis de pressão adaptadas, com as amostras colocadas em placas porosas. Os potenciais de 500 e 1500 kPa foram determinados em câmaras de Richards (câmaras de alta pressão).

Utilizando o programa SWRC versão 2,00 (Dourado Neto et al., 1990), as curvas de retenção foram ajustadas para o modelo de Van Genuchten (1980).

Dexter (2004) propôs o índice S como indicativo da qualidade física do solo com base na curva de retenção de água, a qual expressa a distribuição de tamanho de poros do solo. O valor do índice S corresponde à inclinação da curva de retenção no seu ponto de inflexão, e valores do índice S acima de 0,035 são indicativos de boa qualidade física do solo às plantas (Dexter, 2004). Este índice leva em consideração

parâmetros da equação da curva de retenção de van Genuchten (1980) e é expresso pela equação:

$$S = -n(\theta_s - \theta_r) \cdot \left[1 + \frac{1}{m} \right]^{-(1+m)}$$

Equação 1;

Onde,

θ_s = umidade saturada (m³/ m³)

θ_r = umidade residual (m³/ m³)

m e n = parâmetros de ajustes da equação

2.2.6 Correlação entre a vegetação e os fatores abióticos analisados

A abundância relativa das espécies possibilitou o cálculo de correlações entre as espécies e as variáveis ambientais investigadas. Esse estudo é caracterizado por uma base de dados contendo muitas variáveis e poucas unidades amostrais, o que nos levou preliminarmente a explorar os dados utilizando análise de componentes principais e, posteriormente, as análises de correlação canônica (CCA). Nos dados de vegetação foram utilizados as espécies com mais de cinco indivíduos para diminuir as possibilidades de erros na interpretação dos resultados (Gauch, 1992).

Nas primeiras análises de componentes principais e com o objetivo de facilitar a análise para as variáveis ambientais de solos e a abundância das espécies, foram retiradas as variáveis soma de bases (SB) e os valores individuais de Cálcio, Magnésio, Potássio e Sódio, uma vez que apresentam combinações lineares (variáveis simples e compostas). Evitou-se também o uso de variáveis que somam 100%, como no caso das propriedades granulométricas, omitindo-se neste estudo a variável silte. Na PCA para solos estas variáveis foram incluídas, com exceção do silte (variável que juntamente com areia e argila soma 100%).

Para investigar as correlações entre a distribuição das abundâncias das espécies nas áreas amostradas e as variáveis ambientais de solo, foi realizada a análise de correlação canônica - CCA (ter Braak, 1988). Este procedimento foi realizado no software R - versão 2.4.1 (R Development Core Team 2007). A matriz de variáveis

ambientais incluiu 17 variáveis: fósforo, cálcio, magnésio, potássio, soma de bases, saturação por bases, porcentagem de areia e porcentagem de argila, porosidade, densidade, capacidade de troca catiônica, pH em água, alumínio, saturação por alumínio, acidez potencial ($H + Al$), matéria orgânica e o índice de degradação física do solo (S).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Composição florística

- Fazenda Monte Belo, Restinga, SP – continuum Floresta Estacional Semidecídua Ribeirinha – Cerradão:

Foi possível verificar que esse fragmento de Cerradão é freqüentemente visitado por gado, geralmente com grande número de animais. Qualitativamente, observou-se nas parcelas amostradas superpopulações de lianas, com muitos dos indivíduos amostrados curvados ou tombados pelo domínio de lianas nas copas e a invasão da espécie “arranha-gato” (*Acacia paniculata* Willd.) e espécies exóticas, como o limão-bravo (*Randia armata* (Sw.) DC.).

Este fragmento de Cerradão da Fazenda Monte Belo apresentou 27 famílias e 43 espécies em 238 indivíduos, nas 15 parcelas amostradas (5 parcelas de 100 m² ao redor de cada estação tensiométrica), totalizando 0,15 ha de área amostrada (Tabela 2). Os indivíduos mortos, mas em pé foram considerados como uma categoria a parte, com o objetivo de caracterizar o número de indivíduos mortos na área, que pode ser uma das conseqüências do provável desequilíbrio de lianas. Ao todo foram amostrados 21 indivíduos mortos em pé.

Tabela 2 - Famílias e espécies arbóreas amostradas no estudo fitossociológico do fragmento de Cerradão Fluvial, em Restinga, SP

(continua)	
Família / Espécie	Família / Espécie
Anacardiaceae	Myrsinaceae
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	Myrtaceae
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Eugenia florida</i> DC.
Apocynaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.

Tabela 2 - Famílias e espécies arbóreas amostradas no estudo fitossociológico do fragmento de Cerradão Fluvial, em Restinga, SP

(conclusão)	
Araliaceae	Nyctaginaceae
<i>Dendropanax cuneatum</i> (A. DC.) Decne. & Planch.	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz.
Burseraceae	Ochnaceae
<i>Protium spruceanum</i> (Benth) Engl.	<i>Ouratea</i> cf. <i>spectabilis</i> (Mart.) Engl.
Erythroxylaceae	Arecaceae (Palmae)
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	Rhamnaceae
Euphorbiaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek.
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Rubiaceae
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) Schum.
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Rutaceae
Fabaceae-Faboideae	<i>Citrus</i> sp (espécie exótica)
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	<i>Zanthoxylum</i> cf. <i>acumenatum</i>
<i>Platipodium elegans</i> Vog.	Salicaceae
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.
<i>Acacia</i> sp1	Sapindaceae
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	<i>Allophylus edulis</i> (ST Hil.) Radl
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Altschul	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.
Lauraceae	Sapotaceae
<i>Ocotea</i> sp	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (H. & A.) Radlk.
Malvaceae	Verbenaceae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.
Meliaceae	INDET
<i>Cabralea</i> cf. <i>canjerana</i> (Vell) Mart.	Indet
<i>Trichilia pallida</i> Swartz	Indet2
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Morta e sem folhas (tomadas por lianas)

A família de maior riqueza foi Fabaceae-Mimosoideae (com 4 espécies), seguida de Anacardiaceae, Sapindaceae, Meliaceae, Myrtaceae (com 3 espécies cada uma) e que contribuíram com 35,6% do total de espécies amostradas. Fabaceae-Faboideae, Erythroxylaceae, Rubiaceae, Rutaceae e Euphorbiaceae (com 2 espécies cada uma)

contribuíram com 22,2% e as 14 famílias restantes, com uma espécie cada, representam 31,08%. A porcentagem de mortas e sem folhas é de 2,22% e 4,44%, respectivamente; as indeterminadas (considerando duas espécies), 4,44% (Tabela 3).

Uma revisão de 41 trabalhos fitossociológicos realizados nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal e Paraná, em florestas ribeirinhas, Rodrigues e Nave (2004) indicaram as 08 famílias de maior riqueza de espécies, sendo as famílias Myrtaceae, Fabaceae-faboideae, Rubiaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae-Mimosoideae coincidentes com as famílias de maior riqueza do presente levantamento.

Fabaceae-Faboideae, Myrtaceae e Fabaceae-Caesalpinioideae também foram as famílias de maior riqueza, juntamente com Vochysiaceae e Annonaceae, em um fragmento de Cerrado em Patrocínio Paulista, SP, município vizinho desta área de estudo (TEIXEIRA et al., 2004).

As famílias Fabaceae e Myrtaceae também apresentaram o maior número de espécies arbóreas em fragmento de Cerrado sentido amplo, no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP (RUGGIERO et al., 2002) e de Cerradão em Uberlândia, MG (COSTA; ARAÚJO, 2001). Costa e Araújo (2001) citam que estas famílias, acrescida da Vochysiaceae, foram as que apresentaram maior riqueza de espécies tanto na fisionomia de Cerradão, como na de Cerrado sentido restrito. Interessante observar que não foram amostradas espécies da família Vochysiaceae na área amostral do presente estudo. Ressalta-se, portanto a necessidade de se aumentar a área amostral em futuros estudos deste fragmento, quando o objetivo for uma descrição florística detalhada do fragmento.

Anacardiaceae, Fabaceae-Faboideae, Fabaceae-Mimosoideae e Fabaceae-Caesalpinioideae foram as famílias com maior índice de valor de importância (IVI). Essas 4 famílias correspondem a 48,1% de todo o valor de importância da área. Malvaceae Sapindaceae, Sapotaceae e Meliaceae correspondem a 20,1% do IVI ; as mortas, 8,5% e as 16 famílias restantes, contribuem com 21,28% do IVI. As famílias indeterminadas e os indivíduos sem folhas, com 2% (Tabela 3).

Tabela 3 - Famílias amostradas no estudo fitossociológico do fragmento Cerradão Fluvial, em Restinga, SP, ordenadas segundo o Índice de Valor de Importância

Família / espécie	N	Nsp	IVI	Família / espécie	N	Nsp	IVI
Anacardiaceae	22	3	45,33	Myrsinaceae	2	1	4,79
Fabaceae-Faboideae	29	2	37,50	Rutaceae	2	2	3,61
Fabaceae-Mimosoideae	13	4	31,00	Lauraceae	3	1	3,37
Fabaceae-Caesalpinioideae	40	1	30,56	S/ folhas (tomada por lianas)	2	2	3,21
Morta	21	1	25,51	Salicaceae	2	1	3,04
Malvaceae	19	1	18,47	Euphorbiaceae	3	2	2,92
Sapindaceae	16	3	15,79	INDET	2	2	2,85
Sapotaceae	15	1	14,88	Burseraceae	2	1	2,66
Meliaceae	12	3	11,06	Ochnaceae	2	1	2,51
Myrtaceae	8	3	8,33	Verbenaceae	1	1	1,83
Araliaceae	7	1	7,65	Nyctaginaceae	1	1	1,37
Erythroxylaceae	5	2	7,34	Rhamnaceae	1	1	1,33
Rubiaceae	5	2	6,31	Apocynaceae	1	1	1,33
Arecaceae	2	1	5,46				

N = número de indivíduos; Nsp = número de espécies; IVI = Índice de Valor de Importância.

Embora Fabaceae-Mimosoideae seja a família que apresentou o maior número de espécies, Fabaceae-Caesalpinioideae foi a que apresentou maior densidade, com 40 indivíduos, representada por apenas uma espécie - *Copaifera langsdorffii* (Tabela 4).

Tabela 4 - Parâmetros florísticos das espécies amostradas em trecho de Cerradão Fluvial da Fazenda Monte Belo

Espécies	(continua)							
	N	NA	AB	Dr	Dor	FR	IVI	IVC
<i>Platipodium elegans</i> Vog.	28	12	0,66	11,76	15,81	8,22	35,79	27,57
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	16	10	0,73	6,72	17,53	6,85	31,10	24,25
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	40	10	0,26	16,81	6,23	6,85	29,89	23,04
Morta	21	11	0,35	8,82	8,41	7,53	24,77	17,24
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Altschul	6	5	0,63	2,52	15,03	3,42	20,98	17,56
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	19	11	0,09	7,98	2,22	7,53	17,73	10,20
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	5	5	0,38	2,10	9,10	3,42	14,62	11,20

Tabela 4 - Parâmetros florísticos das espécies amostradas em trecho de Cerradão Fluvial da Fazenda Monte Belo

Espécies	(conclusão)							
	N	NA	AB	Dr	Dor	FR	IVI	IVC
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (H. & A.) Radlk.	15	9	0,08	6,3	1,81	6,16	14,28	8,12
<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.	12	8	0,09	5,04	2,08	5,48	12,60	7,12
<i>Dendropanax cuneatum</i> (A. DC.) Decne. & Planch.	7	5	0,04	2,94	0,95	3,42	7,32	3,89
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	3	3	0,10	1,26	2,46	2,05	5,77	3,72
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	6	3	0,04	2,52	0,91	2,05	5,48	3,43
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	5	4	0,03	2,10	0,60	2,74	5,44	2,70
<i>Trichilia pallida</i> Swartz	6	3	0,03	2,52	0,83	2,05	5,41	3,35
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.	2	2	0,13	0,84	3,12	1,37	5,33	3,96
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	2	2	0,10	0,84	2,45	1,37	4,66	3,29
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	3	3	0,04	1,26	1,01	2,05	4,33	2,27
<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) Schum.	3	3	0,01	1,26	0,25	2,05	3,57	1,51
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	3	3	0,01	1,26	0,17	2,05	3,49	1,43
<i>Ocotea</i> sp	3	2	0,02	1,26	0,61	1,37	3,24	1,87
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	2	2	0,03	0,84	0,71	1,37	2,92	1,55
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2	2	0,03	0,84	0,69	1,37	2,90	1,53
<i>Acacia</i> sp1	2	2	0,02	0,84	0,57	1,37	2,78	1,41
<i>Erythroxylum</i> cf. <i>pelleterianum</i> A.St.-Hil.	2	2	0,02	0,84	0,47	1,37	2,68	1,31
<i>Protium spruceanum</i> (Benth) Engl.	2	2	0,01	0,84	0,31	1,37	2,52	1,15
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	2	2	0,01	0,84	0,20	1,37	2,41	1,04
<i>Ouratea</i> cf. <i>spectabilis</i> (Mart.) Engl.	2	2	0,01	0,84	0,17	1,37	2,38	1,01
<i>Zanthoxylum</i> cf. <i>acumenatum</i>	1	1	0,05	0,42	1,16	0,68	2,26	1,58
Sem folhas	1	1	0,03	0,42	0,78	0,68	1,88	1,20
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	1	1	0,03	0,42	0,66	0,68	1,77	1,08
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	1	1	0,004	0,84	0,10	0,68	1,63	0,94
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	1	1	0,02	0,42	0,48	0,68	1,59	0,90
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	1	1	0,02	0,42	0,44	0,68	1,54	0,86
Indet1	1	1	0,02	0,42	0,42	0,68	1,52	0,84
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	1	0,01	0,42	0,22	0,68	1,32	0,64
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz.	1	1	0,01	0,42	0,19	0,68	1,30	0,61
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek.	1	1	0,007	0,42	0,16	0,68	1,26	0,58
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S. F. Blake	1	1	0,006	0,42	0,15	0,68	1,26	0,57
<i>Citrus</i> (espécie exótica)	1	1	0,005	0,42	0,11	0,68	1,22	0,53
Indet2	1	1	0,004	0,42	0,09	0,68	1,19	0,51
Indet3	1	1	0,004	0,42	0,08	0,68	1,19	0,50
<i>Myrcia</i> cf. <i>fallax</i> (Rich.) DC.	1	1	0,003	0,42	0,08	0,68	1,19	0,50
<i>Cabralea</i> cf. <i>canjerana</i> (Vell) Mart.	1	1	0,003	0,42	0,07	0,68	1,18	0,49
<i>Croton urucurana</i> Baill.	1	1	0,002	0,42	0,05	0,68	1,16	0,48
<i>Allophylus edulis</i> (ST Hil.) Radl	1	1	0,002	0,42	0,05	0,68	1,16	0,47

N = número de indivíduos; NA = número de parcelas (ocorrência); AB = Área Basal; DR = Densidade relativa; DoR = Dominância relativa; FR = Frequência relativa; IVI = Índice de Valor de Importância; IVC = Índice de Valor de Cobertura.

A composição florística deste Cerradão assemelha-se com um *continuum* entre floresta paludícula e Cerrado sentido amplo em Coqueiral, MG (ROCHA et al., 2005), em muitos trechos de florestas ribeirinhas (RODRIGUES; NAVE, 2004; CARVALHO et al., 2005) e remanescentes de cerrado e cerradão, amostrados por Teixeira et al. (2004) e Costa e Araújo (2001), respectivamente e que foram realizados em regiões localizadas também em área de tensão ecológica no mapa de distribuição da vegetação do IBGE (2005); mas difere do estudo realizado por Marimon Junior e Haridasan (2005), realizado no leste do Mato Grosso.

A espécie de maior importância - *Platipodium elegans*, representada com 28 indivíduos, foi responsável pelo alto valor de importância IVI da família Fabaceae-Faboideae. *Tapirira guianensis* e *Copaifera langsdorffii* foram a segunda e terceira em valor de importância; sendo que *Platipodium elegans* e *Tapirira guianensis* tiveram valores maiores de área basal, seguidas por *Anadenanthera falcata*.

Em levantamento realizado em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Guarulhos, SP, Gandolfi et al. (1995), consideraram *Tapirira guianensis* uma das espécies secundárias iniciais em Florestas Estacionais Semidecíduais no Estado de São Paulo. No levantamento realizado por Kotchetkoff-Henriques (2003) em Ribeirão Preto, SP, próximo da área de estudo, *Tapirira guianensis* e *Eugenia florida* foram caracterizadas como sendo espécies comuns em Florestas Paludículas (ocorrem em mais de 75% dos remanescentes de vegetação natural nesse município). No Cerradão da Fazenda Monte Belo, estas espécies ocorreram na estação mais distante (quase 70 m da margem do córrego). Em Minas Gerais, Rocha et al. (2005) verificou a presença de *Tapirira guianensis* e *Copaifera langsdorffii* tanto em ambiente de floresta paludícula, como de encosta. Estes resultados confirmam as observações de Van Der Berg e Oliveira-Filho (1999), pelas características generalistas destas espécies, que ocorrem em vários habitats e formações.

No município de Ribeirão Preto, SP, Kotchetkoff-Henriques (2003), indicou o gênero *Cabralea* como sendo de ocorrência exclusiva em florestas estacionais semidecíduais e, espécies como, *Trichilia claussenii*, exclusiva desta formação. A espécie *Copaifera langsdorffii* teve elevada ocorrência nos remanescentes de cerradão deste município; enquanto *Platypodium elegans* e *Casearia sylvestris*, foram

encontradas no Cerradão e em outras formações. Estas espécies são citadas como sendo freqüentes nos cerradões e com ampla distribuição geográfica (RIBEIRO; WALTER, 1998).

De acordo com Rocha et al. (2005), *Luehea divaricata* foi considerada como sendo uma espécie de ambiente intermediário entre áreas menos drenadas e solos férteis e as áreas drenadas, com alto teor de Alumínio e solos menos férteis. Esta situação intermediária pode ser considerada semelhante à área amostrada neste estudo, distante apenas 40 m da Floresta Paludícula. Outra espécie que também ocorreu na área amostrada e que foi correlacionada com condições intermediárias de um gradiente topográfico, porém em Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG, foi *Casearia sylvestris*. No município de Ribeirão Preto, SP, esta espécie foi encontrada tanto em fragmentos de Cerradão, como em Floresta Estacional Semidecidual (Kotchetkoff-Henriques, 2003).

Algumas espécies amostradas na área de estudo foram encontradas em áreas de Florestas Estacionais Semidecíduais no Estado de Minas Gerais (ESPÍRITO-SANTO; del BON, 2002; MARTINS et al. 2003), entre as quais *Lithraea molleoides*, *Tapirira guianensis*, *Copaifera langsdorffii*, *Platypodium elegans*, *Luehea divaricata*, *Cabralea canjerana*, *Eugenia florida*, *Myrcia fallax*, *Rhamnidium elaeocarpum*, *Cupania vernalis*, *Chrysophyllum marginatum* e *Aegiphila sellowiana*. Interessante observar que *Lithraea molleoides*, *Tapirira guianensis* e *Cabralea canjerana*, são listadas por Durigan et al. (2004) como sendo também espécies do cerrado paulista.

Segundo Rizzini (1997) muitas espécies que ocorrem no cerradão são também encontradas em Florestas Estacionais Semidecíduas. Esta constatação também foi observada por Costa e Araújo (2001) que, em um estudo realizado em uma reserva de Cerradão e Cerrado (sentido restrito), em Uberlândia, MG, constataram que as espécies comuns ao Cerradão e as Florestas Estacionais Semidecíduais não apresentam valores de importância similares nas duas comunidades. Os autores observaram que espécies como *Coussarea hydrangeaefolia*, *Matayba juglandifolia*, *Ocotea puchella*, *Rudgea viburnoides* e *Vochysia tucanorum*, ocorreram entre as dez de maior valor de importância no cerradão, mas não apresentaram essa característica em florestas estudadas no Triângulo Mineiro. Os autores acrescentam que *Alibertia sessilis*,

Copaifera langsdorffii, *Ocotea corymbosa*, *Tapirira guianensis*, *Virola sebifera* e outras possuem maiores valores de importância nas florestas. Para os autores, as espécies de florestas que são encontradas no cerradão parecem ocorrer em seu limite de distribuição, caracterizando o cerradão como uma possível área de transição entre as matas e o cerrado. Esta observação pode ser confirmada na área do presente estudo que, segundo o IBGE (2005) é uma área de transição (“tensão ecológica”) entre a Floresta Estacional Semidecidual e o Cerrado (sentido amplo).

O índice de Shannon (H') e o de equabilidade (J), foram semelhantes aos índices levantados no município vizinho, em Patrocínio Paulista, SP, em fisionomia de cerrado (TEIXEIRA et al. 2004) e inferior aos valores obtidos em gradientes de Floresta Estacional Semidecidual ribeirinha e Cerradão (Tabela 5).

O índice H' considera igual peso entre as espécies raras e abundantes (MAGURRAN, 1988). O fato de ser uma região de ecótono era esperado valores mais elevados de H' , pelo fato deste fragmento apresentar tanto espécies de ocorrência em Cerrado, como espécies de Florestas Estacionais. Este valor comparativo um pouco inferior aos outros fragmentos, pode estar relacionado à redução da riqueza de espécies (observam-se cortes seletivos de árvores e indícios de ocorrência de fogo no passado). Outro fator a ser considerado é a alta concentração de abundâncias em algumas poucas espécies, como por exemplo, a espécie *Copaifera langsdorffii*. Já o índice de equabilidade J pode estar elevado pela grande quantidade de espécies com abundâncias iguais, apesar da baixa riqueza dessas espécies.

Tabela 5 – Índices de diversidade de Shannon (H'), calculados por diversos autores

Fisionomia e localização	Índice de diversidade de Shannon (H')	Equabilidade (J)
Cerradão - Uberlândia, MG (COSTA; ARAÚJO, 2001)	3,54	0,78
Cerrado – Patrocínio Paulista (TEIXEIRA et al. 2004)	3,05	-
Floresta Estacional Semidecidual – Lavras, MG (ESPÍRITO-SANTO et al. 2001)	4,19	0,81
Floresta Estacional Semidecidual e Decidual – Três Marias, MG (CARVALHO et al. 2005)	3,73	0,76
Área de encosta de Floresta Paludosa – Coqueiral, MG (ROCHA et al. 2005)	3,66	0,75
Floresta Estacional Semidecidual em diferentes tipos de solo –Lavras, MG (DALANESI; OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2004)	4,04; 4,08; 4,27; 4,03	0,80 (média)
Presente trabalho (Fazenda Monte Belo)	3,09	0,81

- *Sítio Pratinha*

– **Cerradão – P1** (contíguo à Floresta Paludícula, separado por estreita faixa de pasto):

Este fragmento de Cerradão está distante da Floresta Paludícula cerca de 40 m, separado apenas por uma estreita faixa de pasto. Portanto, está sendo considerado no presente estudo como um *continuum* de Floresta Paludícula – Cerradão. Observa-se também neste fragmento, o uso intenso pelo gado bovino, mas a presença de lianas é inferior à área amostrada no cerradão da Fazenda Monte Belo, em Restinga, SP.

Nas 5 parcelas (de 100 m²), totalizando 0,05 ha de área amostrada ao redor da estação tensiométrica, foram amostrados neste fragmento 112 indivíduos, 19 espécies (considerando indivíduos mortos e sem folhas), distribuídas em 16 famílias (Tabela 6). Outras cinco parcelas foram amostradas ao redor da estação tensiométrica instalada dentro da floresta paludícula, totalizando uma área amostral em parcelas de 0,10 ha nesta propriedade.

Tabela 6 - Famílias e espécies arbóreas amostradas no estudo fitossociológico do fragmento Cerradão, no Sítio Pratinha, em Batatais, SP

Família / Espécie	Família / Espécie
Annonaceae	Myristicaceae
<i>Duguetia lanceolata</i> St. Hil.	<i>Virola sebifera</i> Aubl.
Araliaceae	Myrtaceae
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	<i>Myrciaria</i> cf. <i>floribunda</i> (West ex Willd.) Berg.
Burseraceae	Ochnaceae
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.
Euphorbiaceae	Proteaceae
<i>Mabea fistulifera</i> Mt.	<i>Roupala montana</i> Aubl. Var. <i>montana</i>
<i>Sebastiania brasiliensis</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Rubiaceae
Fabaceae-faboideae	<i>Amaioua intermedia</i> Mart.
<i>Platypodium elegans</i> Vog.	Sapindaceae
Lamiaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.
<i>Vitex</i> cf. <i>polygama</i> Cham.	<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.
Lauraceae	Indet - Sem folhas
<i>Cryptocarya</i> sp	Indet1-Sem folhas
<i>Ocotea</i> sp	Morta
Malvaceae	Morta
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Rob.	

As famílias de maior riqueza de espécies foram Euphorbiaceae, Lauraceae e Sapindaceae (com 2 espécies cada), que contribuíram com 31,6% do total de espécies amostradas. As 11 famílias restantes, com uma espécie cada, representam 57,9%. A porcentagem de mortas e indeterminadas é de 10,5% (Tabela 7).

Tabela 7 - Famílias amostradas nas parcelas do fragmento Cerradão do Sítio Pratinha, em Batatais, SP, ordenadas segundo o Índice de Valor de Importância

Família / espécie	N	Nsp	IVI
Euphorbiaceae	56	2	104,63
Lamiaceae	8	1	36,47
Myristicaceae	10	1	28,20
Lauraceae	11	2	23,74
Myrtaceae	6	1	19,37
Annonaceae	3	1	16,52
Sapindaceae	4	2	15,29
Morta	5	1	14,04
Malvaceae	1	1	10,98
Proteaceae	1	1	5,43
Burceraceae	2	1	5,08
Indet – Sem folhas	1	1	4,87
Fabaceae-faboideae	1	1	3,90
Araliaceae	1	1	3,87
Ochnaceae	1	1	3,84
Rubiaceae	1	1	3,78

N = número de indivíduos; Nsp = número de espécies; IVI = Índice de Valor de Importância.

Euphorbiaceae, família de maior valor de importância, seguida de Lamiaceae, correspondem a 57,14% de todo o valor de importância da área. Myristicaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Annonaceae, Sapindaceae, correspondem a 31,25% do IVI e, as sete famílias restantes, contribuem com 7,14% do IVI. As indeterminadas e mortas, com 0,89 e 4,46%, respectivamente.

As famílias Euphorbiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Fabaceae-Faboideae e Rubiaceae, listadas neste estudo, estão entre as 08 famílias de maior riqueza amostradas em 43 levantamentos florísticos e fitossociológicos de floresta ciliar do Brasil extra-amazônico (RODRIGUES; NAVE, 2004).

Euphorbiaceae, Lauraceae e Burceraceae foram consideradas exclusivas de Cerradão em Uberlândia, MG (COSTA; ARAÚJO, 2001). Segundo os autores,

Fabaceae, Vochysiaceae e Myrtaceae foram as mais representativas em cerrado e cerrado sentido restrito. Observa-se que Vochysiaceae não foi amostrada.

A espécie *Mabea fistulifera* foi a espécie mais representativa e responsável pelo alto valor de importância da família Euphorbiaceae (Tabela 8). Esta espécie foi também a que apresentou maior dominância e frequência relativa e, juntamente, com *Vitex* cf. *polygama*, as espécies com maior área basal e índice de valor de cobertura.

Tabela 8 - Parâmetros florísticos das espécies amostradas em trecho de Cerradão do Sítio Pratinha, em Batatais, SP

Espécies	N	NA	AB	Dr	Dor	FR	IVI	IVC
<i>Mabea fistulifera</i> Mt.	55	4	0,66	49,11	40,57	10,53	100,20	89,68
<i>Vitex</i> cf. <i>polygama</i> Cham.	8	3	0,34	7,14	21,00	7,89	36,03	28,14
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	10	5	0,09	8,93	5,39	13,16	27,47	14,32
<i>Ocotea</i> sp	10	4	0,04	8,93	2,37	10,53	21,82	11,30
<i>Myrciaria</i> cf. <i>floribunda</i> (West ex Willd.) Berg.	6	4	0,05	5,36	2,90	10,53	18,79	8,26
<i>Duguetia lanceolata</i> St. Hil.	3	2	0,14	2,68	8,28	5,26	16,22	10,96
Morta	5	3	0,02	4,46	1,24	7,89	13,60	5,71
<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.	3	2	0,07	2,68	4,31	5,26	12,26	6,99
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Rob.	1	1	0,12	0,89	7,31	2,63	10,83	8,20
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1	1	0,03	0,89	1,85	2,63	5,37	2,74
<i>Roupala montana</i> Aubl. Var. <i>montana</i>	1	1	0,03	0,89	1,76	2,63	5,28	2,65
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	2	1	0,01	1,79	0,52	2,63	4,93	2,30
Indet – sem folhas	1	1	0,02	0,89	1,20	2,63	4,72	2,09
<i>Cryptocarya</i> sp	1	1	0,01	0,89	0,44	2,63	3,96	1,33
<i>Platypodium elegans</i> Vog.	1	1	0,004	0,89	0,23	2,63	3,75	1,12
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	1	1	0,003	0,89	0,20	2,63	3,72	1,09
<i>Sebastiania brasiliensis</i> (Spreng.) Müll.Arg.	1	1	0,003	0,89	0,18	2,63	3,70	1,07
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	1	1	0,003	0,89	0,17	2,63	3,69	1,06
<i>Amaioua intermedia</i> Mart.	1	1	0,002	0,89	0,11	2,63	3,63	1,00

N = número de indivíduos; NA = número de parcelas (ocorrência); AB = Área Basal; DR = Densidade relativa; DoR = Dominância relativa; FR = Frequência relativa; IVI = Índice de Valor de Importância; IVC = Índice de Valor de Cobertura.

As espécies *Duguetia lanceolata*, *Mabea fistulifera*, *Platypodium elegans*, *Virola sebifera*, *Ouratea spectabilis* e *Roupala montana* estão listadas como plantas do cerrado, segundo DURIGAN et al. (2004). Porém, Ruggiero et al. (2002), encontrou

Virola sebifera e *Platypodium elegans*, juntamente com *Cupania vernalis* em trecho de Floresta Estacional Semidecidual no interior de uma gleba do Parque Estadual de Vassununga (gleba Pé-de-Gigante), em Santa Rita do Passa Quatro, SP. De acordo com a autora, nesta reserva de cerrado que possui várias fisionomias, desde campo cerrado até Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual, espécies como *Platypodium elegans*, foi característica de dois ambientes – Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual.

De acordo com Kotchekoff-Henriques (2003), *Copaifera langsdorffii* teve elevada ocorrência em fragmentos de cerradão no município de Ribeirão Preto, SP e, *Platypodium elegans*, ocorreu também em outras formações. *Roupala Montana*, citada por Ribeiro e Walter (1998) como sendo espécie freqüente em cerrado sentido restrito, foi registrada no Cerradão do Sítio Pratinha e também em fragmentos de cerradão em Ribeirão Preto, no levantamento de Kotchekoff-Henriques (2003).

O índice de diversidade de Shannon (H') de 1,95 e o de equabilidade de Pielou (J) de 0,66, foi inferior a todos os valores listados na Tabela 5, provavelmente pela elevada ocorrência de *Mabea fistulifera*. Também neste fragmento observam-se indícios de ocorrência de corte seletivo e fogo.

- Floresta Paludícula (P3)

Nas cinco parcelas de 10 x 10 m (0,05 ha), instaladas ao redor da estação tensiométrica, foram amostrados 182 indivíduos, 31 espécies (considerando indivíduos mortos e indeterminados), pertencentes a 22 famílias (Tabelas 09).

Tabela 09 - Famílias e espécies arbóreas amostradas no estudo fitossociológico do fragmento de Floresta Paludícula, no Sítio Pratinha, em Batatais, SP

(Continua)

Família / Espécie	Família / Espécie
Anacardiaceae	Melastomataceae
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Miconia chamissois</i> Naud.
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin, Ann.

Tabela 09 - Famílias e espécies arbóreas amostradas no estudo fitossociológico do fragmento de Floresta Paludícula, no Sítio Pratinha, em Batatais, SP
(conclusão)

Annonaceae <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Meliaceae <i>Guarea guidonea</i> (L) Sleumer.
Araliaceae <i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	Monimiaceae <i>Siparuna guianensis</i> Aubl.
Arecaceae (Palmae) <i>Euterpe edulis</i> Mart.	Moraceae <i>Pseudolmedia laevigata</i> Tréc.
Cecropiaceae <i>Cecropia pachystachya</i> Tréc. <i>Cecropia polystachya</i> Tréc.	Morta Mortas
Chloranthaceae <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. Ex Miq.	Myristicaceae <i>Virola sebifera</i> Aubl.
Clusiaceae <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb. <i>Clusia</i> sp	Myrsinaceae <i>Rapanea guianensis</i> Aubl.
Cyatheaceae <i>Alsophila</i> sp	Myrtaceae <i>Gomidesia</i> sp
Euphorbiaceae <i>Croton floribundus</i> Spreng. <i>Croton urucurana</i> Baill.	Proteaceae <i>Roupala montana</i> Aubl.
Lauraceae <i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	Rubiaceae <i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.
Magnoliaceae <i>Talauma ovata</i> St. Hil.	Styracaceae <i>Styrax pohlil</i> A.DC.

As cinco famílias de maior riqueza foram: Anacardiaceae, com 35 indivíduos, representada em duas espécies (19,23% do total de indivíduos), sendo que a espécie *Astronium graveolens* com 25 indivíduos e *Tapirira guianensis*, com apenas 8 indivíduos; a família Meliaceae teve 31 indivíduos em 01 espécie (17,03%); Annonaceae com 22 indivíduos, 01 espécie (12,09%); Melastomataceae com 12 indivíduos, duas espécies (6,59%) e Clusiaceae, 08 indivíduos, 02 espécies (4,4%).

Levantamentos realizados em florestas paludículas no estado de São Paulo (Campinas e Rio Claro) diferem dos obtidos neste fragmento, em que a família que apresentou maior riqueza (Anacardiaceae), não ocorre nestes levantamentos entre as cinco famílias com maior número de indivíduos e espécies. Enquanto que as famílias Meliaceae, Annonaceae e Clusiaceae, importantes neste estudo, também são destaques nas florestas paludículas do estado de São Paulo (TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998; TEIXEIRA; ASSIS, 2005) e Minas Gerais (ROCHA et. al. 2005).

LOURES et al. (2007), em estudo realizado no sudeste do Brasil, em floresta paludícula, observou que a riqueza e a diversidade de espécies de florestas paludículas de altitude do estado de Minas Gerais difere em relação às florestas de baixa altitude. Como exemplo, a família Fabaceae que, a partir de 1.500 m de altitude perde importância (CARVALHO et al. 2005).

Muitas das espécies amostradas neste estudo são comuns nos remanescentes de cerrado da região, entre as quais *Xylopia aromatica* e *Roupala montana* ou mesmo em florestas estacionais semidecíduais do Estado, como *Virola sebifera* (MARQUES; SILVA; SALINO, 2003). Sendo que a espécie *Xylopia aromatica* está entre as cinco espécies com maior índice de valor de importância nesta amostragem.

As cinco espécies mais importantes em valor de importância (VI), dominância absoluta (DoA) e valor de cobertura foram: *Guarea guidonea*, *Astronium graveolens* e *Xylopia aromática*. Apesar de ocorrerem em outras florestas paludículas no estado de São Paulo, não são citadas entre as mais importantes, diferindo dos demais levantamentos realizados em florestas paludículas, tanto no estado de São Paulo, como em levantamentos realizados no estado de Minas Gerais. Nestes levantamentos, as espécies como *Calophyllum brasiliensis*, *Talauma ovata*, *Dendropanax cuneatus*, *Protium* sp, *Tapirira guianensis*, *Styrax pohlii* e *Cedrela odorata* são citadas como sendo as espécies mais importantes (VI) (TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998; ROCHA et al. 2005; MARQUES; SILVA; SALINO, 2003; TEIXEIRA; ASSIS, 2005).

A Tabela 10 apresenta os valores dos parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies.

Tabela 10 - Parâmetros Fitossociológicos das espécies amostradas no fragmento de Floresta Paludícula, no Sítio Pratinha, município de Batatais, SP

Espécies	N	NA	AB	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Guarea guidonea</i> (L) Sleumer.	31	4	0,44	17,03	5,97	24,57	41,60	20,80
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	25	5	0,42	13,74	7,46	23,13	15,86	18,44
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	22	5	0,24	12,09	7,46	13,21	14,78	12,65
Mortas	20	5	0,15	10,99	7,46	8,26	10,92	9,62
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Tréc.	13	4	0,08	7,14	5,97	4,3	8,90	5,72
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	8	4	0,06	4,4	5,97	3,4	5,81	3,90
<i>Miconia chamissois</i> Naud.	7	4	0,02	3,85	5,97	1,31	4,59	2,58
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	3	2	0,06	1,65	2,99	3,36	3,71	2,51
Liana	4	3	0,01	2,2	4,48	0,63	2,67	1,42
<i>Styrax pohlii</i> A.DC.	3	3	0,01	1,65	4,48	0,68	2,44	1,17
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	5	2	0,02	2,75	2,99	0,91	2,27	1,83
<i>Alsophila</i> sp	3	2	0,04	1,65	2,99	1,99	2,22	1,82
<i>Clusia</i> sp	4	1	0,04	2,2	1,49	2,28	2,21	2,24
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	4	2	0,01	2,2	2,99	0,6	1,99	1,40
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	3	2	0,02	1,65	2,99	1,06	1,93	1,36
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin, Ann.	5	1	0,02	2,75	1,49	1,13	1,90	1,94
<i>Talauma ovata</i> St. Hil.	3	2	0,01	1,65	2,99	0,67	1,79	1,16
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	2	1	0,02	1,1	1,49	1,3	1,77	1,20
<i>Xylopia</i> cf. <i>aromatica</i> (Lam.) Mart.	2	1	0,02	1,1	1,49	1	1,30	1,05
<i>Gomidesia</i> sp	2	1	0,02	1,1	1,49	0,97	1,20	1,04
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	1	1	0,02	0,55	1,49	0,93	1,19	0,74
<i>Cecropia polystachya</i> Tréc.	1	1	0,01	0,55	1,49	0,7	0,99	0,63
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. Ex Miq.	1	1	0,01	0,55	1,49	0,6	0,92	0,58
<i>Croton urucurana</i> Baill.	1	1	0,01	0,55	1,49	0,56	0,88	0,55
<i>Roupala montana</i> Aubl.	1	1	0,01	0,55	1,49	0,35	0,87	0,45
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	1	1	0,01	0,55	1,49	0,31	0,80	0,43
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	1	1	0,01	0,55	1,49	0,28	0,78	0,41
Indet 3	1	1	0,01	0,55	1,49	0,23	0,77	0,39
<i>Cecropia pachystachya</i> Tréc.	1	1	0,00	0,55	1,49	0,19	0,76	0,37
Indet 2	1	1	0,00	0,55	1,49	0,18	0,75	0,36
Indet 1	1	1	0,00	0,55	1,49	0,15	0,74	0,35
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1	1	0,00	0,55	1,49	0,12	0,73	0,33

N = número de indivíduos; NA = número de parcelas (ocorrência); AB = Área Basal; DR = Densidade relativa; FR = Frequência relativa; DoR = Dominância relativa; VC = Índice de Valor de Cobertura; IVI = Índice de Valor de Importância

Observa-se que o número de indivíduos mortos (vinte), corresponde a 11% do número total de indivíduos amostrados, estando acima dos valores de 5 a 8% encontrados em ambientes paludosos e não paludosos (TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998; LOURES et. al. 2007).

Destaca-se também que as três espécies mais importantes (em VI) são as que apresentaram maior Área Basal. Portanto, a maioria dos indivíduos apresentou

diâmetro abaixo de 10 cm, característica comum em florestas paludículas (LOURES et al. 2007).

O Índice de Diversidade de Shannon para espécies (H') foi 2,83, um pouco superior a maioria dos valores encontrados para florestas paludículas no estado de São Paulo, conforme ilustra a Tabela 11. Este valor pode estar relacionado ao fato da região ser um ecótono entre Floresta Estacional e Cerrado e, também, a influência da topografia e microtopografia, pois este fragmento de Floresta Paludícula apresenta um talude mais acentuado na borda e vários “morrotes” em seu interior, favorecendo espécies não tolerantes ao encharcamento permanente.

Tabela 11 - Diferentes índices de diversidade de Shannon (H'), calculados por diversos autores, em florestas paludículas no estado de São Paulo

Localidades	Índice de diversidade de Shannon (H')
Itatinga (IVANUSKAS et al. 1997)	2,75
Campinas (TONIATO et al., 1998)	2,65
Campinas (TONIATO et al., 1998)	2,74
Brotas (MARQUES; SILVA; SALINO, 2003)	2,81
Rio Claro (TEIXEIRA; ASSIS, 2005)	2,10
Presente trabalho	2,83

- *Fazenda Magnólia*

- Floresta Paludícula (MG2)

Nas cinco parcelas de 10 x 10 m (0,05 ha), instaladas ao redor da estação tensiométrica, foram amostrados 191 indivíduos, apenas 10 espécies (considerando indivíduos mortos como uma espécie) e 09 famílias (Tabela 12).

Tabela 12 - Famílias e espécies arbóreas amostradas no estudo fitossociológico do fragmento de Floresta Paludícula, na Fazenda Magnólia, em Batatais, SP

Família / Espécie	Família / Espécie
Anacardiaceae	Icacinaceae
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard
Araliaceae	Magnoliaceae
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	<i>Talauma ovata</i> St. Hil.
Cecropiaceae	Meliaceae
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	<i>Guarea guidonea</i> (L) Sleumer.
Clusiaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Morta
	Morta
	Myrsinaceae
	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.

Ocorreram oito famílias na área de amostragem, sendo que Magnoliaceae, representada por *Talauma ovata*, apresentou 80 indivíduos (41,88% do total de indivíduos), seguida por Anacardiaceae, representada por *Tapirira guianensis*, 36 indivíduos (18,85% do total de indivíduos) e Icacinaceae, representada por *Citronella gongonha*, com 18 indivíduos (18%). As famílias Myrsinaceae e Cecropiaceae também foram representadas por uma espécie cada, sendo Myrsinaceae, representada por *Rapanea guianensis*, com 13 indivíduos (6,81%) e Cecropiaceae, com 06 indivíduos, representada por *Cecropia pachystachya* (3,14%). Meliaceae foi a única família representada por duas espécies (*Cedrela odorata* e *Guarea guidonea*), porém com apenas 3 indivíduos (1,57% do total de indivíduos).

Diferente dos resultados da floresta paludícula do Sítio Pratinha, observa-se um resultado coerente com outros levantamentos que apontam as espécies *Talauma ovata*, *Tapirira guianensis* e *Dendropanax cuneatum* como espécies de ocorrência comum nas florestas paludículas do sudeste brasileiro (ROCHA et al. 2005), e comum nas florestas paludículas no estado de São Paulo (TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998).

Em outros levantamentos realizados em florestas paludículas, as espécies

Calophyllum brasiliensis, *Talauma ovata*, *Dendropanax cuneatus*, *Protium* sp, *Tapirira guianensis*, *Styrax pohlii* e *Cedrela odorata* são citadas como sendo as espécies mais importantes (em VI) (TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998; ROCHA et al. 2005; MARQUES; SILVA; SALINO, 2003; TEIXEIRA e ASSIS, 2005), coincidindo com as espécies que ocorreram neste levantamento, com exceção de *Protium* sp e *Styrax pohlii* (Tabela 13).

Na Fazenda Magnólia, as espécies com maior valor de importância, *Talauma ovata* e *Tapirira guianensis* se destacaram também em área basal (AB), 0,61 e 0,51 m², respectivamente e, as árvores mortas, terceiro lugar em IVI, com 31 indivíduos, apresentaram área basal média de 0,22 m². As espécies que ocupam o quarto e quinto lugares em valor de importância (VI), *Citronella gongonha* e *Rapanea guianensis*, a área basal média foi de 0,28 e 0,29 m² respectivamente. As demais espécies, a área basal foi inferior a 0,10 m².

A Tabela 13 apresenta os valores dos parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies.

Tabela 13 - Parâmetros Fitossociológicos das espécies amostradas no fragmento de Floresta Paludícula, na Fazenda Magnólia, município de Batatais, SP

Espécies	N	NA	AB	DR	FR	DoR	VC	VI
<i>Talauma ovata</i> St. Hil.	80	5	0,6118	41,88	15,15	28,65	70,533	85,684
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	36	5	0,5097	18,85	15,15	23,87	42,718	57,869
Morta	31	5	0,2234	16,23	15,15	10,46	26,692	41,843
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	18	5	0,2835	9,42	15,15	13,28	22,702	37,854
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	13	4	0,2879	6,81	12,12	13,48	20,286	32,407
<i>Cedrela odorata</i> L.	2	2	0,0927	1,05	6,06	4,34	5,386	11,447
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	3	3	0,0127	1,57	9,09	0,59	2,165	11,256
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	6	2	0,0416	3,14	6,06	1,95	5,089	11,15
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	1	1	0,0703	0,52	3,03	3,29	3,816	6,846
<i>Guarea guidonea</i> (L) Sleumer.	1	1	0,0019	0,52	3,03	0,09	0,613	3,643

N = número de indivíduos; NA = número de parcelas (ocorrência); AB = Área basal; DR = Densidade relativa; FR = Frequência relativa; DoR = Dominância relativa; VC = Índice de Valor de Cobertura; IVI = Índice de Valor de Importância;

Neste levantamento a porcentagem de indivíduos mortos (16,2%) também foi superior aos valores de 5 a 8% encontrados em ambientes paludículos e não paludículos (TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998; LOURES et. al. 2007).

Ao contrário da floresta paludícula do Sítio Pratinha, o Índice de Diversidade de Shannon para espécies (H') foi inferior que a maioria dos valores encontrados para florestas paludículas no estado de São Paulo, conforme ilustra a Tabela 14.

Tabela 14 - Diferentes índices de diversidade de Shannon (H'), calculados por diversos autores, em florestas paludículas no estado de São Paulo

Localidades	Índice de diversidade de Shannon (H')
Itatinga (IVANUSKAS et al. 1997)	2,75
Campinas (TONIATO et al.,1998)	2,65
Campinas (TONIATO et al.,1998)	2,74
Brotas (MARQUES; SILVA; SALINO, 2003)	2,81
Rio Claro (TEIXEIRA; ASSIS, 2005)	2,10
Presente trabalho	1,63

Este baixo valor do índice H' reflete um processo de dominância ecológica, principalmente por *Talauma ovata*. Importante lembrar que o solo sob este fragmento de Floresta Paludícula possui altos teores de argila e baixíssimos teores de areia, além do lençol freático ter sido aflorante em todo o período de amostragem.

2.3.2 Análise florística comparativa entre os fragmentos

A Tabela 15 exhibe as espécies que ocorreram nas parcelas de cada fragmento estudado, indicando aquelas que foram de ocorrência exclusiva de cada fisionomia e espécies que ocorreram em mais de uma fisionomia.

Tabela 15 - Local de ocorrência e frequência das espécies amostradas

(Continua)

LOCAL DE OCORRÊNCIA	Nº. DE INDIVÍDUOS	DISTRIBUIÇÃO NAS DIFERENTES FISIONOMIAS
Cerradão (Faz. M.Belo - nas 3 estações)		
<i>Acacia polyphylla</i>	2	
<i>Acacia</i> sp	2	
<i>Acrocomia aculeata</i>	2	
<i>Aegiphila sellowiana</i>	1	
<i>Alibertia sessilis</i>	3	
<i>Allophylus edulis</i>	1	
<i>Anadenanthera falcata</i>	6	
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1	
<i>Cabralea</i> cf. <i>canjerana</i>	1	
<i>Casearia sylvestris</i>	15	
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	2	
Citrus (espécie exótica)	1	
<i>Copaifera langsdorffii</i>	40	
<i>Coutarea hexandra</i>	2	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	3	
<i>Erythroxylum</i> cf. <i>pelleterianum</i>	2	
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	3	
<i>Eugenia florida</i>	1	
<i>Guapira opposita</i>	1	
<i>Lithraea molleoides</i>	5	
<i>Luehea divaricata</i>	19	
<i>Machaerium aculeatum</i>	1	
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	1	
<i>Myrcia</i> cf. <i>fallax</i>	1	
<i>Myrcia tomentosa</i>	6	
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	1	
<i>Trichilia clausenii</i>	5	
<i>Trichilia pallida</i>	6	
<i>Zanthoxylum</i> cf. <i>acumenatum</i>	1	
Cerradão (Sít. Pratinha)		
<i>Amaioua intermédia</i>	1	
<i>Cryptocarya</i> sp	1	
<i>Duguetia lanceolata</i>	3	
<i>Eriotheca candoliana</i>	1	
<i>Mabea fistulifera</i>	55	
<i>Myrciaria</i> cf. <i>floribunda</i>	6	
<i>Vitex</i> cf. <i>polygama</i>	8	
Cerradão (Faz. M.Belo e Sít.Pratinha)		
<i>Cupania vernalis</i>	4	Faz.Monte Belo: 03 / Sít.Pratinha: 01
<i>Matayba juglandifolia</i>	15	Faz.Monte Belo: 12 / Sít.Pratinha: 03
<i>Ocotea</i> sp	13	Faz.Monte Belo: 03 / Sít.Pratinha: 10
<i>Ouratea</i> cf. <i>spectabilis</i>	3	Faz.Monte Belo: 02 / Sít.Pratinha: 01

Tabela 15 - Local de ocorrência e frequência das espécies amostradas

		(Conclusão)
<i>Platipodium elegans</i>	29	Faz.Monte Belo: 28 / Sít.Pratinha: 01
<i>Protium spruceanum</i>	4	Faz.Monte Belo: 02 / Sít.Pratinha: 02
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	2	Faz.Monte Belo: 01 / Sít.Pratinha: 01
Paludícula (Faz. Magnólia)		
<i>Cedrela odorata</i>	2	
<i>Citronella gongonha</i>	18	
Paludícula (Sít. Pratinha)		
<i>Alsophila sp</i>	2	
<i>Aniba firmula</i>	1	
<i>Astronium graveolens</i>	18	
<i>Cecropia polystachya</i>	1	
<i>Clusia sp</i>	4	
<i>Coussarea hydrangeifolia</i>	5	
<i>Croton floribundus</i>	2	
<i>Euterpe edulis</i>	1	
<i>Gomidesia sp</i>	1	
<i>Hedyosmum brasiliense</i>	6	
<i>Miconia chamissois</i>	5	
<i>Miconia ligustroides</i>	2	
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	13	
<i>Siparuna guianensis</i>	1	
<i>Styrax pohlii</i>	3	
<i>Xylopia aromatica</i>	25	
Paludículas (Magnólia e Pratinha) e Cerradão M.Belo *		
<i>Calophyllum brasiliense</i>	5	Faz.Magnólia: 1 / Sít.Pratinha: 4
<i>Cecropia pachystachya</i>	7	Faz.Magnólia: 6 / Sít.Pratinha: 1
<i>Guarea guidonea</i>	32	Faz.Magnólia: 1 / Sít.Pratinha: 31
<i>Rapanea guianensis</i> *	18	Faz.Magnólia:13 / Pratinha: 3/ *M.Belo: 02
<i>Talauma ovata</i>	83	Faz.Magnólia: 80 / Sít.Pratinha: 3
<i>Tapirira guianensis</i> *	60	Faz.Magnólia:36 / Pratinha: 8/ *M.Belo: 16
Paludícula (Faz.Magnólia) e Cerradão (Faz. M.Belo)		
<i>Dendropanax cuneatum</i>	11	Faz.Magnólia: 3 / Faz.Monte Belo: 8
Paludícula (Sít. Pratinha) e Cerradão (Faz. M.Belo)		
<i>Croton urucurana</i>	2	Sítio Pratinha: 1 / Faz.Monte Belo: 1
Paludícula e Cerradão (Sít.Pratinha)		
<i>Roupala montana</i>	2	Sít.Pratinha - Cerradão: 1; Paludícula: 1
<i>Schefflera calva</i>	2	Sít.Pratinha - Cerradão: 1; Paludícula: 1
<i>Virola sebifera</i>	12	Sít.Pratinha - Cerradão: 10 / Paludícula: 2
Em todas as áreas		
Mortas	78	

É possível verificar na tabela acima as espécies que ocorrem nas mesmas fisionomias (Cerradão da Fazenda Monte Belo e o Cerradão do Sítio Pratinha e as

Florestas Paludículas da Fazenda Magnólia e do Sítio Pratinha), a frequência com que ocorrem são diferentes.

No caso específico das Florestas Paludículas, esperava-se uma semelhança florística em função da saturação hídrica dos solos na maior parte do ano e o fato das propriedades que abrigam essas formações estarem localizadas na mesma região. Porém apenas 06 espécies foram de ocorrência comum, mas com parâmetros populacionais distintos. Dentre estas espécies, *Calophyllum brasiliense*, *Talauma ovata* e *Tapirira guianensis*, destacaram-se na maior parte dos estudos em Florestas Paludículas no estado de São Paulo (IVANAUSKAS et al., 1997; TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 1998; TEIXEIRA; ASSIS, 2005). Outras espécies levantadas por estes autores, como *Cedrela odorata*, *Styrax pohlii* e *Dendropanax cuneatum*, também foram amostradas; sendo que *Dendropanax cuneatum* não foi exclusiva do ambiente paludículo, ocorrendo também no Cerradão da Fazenda Monte Belo, a única das propriedades que não possui Floresta Paludícula. Esta espécie também foi citada para áreas mais secas, porém sempre foi mais abundante em áreas alagadas (TONIATO et. al. 1998).

Em estudo florístico de floresta paludícula no Estado de São Paulo, Guarino; Silva e Salino (2003) verificaram que 53% do total das espécies amostradas ainda não haviam sido listadas para este ambiente e que muitas destas espécies são comuns de remanescentes de cerrado, como *Xylopia aromatica* e *Roupala montana*, que também neste estudo ocorreram tanto em ambiente paludículo como no Cerradão.

Apesar da presença de espécies de ocorrência típica em florestas paludículas, a composição florística destes dois fragmentos se mostrou diferente, ainda que esse fato possa resultar do baixo esforço amostral, na influência diferencial das formações adjacentes (já observada por Ivanauskas et al. 1997) e possíveis interferências antrópicas no passado.

Algumas das espécies amostradas nos fragmentos de Cerradão, como *Sebastiania brasiliensis*, *Acácia polyphylla*, *Casearia sylvestris*, *Virola sebifera* entre outras também foram amostradas em Florestas Estacionais Semidecíduais (MARQUES; SILVA; SALINO, 2003), confirmando a região de estudo como sendo uma área de tensão ecológica entre essas formações.

2.3.3 Caracterização morfológica, física e química dos solos

Observa-se que a transição entre os perfis dos solos, da cota mais elevada para as cotas mais baixas, é fortemente influenciada pela topografia e a drenagem. Ou seja, quanto mais próximo da água (cotas mais baixas), predomínio de Gleissolos, alterando para outros tipos de solo nas cotas mais elevadas.

Na Fazenda Monte Belo (MB) encontram-se Gleissolo na estação tensiométrica próxima ao córrego e Neossolo Litólico nas estações intermediária e mais distante (cotas mais elevadas do terreno).

Na Fazenda Magnólia (MG), na área de pasto o solo é do tipo Nitossolo e, na borda da mata, Nitossolo, transição para Gleissolo.

No Sítio Pratinha (P), no interior do Cerradão e na área de pasto o solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo e na borda e interior da mata de brejo, Gleissolo.

As Tabelas 16 e 17 mostram a análise morfológica dos solos e a textura, respectivamente.

Tabela 16 – Análise morfológica detalhada das amostras de solos (continua)

Localização		Amostra	Cor (úmida)	Agregados (estruturas)		Consistência Molhada	Textura
				Tipo	Tamanho	Pegajosidade	
Faz. Monte Belo							
MB1 (Próximo ao córrego)	MB1-10 cm	10YR 2/2	Bl. Sub.	médio	pegajoso		Muito Argilosa
	MB1-30 cm	7,5YR 3/2	Bl. Sub.	grande	ligeiram. pegajoso		Muito Argilosa
	MB1-60 cm	10YR 3/3	Bl. Angular	grande	ligeiram. pegajoso		Muito Argilosa
	MB1-100 cm	10YR 4/3	Bl. Sub.	grande	pegajoso		Muito Argilosa
	MB1-150 cm	10YR 4/2 (*)	Bl. Sub.	grande	ligeiram. pegajoso		Muito Argilosa
MB2 (Estação intermediária)	MB2- 10 cm	2,5YR 3/4	**	médio	pegajoso		Muito Argilosa
	MB2- 30 cm	2,5YR 2,5/4	**	grande	pegajoso		Muito Argilosa

Tabela 16 – Análise morfológica detalhada das amostras de solos (continua)

	MB2- 60 cm	5YR 4/4	**	médio	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
	MB2-100 cm	7,5YR 3/4	**	grande	pegajoso	Muito Argilosa
	MB2-150 cm	7,5YR 3/4	**	médio	pegajoso	Muito Argilosa
MB3 (Estação mais distante do córrego)	MB3-10 cm	2,5YR 3/4	**	médio	pegajoso	Muito Argilosa
	MB3-30 cm	2,5YR 2,5/4	**	médio	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
	Faz. Magnólia					
MG1 (Pasto)	MG1-10 cm	2,5YR 2,5/4	**	médio	pegajoso	Muito Argilosa
	MG1-30 cm	10R 3/4	**	médio	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
	MG1-60 cm	10R 3/4	**	médio	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
	MG1-100 cm	10R 3/4	**	médio	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
	MG1-150 cm	10R 3/4	**	pequeno	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
MG2 (Floresta Paludícula)	MG2-10 cm	2,5YR 2,5/4*	Bl. Sub.	pequeno	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
	MG2-30 cm	2,5YR 4/2*	Bl. Sub.	pequeno	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
		<i>* c/ nódulos de cor 2,5YR 2,5/2</i>				
	Sítio Pratinha					
P1 (Interior do Cerradão)	P1-10 cm	5YR 4/4	Granular	médio	pegajoso	Argilosa
	P1-30 cm	7,5YR 4/6	**	médio	ligeiram. pegajoso	Argilosa
	P1-60 cm	7,5YR 4/4	**	pequeno	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
	P1-100 cm	7,5YR 4/4	**	pequeno	ligeiram. pegajoso	Muito Argilosa
	P1-150 cm	7,5YR 4/4	**	pequeno	ligeiram. pegajoso	Argilosa
(P2) Pasto	P2-10 cm	10YR 5/3	Bl. Angular	médio	ligeiram. pegajoso	Argilosa
	P2-30 cm	10YR 5/3	Bl. Sub.	médio	ligeiram. pegajoso	Argilosa
	P2-60 cm	10YR 5/4	Bl. Sub.	pequeno	ligeiram. pegajoso	Argilosa
	P2-100 cm	10YR 5/4	Bl. Angular	pequeno	ligeiram. pegajoso	Argilosa

Tabela 16 – Análise morfológica detalhada das amostras de solos (conclusão)

	P2-150 cm	10YR 6/4	Maciço (denso)	–	ligeiram. pegajoso	Argilosa
(P3) Floresta Paludícula	P3-10 cm	10YR 3/3	Granular	médio	pegajoso	Argilosa
	P3-30 cm	10YR 3/3	**	pequeno	pegajoso	Argilosa
	P3-60 cm	10YR 6/2	Maciço (denso)	–	ligeiram. pegajoso	Argilosa
	P3-100 cm	10YR 6/2	Maciço (denso)	–	ligeiram. pegajoso	Argilosa

Tabela 17 – Porcentagens de argila, silte e areia nas amostras de solos (continua)

Estações	Prof. (cm)	Argila %	Silte %	Areia %	Textura
Faz. M. Belo					
MB1	10	61,25	17,5	21,25	Muito Argilosa
MB1	30	66,25	20	13,75	Muito Argilosa
MB1	60	70	18,75	11,25	Muito Argilosa
MB1	100	62,5	15	22,5	Muito Argilosa
MB1	150	67,5	11,25	21,25	Muito Argilosa
MB2	10	61,25	12,5	26,25	Muito Argilosa
MB2	30	61,25	12,5	26,25	Muito Argilosa
MB2	60	65	10	25	Muito Argilosa
MB2	100	62,5	6,25	31,25	Muito Argilosa
MB2	150	65	7,5	27,5	Muito Argilosa
MB3	10	62,5	11,25	26,25	Muito Argilosa
MB3	30	63,75	12,5	23,75	Muito Argilosa
Sítio Pratinha					
P1	10	57,5	3,75	38,75	Argilosa
P1	30	55	6,25	38,75	Argilosa
P1	60	61,25	2,5	36,25	Muito Argilosa
P1	100	62,5	1,25	36,25	Muito Argilosa
P1	150	55	5	40	Argilosa
P2	10	46,25	12,5	41,25	Argilosa
P2	30	50	11,25	38,75	Argilosa
P2	60	51,25	11,25	37,5	Argilosa
P2	100	52,5	7,5	40	Argilosa
P2	150	52,5	12,5	35	Argilosa
P3	10	55	13,75	31,25	Argilosa
P3	30	53,75	13,75	32,5	Argilosa
P3	60	52,5	11,25	36,25	Argilosa
P3	100	53,75	6,25	40	Argilosa

Tabela 17 – Porcentagens de argila, silte e areia nas amostras de solos
(conclusão)

Faz.Magnólia					
Mg1	10	75	23,75	1,25	Muito Argilosa
Mg1	30	81,25	17,5	1,25	Muito Argilosa
Mg1	60	81,25	17,5	1,25	Muito Argilosa
Mg1	100	80	16,25	3,75	Muito Argilosa
Mg1	150	78,75	16,25	5	Muito Argilosa
Mg2	10	65	25	10	Muito Argilosa
Mg2	30	68,75	22,5	8,75	Muito Argilosa

Todos os solos são bastante argilosos e praticamente homogêneos em seus perfis, com exceção dos solos sob o Cerradão do Sítio Pratinha, onde se observa um aumento nos teores de argila, nas camadas entre 60 e 100 cm de profundidade.

Na Fazenda Monte Belo, em Restinga, SP, onde não ocorre Floresta Paludícula (o córrego é “encaixado”) e na Fazenda Magnólia, em Batatais, SP, com Floresta Paludícula, os solos possuem textura muito argilosa em todas as estações tensiométricas, com aumento nas porcentagens de argila nas camadas subsuperficiais.

Na Fazenda Magnólia, o perfil topográfico e os teores menores de argila nas camadas superficiais, com o aumento nas camadas mais profundas, fazem com que ocorra escoamento subsuperficial das águas nos períodos de chuva, contribuindo para a formação de ambiente paludículo na cota mais baixa e plana. Interessante observar nesta propriedade que os solos apresentam porcentagens muito baixas de areia e altas porcentagens de argila e silte.

As porcentagens de argila, silte e areia ao longo das diferentes profundidades amostradas, em cada estação tensiométrica, estão indicadas nas Figuras 15 a 22. Foram feitas análises física e química dos solos de acordo com as instalações dos tensiômetros; portanto, nas profundidades onde não houve instalação de tensiômetro, não foram feitas amostragens de solo.

Figura 15 – Porcentagens de argila, silte e areia nas diferentes profundidades de solo (ao redor dos tensiômetros), na **estação próxima ao córrego**, na Faz. Monte Belo, em Restinga, SP

Figura 16 – Porcentagens de argila, silte e areia nas diferentes profundidades de solo (ao redor dos tensiômetros), na **estação com distância intermediária**, na Faz. Monte Belo, Restinga, SP

Figura 17 – Porcentagens de argila, silte e areia nas diferentes profundidades de solo (ao redor dos tensiômetros), na **estação distante do córrego**, na Faz. Monte Belo, Restinga, SP

Figura 18 – Porcentagens de argila, silte e areia nas diferentes profundidades de solo (ao redor dos tensiômetros), na **Floresta Paludícula**, na Faz. Magnólia, Batatais, SP

Figura 19 - Porcentagens de argila, silte e areia nas diferentes profundidades de solo (ao redor dos tensiômetros), em área de **pastagem**, na Faz. Magnólia, Batatais, SP

Figura 20 - Porcentagens de argila, silte e areia nas diferentes profundidades de solo (ao redor dos tensiômetros), na **Floresta Paludícula**, no Sítio Pratinha, Batatais, SP

Figura 21 - Porcentagens de argila, silte e areia nas diferentes profundidades de solo (ao redor dos tensiômetros), em área de **pastagem**, no Sítio Pratinha, Batatais, SP

Figura 22 - Porcentagens de argila, silte e areia nas diferentes profundidades de solo (ao redor dos tensiômetros), no **Cerradão**, Sítio Pratinha, Batatais, SP

Comparando-se as porcentagens de argila, silte e areia entre as áreas (Fazendas Monte Belo, Magnólia e Sítio Pratinha), em relação às distâncias semelhantes; ou seja, próximo ao córrego e nas florestas paludículas (cotas mais baixas) e nas estações intermediárias e mais distantes (cotas intermediárias e cotas mais elevadas), é possível observar a diferença entre a textura dos solos (Figuras 23 a

31). Nas figuras onde não aparece a coluna, são as profundidades onde não foram instalados os tensiômetros e, portanto, não foram feitas coletas de solos.

Figura 23 – Porcentagem de **argila** das estações localizadas **próximas ao córrego** (Faz. Monte Belo) e **na borda da Floresta Paludícula** (Faz. Magnólia e Sítio Pratinha)

Figura 24 – Porcentagens de **argila** encontradas na **estação intermediária** do Cerradão (Faz. Monte Belo) e nas áreas de pasto (Faz. Magnólia e Sítio Pratinha)

Figura 25 – Porcentagens de **argila** encontradas nas **estações mais distantes** do córrego (Faz. Monte Belo) e na Floresta Paludícula (interior do Cerradão no Sítio Pratinha)

Figura 26 – Porcentagem de **Silte** das estações localizadas **próximas ao córrego** (Faz. Monte Belo) e **na borda da Floresta Paludícula** (Faz. Magnólia e Sítio Pratinha)

Figura 27 – Porcentagens de **Silte** encontradas na **estação intermediária** do Cerradão (Faz. Monte Belo) e nas áreas de pasto (Faz. Magnólia e Sítio Pratinha)

Figura 28 – Porcentagens de **Silte** encontradas nas **estações mais distantes** do Córrego (Faz. Monte Belo) e da Floresta Paludícula (interior do Cerradão no Sítio Pratinha)

Figura 29 – Porcentagem de **Areia** das estações localizadas **próximas ao córrego** (Faz. Monte Belo) e **na borda da Floresta Paludícula** (Faz. Magnólia e Sítio Pratinha)

Figura 30 – Porcentagens de **Areia** encontradas na **estação intermediária** do Cerradão (Fazenda Monte Belo) e nas áreas de pasto (Fazenda Magnólia e Sítio Pratinha)

Figura 31 – Porcentagens de **Areia** encontradas nas **estações mais distantes** do Córrego (Faz. Monte Belo) e da Floresta Paludícula (interior do Cerradão no Sítio Pratinha)

A maioria dos solos com textura muito argilosa e argilosa possui maior disponibilidade hídrica, com exceção de Latossolos ácricos que possuem argila elevada, mas são muito ressecados por causa da forte microagregação da argila, que é consequência do elevado grau de floculação dessa fração (PRADO, 2007). Os solos ácricos são solos intemperizados, e com baixos valores de retenção de cátions (retenção de cátions menor ou igual a 1,5 e delta pH positivo ou nulo, ou retenção de cátions menor ou igual a 1,5 e pH KCL maior que 5.0) no horizonte B. No Sítio Pratinha pode ter esta condição no solo sob o Cerradão (P1) e também na área de Pasto (P2). De acordo com Prado (2007), quando o resultado da soma entre Alumínio (Al^{3+}) e a Soma de Bases (SB) for inferior a 0,75 certamente é ácido, desde que o Latossolo seja argiloso ou muito argiloso.

Do ponto de vista da fertilidade química, observam-se diferenças não apenas entre os solos das áreas, mas também em uma mesma área, diferenças entre as estações (Tabelas 18, 19 e 20).

Os solos da Fazenda Monte Belo apresentam-se mais eficientes em termos nutricionais, com os valores mais elevados de CTC Total nas três estações, principalmente nas primeiras profundidades (10, 30 e 60 cm). Estes teores podem estar

relacionados à porcentagem elevada de argila e também de matéria orgânica. O mesmo ocorre em relação ao solo sob a Floresta Paludícula da Faz. Magnólia.

Os solos mais deficientes nutricionalmente são os do Sítio Pratinha (nas três estações). Os elevados teores de Alumínio, baixa CTC e baixíssima Saturação por Bases (V%), classificam estes solos como álicos. As porcentagens mais elevadas de areia provavelmente contribuem para os baixos valores de troca catiônica desse solo.

Todos os solos se mostraram ácidos, sendo que o solo sob o Cerradão do Sítio Pratinha apresentou os valores mais baixos de pH em água,.

A acidez potencial ou acidez total (H + Al) teve valores elevados em todos os solos sob Cerradão e, também, sob as Florestas Paludículas.

Em relação aos teores de matéria orgânica, observam-se valores mais elevados na estação mais próxima do córrego da Fazenda Monte Belo, bem como nos solos sob as Florestas Paludículas (Fazenda Magnólia e Sítio Pratinha) e, também, nas camadas mais superficiais de praticamente todos os solos.

Os solos do Sítio Pratinha foram os que apresentaram porcentagens mais baixas de Volume de Saturação por Bases (V%). Este pode ser um parâmetro para separar solos considerados férteis (V% >50) de solos de menor fertilidade (V% <50).

Tabela 18 - Valores médios dos atributos químicos dos solos das Estações Tensiométricas 1, 2 e 3, na Fazenda Monte Belo, município de Restinga – SP

Estação	Prof. (cm)	CTC _t	pH H ₂ O	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
						mmolc dm ⁻³						%		
MB1	10	129,4	5,4	52	27	1,4	35	11	3	82	47,4	129,6	37	6
MB1	30	99,8	5,1	42	12	0,8	15	4	7	80	19,8	100,0	20	26
MB1	60	106,4	5,5	28	5	0,4	24	10	4	72	34,4	106,8	32	10
MB1	100	60,2	5,6	17	11	0,2	8	6	2	46	14,2	60	24	12
MB1	150	55,1	5,6	16	12	0,1	8	5	1	42	13,1	55	24	7
MB2	10	91,6	5,5	34	17	1,6	14	6	4	70	21,6	91,8	24	16
MB2	30	69,5	5,8	29	13	0,5	2	1	6	66	3,5	69,3	5	63
MB2	60	60,2	5,8	30	4	0,2	2	1	6	57	3,2	60,6	5	65
MB2	100	8,1	5,3	21	2	0,1	1	1	1	6	2,1	7,7	27	32
MB2	150	48,2	5,3	20	2	0,2	3	1	1	44	4,2	48,4	9	19
MB3	10	110,8	5,3	44	26	0,8	26	12	2	72	38,8	111,0	35	5
MB3	30	81,5	4,9	37	22	0,5	5	3	6	73	8,5	82,1	10	41

Tabela 19 - Valores médios dos atributos químicos dos solos das Estações Tensiométricas 1 e 2, na Fazenda Magnólia, município de Batatais – SP

Estação	Prof. (cm)	CTC _t	pH H ₂ O	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
						mmolc dm ⁻³						%		
MG1	10	68,1	5,6	35	18	5,1	14	6	9	43	25,1	67,7	37	26
MG1	30	46,4	5,7	23	2	1,4	11	3	9	31	15,4	45,8	55	37
MG1	60	40,3	5,7	20	1	0,3	9	3	8	28	12,3	40,5	31	39
MG1	100	37,4	5,6	20	1	0,4	4	2	8	31	6,4	36,8	17	56
MG1	150	31,1	5,7	19	1	1,1	6	1	8	23	8,1	10,9	74	50
MG2	10	124,5	5,6	57	28	0,5	9	2	5	113	11,5	124,7	9	30
MG2	30	92,4	5,3	40	32	0,4	6	2	2	84	8,4	92,0	9	19

Tabela 20 - Valores médios dos atributos químicos dos solos das Estações Tensiométricas 1, 2 e 3, no Sítio Pratinha, município de Batatais – SP

Estação	Prof. (cm)	CTC _t	pH H ₂ O	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
						mmolc dm ⁻³						%		
P1	10	64,6	4,6	61	15	1,6	21	14	8	96	36,6	132,6	28	18
P1	30	10,3	4,7	31	4	0,3	2	2	12	65	4,3	69,6	6	74
P1	60	6,1	4,8	21	1	0,1	1	1	5	49	2,1	50,7	4	70
P1	100	11,1	5,1	18	1	0,1	2	1	2	36	3,1	39,4	8	39
P1	150	6,2	4,3	25	2	0,2	1	1	3	50	2,2	51,8	4	58
P2	10	21,3	5,6	31	2	0,3	7	1	8	57	8,3	65,6	13	49
P2	30	11,1	5,4	25	2	0,1	3	1	7	52	4,1	56,5	7	63
P2	60	5,1	5,2	21	1	0,1	1	1	8	69	2,1	71,4	3	79
P2	100	13,1	5,1	18	1	0,1	3	1	6	41	4,1	45,9	9	59
P2	150	8,1	5,2	18	1	0,1	1	1	3	34	2,1	36,1	6	59
P3	10	5,8	4,5	45	7	0,8	1	1	14	85	2,8	87,6	3	83
P3	30	5,4	4,5	37	4	0,4	1	1	15	81	2,4	83,9	3	86
P3	60	9,1	4,8	25	2	0,1	2	1	8	52	3,1	55,5	6	72
P3	100	7,1	5,5	16	1	0,1	1	1	4	39	2,1	41,3	5	66

2.3.4 Atributos físico-hídricos dos solos

2.3.4.1 *Piezometria*

- Dados piezométricos da Fazenda Magnólia, em Batatais, SP.

O gráfico da Figura 32 mostra que na área de pasto (distante aproximadamente 15 m da borda da floresta paludícola), a profundidade do lençol freático ocorreu em média abaixo de 2,0 m em relação à superfície do solo, atingindo quase 3 metros no dia 11 de maio de 2006. Comparando-se estas datas com os dados de chuva da região (Tabela 21), observa-se que este período caracteriza-se como sendo de descarga, com períodos prolongados de estiagem entre os dias 25 de maio a 25 de junho, só voltando a chover 10 mm no dia 26 de junho de 2006. A partir do dia 03 de julho até novembro de 2006 houve o ressecamento do solo, não sendo possível realizar a leitura do piezômetro. Mesmo com a ocorrência de chuvas em dias consecutivos nos meses de outubro e novembro, não houve elevação do lençol freático, formando apenas lama no fundo do tubo de PVC de 3 metros de profundidade e, portanto, não ocorrendo leitura do piezômetro. Observa-se que a recarga do lençol freático nesta propriedade ocorre de forma lenta, superior a dois meses.

Nesta área mais elevada de pasto, onde há uma inclinação maior na rampa, pode estar ocorrendo no período das chuvas um escoamento superficial e subsuperficial da água (nos primeiros 10 cm), e que se acumula ao longo do tempo nas cotas mais baixas, formando um lençol suspenso entre a superfície e a camada argilosa na subsuperfície.

Interessante observar que no dia 03 de fevereiro de 2006, choveu 29 mm antes do horário das medições de campo, mas suficiente para promover uma recarga, diminuindo a profundidade da altura do lençol em relação à superfície de 2,0 metros para cerca de 1,0 m.

Outro fato interessante é que no dia 10 de fevereiro de 2006, ocorreram chuvas na região, com exceção da região mais próxima da Fazenda Magnólia. Nesta estação da Usina Batatais, propriedade praticamente vizinha da Fazenda Magnólia, não ocorreu

chuvas nos dias 09 e 10, vindo a chover apenas no dia seguinte das medições, o que explica a profundidade elevada do lençol freático.

Na borda e no interior da Floresta Paludícula, a profundidade do lençol freático, mesmo no período de descarga, foi inferior a 50 cm de profundidade da superfície do solo. Nos períodos de recarga o nível do lençol esteve um pouco acima da superfície. Observa-se que na borda da floresta, no período de descarga, a profundidade do lençol foi um pouco maior do que no interior da mata.

Figura 32 – Oscilação do lençol freático nas estações da Fazenda Magnólia no período de 19 de dezembro de 2005 a 15 de novembro de 2006. Nas datas com ausência de pontos, o lençol freático estava em profundidade superior à 3 metros da superfície

Tabela 21 - Índices pluviométricos do período de dezembro de 2005 a novembro de 2006, de três estações pluviométricas localizadas na região de estudo

Faz. Santa Ernestina (Usina Batatais) *												Faz. Fátima 5 + Faz. São Manoel e Faz. Jaguarão **											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov		Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov
1	32	3	2	0	0	0	0	0	4	20	22	1	32	3	2	0	0	0	0	0	4	20	22
2	18	0	0	0	0	0	0	0	4	0	10	2	18	0	0	0	0	0	0	0	4	0	10
3	16	29	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	16	29	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	36	0	29	0	0	0	0	0	0	20	37	4	36	0	29	0	0	0	0	0	0	20	37
5	43	0	9	0	0	0	0	0	0	33	0	5	43	0	9	0	0	0	0	0	0	33	0
6	0	0	9	11	0	0	0	0	0	50	10	6	0	0	9	11	0	0	0	0	0	50	10
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0
8	11	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	11	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	100	0	0	0	0	0	0	0	23	0	12	0	100	0	0	0	0	0	0	0	23	0
13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0	13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0
14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	3	14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	3
15	0	49	0	0	0	0	0	0	0	10	0	15	0	49	0	0	0	0	0	0	0	10	0
16	0	0	3	0	0	0	0	0	0	11		16	0	0	3	0	0	0	0	0	0	11	
17	11	17	9	0	0	0	0	0	0	0		17	11	17	9	0	0	0	0	0	0	0	
18	4	2	3	0	0	0	0	0	0	32		18	4	2	3	0	0	0	0	0	0	32	
19	0	0	6	0	0	0	0	0	0	31		19	0	0	6	0	0	0	0	0	0	31	
20	0	0	2	0	0	0	0	0	23	0		20	0	0	2	0	0	0	0	0	23	0	
21	0	16	0	0	1	0	0	0	0	0		21	0	16	0	0	1	0	0	0	0	0	
22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0		23	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	
24	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0		24	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	
25	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0		25	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	10	0	14	0	0		26	0	0	0	0	0	10	0	14	0	0	
27	18	23	2	0	0	0	0	7	0	8		27	18	23	2	0	0	0	0	7	0	8	
28	28	0	2	0	0	0	0	2	0	0		28	28	0	2	0	0	0	0	2	0	0	
29	37		42	0	0	0	0	0	0	0		29	37		42	0	0	0	0	0	0	0	
30	1		0	0	0	0	0	0	0	0		30	1		0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0			0	0	0	0	0		43		31	0			0	0	0	0		43		

- Dados piezométricos do Sítio Pratinha, em Batatais, SP.

O gráfico da Figura 33, mostra que a profundidade do lençol freático no período de 13 de janeiro de 2006 a 27 de abril de 2006, ficou entre 1,25 a 1,75 m de profundidade da superfície, mesmo com a ocorrência de chuvas mais intensas em determinados períodos, como no início de fevereiro (Tabela 21). Apenas na medição do dia 07 de janeiro de 2006 é que ocorreu uma significativa elevação do lençol freático (0,64 m da superfície) o que pode ser explicado pela ocorrência de altos índices de chuvas entre os dias 1 e 5 de janeiro de 2006 (145 mm).

Apesar de todo o mês de abril não ocorrer eventos de chuvas, somente no final do mês é que houve rebaixamento na altura do lençol freático, indicando um comportamento de descarga lento, em período aproximado de dois meses. A partir de 19 de junho de 2006, o mesmo fenômeno ocorrido na Fazenda Magnólia, de ressecamento do solo na profundidade de 3,0 metros (lençol freático em profundidade da superfície do solo superior a 3 metros), ocorreu também no pasto do Sítio Pratinha, sendo possível apenas duas leituras nos dias 20 de outubro e 15 de novembro de 2006, períodos com altos índices pluviométricos.

Na Figura 33, observa-se que a profundidade do lençol ao longo do período de amostragem difere da profundidade medida na Fazenda Magnólia (Figura 32), ou seja, ao longo do período a média da profundidade do lençol foi em torno de 70 a 80 cm da superfície. Já no interior da Floresta Paludícula, o comportamento do lençol foi quase homogêneo ao longo do ano de amostragem, permanecendo suspenso na camada superficial do solo, independente da ocorrência ou não de eventos de chuvas. A microtopografia da Floresta Paludícula desta propriedade, difere da Fazenda Magnólia pelo fato do talude da borda da mata, onde foi instalado o tensiômetro, ser mais inclinado, o que pode explicar a maior profundidade do lençol freático na borda.

Apenas no dia 07 de junho de 2006 ocorreu o rebaixamento do lençol no interior da floresta paludícula (superior a 60 cm da superfície); o que torna difícil explicar mesmo com o período de estiagem da época. Já na borda da floresta houve uma elevação da altura do lençol freático, sendo que o único evento de ocorrência de chuvas foi no dia 10 de junho, em que choveu 10 mm.

Em consulta ao Dr. Marcos Massoli, Geólogo da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (do Governo do Estado de São Paulo), é provável que nesta propriedade, ocorram dois fenômenos: (i) semelhante ao da Fazenda Magnólia, com o escoamento subsuperficial das águas de chuva, uma vez que nas cotas mais elevadas do terreno, há elevação nas porcentagens de argila nas camadas mais profundas (aos 60 e 100 cm no solo sob Cerradão e, na área de pasto, a partir dos 30 cm) e (ii) como esta propriedade foi a que apresentou as menores porcentagens de argila e silte, e analisando-se o comportamento do lençol freático na borda e no interior da Floresta Paludícula, pode-se inferir que ocorra uma contribuição do lençol freático (aflorante e não lençol suspenso). De acordo com o geólogo, na região de estudo ocorrem “depósitos tanto de basalto como de arenito”, caracterizando a região como um mosaico.

Figura 33 – Oscilação do lençol freático nas estações do Sítio Pratinha no período de 19 de dezembro de 2005 a 15 de novembro de 2006. Nas datas com ausência de pontos, o lençol freático estava em profundidade superior a 3 metros da superfície

2.3.4.2 *Curvas de Retenção da água nos solos*

A textura e matéria orgânica interferem diretamente na capacidade de retenção de água pelo solo. Centurion & Andrioli (2000) e Fabian & Ottoni Filho (2000) concluíram que estas características correlacionam positivamente com a retenção (disponibilidade) de água de um solo, e relatam também, a importância da estrutura do solo neste contexto. No presente estudo considerou-se, principalmente, a textura dos solos e os teores de matéria orgânica.

As Figuras 34, 35 e 36 representam as curvas características da retenção de água nos solos, ou seja, a variação da água disponível, retida nos potenciais matriciais de 1 a 1500 kPa. Foi possível verificar que os solos amostrados, nas diferentes profundidades, apresentam curvas características de solos argilosos, com perdas hídricas lentas. Este comportamento, principalmente com a elevação dos teores de argila e silte nas camadas de solo subsuperficiais e a inclinação da rampa nas cotas mais elevadas, contribuem para o escoamento subsuperficial e a formação de ambientes paludículos (com lençol freático suspenso) nas cotas mais baixas, onde se observam também teores elevados de argila nas camadas de subsuperfície.

A única propriedade onde não ocorre ambiente paludículo na cota mais baixa do terreno (o córrego é “encaixado”) é a Fazenda Monte Belo, no município de Restinga, SP. Este fato provavelmente está relacionado à presença de uma camada de rocha a poucos metros de profundidade, contribuindo para a formação de um córrego com leito definido, com afloramento de rocha em seu leito. Mesmo assim, observa-se nesta área a contribuição dos teores elevados de argila e matéria orgânica, na retenção hídrica. Na Figura 34, aos 30 cm de profundidade na estação mais próxima do córrego (5 metros de distância), verifica-se uma maior retenção de água, decorrente dos teores elevados de argila e silte. Na camada superficial (10 cm), há uma maior perda hídrica, sendo que nos potenciais acima de 1,0 kPa, o comportamento da curva iguala-se às curvas das camadas mais profundas do solo, indicando a influência dos teores de argila e silte na maior ou menor retenção de água.

Nas camadas mais profundas do solo (100 e 150 cm de profundidade) da estação intermediária (aproximadamente 35 metros de distância do córrego), observa-se uma menor retenção de água. Aos 60 cm de profundidade a retenção é maior até o potencial de 1 kPa e depois as perdas são mais rápidas igualando-se aos potenciais maiores nas profundidades de 100 e 150 cm. Nesta estação os valores nas duas primeiras profundidades (10 e 30 cm de profundidade), as porcentagens de argila, silte e areia são idênticas e os valores são muito próximos da profundidade de 60 cm, o que explica a semelhança e proximidade das curvas. Os decréscimos nos teores de silte e matéria orgânica, nas profundidades de 100 e 150 cm, podem explicar a menor retenção hídrica nas primeiras tensões matriciais.

Na estação mais distante do córrego (65 metros) e na cota mais elevada do terreno, observa-se uma retenção hídrica comparativamente mais lenta na profundidade de 30 cm, indicando mais uma vez a importância dos teores de argila e silte que, nesta profundidade, apresentaram porcentagens mais elevadas.

Cerradão (*continuum*)

- *Curva de retenção de água no solo, na estação localizada mais próxima do córrego encaixado.*

- *Curva de retenção de água no solo, na estação com distância intermediária.*

- *Curva de retenção de água no solo, na estação mais distante do córrego.*

Figura 34 – Curvas de retenção de água nos solos da Faz. Monte Belo, Restinga, SP, apresentando o potencial matricial (kPa) em potenciais de água de 1 a 1500 kPa

Interessante observar na Figura 35 (estações da Fazenda Magnólia), os valores elevados no potencial matricial de saturação de 1 kPa. Dos solos amostrados neste estudo, estes foram os que apresentaram as porcentagens mais elevadas de argila e silte e, principalmente, porcentagens baixíssimas de areia. As perdas hídricas são lentas ao longo dos potenciais e observa-se uma maior retenção hídrica no potencial mais elevado (1500 kPa).

No solo sob pastagem verifica-se uma retenção hídrica menor na camada de 10 cm de profundidade. Este fato pode estar relacionado a interferência na estrutura do solo, com a compactação causada pelo pastoreio intenso que ocorre na área. Nesta profundidade a porcentagem de argila é um pouco menor e a porcentagem de silte maior (23,75%); enquanto que nas profundidades de 30 e 60 cm, as porcentagens de argila, silte e areia são iguais (8,25, 17,5 e 1,25, respectivamente). Isto pode estar contribuindo para um rápido escoamento subsuperficial da água nos períodos de chuva e a retenção de água formando um lençol suspenso na camada argilosa impermeável da subsuperfície. Os teores de matéria orgânica decrescem com a profundidade.

Na estação localizada no interior da Floresta Paludícula, a intensidade do pastoreio é menor e o lençol freático suspenso ao longo do ano é raso (média de 30 cm abaixo da superfície do solo), ou mesmo aflorante em alguns meses, no período das chuvas. A saturação hídrica explica, provavelmente, os teores elevados de matéria orgânica, pois com as condições de saturação a decomposição da matéria orgânica é lenta. Portanto, as porcentagens de argila e silte e os teores elevados de matéria orgânica contribuem para o comportamento das curvas, com alta retenção hídrica. De acordo com o geólogo da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Marcos Massoli (consulta pessoal), nesta propriedade as porcentagens elevadas de argila e silte e as baixíssimas porcentagens de areia, contribuem para a formação de uma camada argilosa de baixa permeabilidade, promovendo um fluxo lateral subsuperficial da água e proporcionando um aporte maior e mais contínuo de umidade ao longo do tempo. Ou seja, nos períodos de chuva esta camada coesa (de argila e silte) prejudica o fluxo vertical de água (infiltração no perfil), promovendo a formação de lençol freático suspenso acima dos horizontes coesos, principalmente nas cotas mais baixas.

-Curva de retenção
de água no solo sob
pastagem.

- Curva de retenção
de água no solo sob
Floresta Paludícula.

Figura 35 – Curvas de retenção de água nos solos da Faz. Magnólia, Batatais, SP, apresentando o potencial matricial (kPa) em potenciais de água de 1 a 1500 kPa

Em contraste com os solos da Fazenda Magnólia, que apresentaram os maiores teores elevados de argila e silte e baixíssimas porcentagens de areia, estão os solos das estações localizadas no Sítio Pratinha, que apresentaram as porcentagens mais elevadas de areia; sendo que o solo sob o Cerradão apresentou as porcentagens mais baixas de silte, conforme ilustra a Figura 36. Observa-se que estes solos (P1, P2 e P3) foram os de menor retenção de água. No solo sob Cerradão, onde as porcentagens de silte são as menores comparando-se com os demais solos amostrados neste estudo, a

perda de água no solo no potencial de 1 kPa foi rápida, quando comparado à perda hídrica no solo sob pastagem.

- *Curva de retenção de água no solo sob Cerradão.*

- *Curva de retenção de água no solo sob pastagem.*

- *Curva de retenção de água no solo sob Floresta Paludícula.*

Figura 36 – Curvas de retenção de água nos solos do Sítio Pratinha, Batatais, SP apresentando o potencial matricial (kPa) em potenciais de água de 1 a 1500 kPa

A presença de solo permanentemente encharcado nesta propriedade, sob Floresta Paludícula, pode estar relacionada tanto com a topografia e a altura do lençol freático, como também com as porcentagens elevadas de areia nas cotas mais elevadas do terreno; ou seja, o próprio lençol freático encontra-se em pequena profundidade, estando aflorante em alguns pontos e, também, o aumento das porcentagens de argila nas camadas mais profundas dos solos nas cotas mais elevadas da rampa, contribuindo para uma rápida infiltração das águas de chuva na camada superficial e o escoamento horizontal subsuperficial (Geólogo Marcos Massoli, comunicação pessoal).

2.3.5 Relação entre as variáveis ambientais dos solos e a vegetação

As figuras 37, 38 e 39 explicam os componentes principais (PCA) nos três primeiros eixos de ordenação, para as variáveis ambientais de solos, a abundância das espécies e a localização.

As siglas utilizadas nesta análise para os fatores abióticos e a localização foram:

P = teores de fósforo;

CTC = Capacidade de Troca Catiônica

V% = Porcentagem de Saturação por Bases

pH_{H₂O} = pH em água

Poros = Porosidade

Argila = Porcentagem de Argila

Areia = Porcentagem de Areia

MB1, MB2 e MB3 = Estações próxima ao córrego, em distância intermediária e mais distante do córrego, na Fazenda Monte Belo, em Restinga, SP (respectivamente).

MG2 = Estação localizada na Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia, em Batatais, SP.

P1 e P3 = Estações localizadas, respectivamente, no Cerradão e na Floresta Paludícula, no Sítio Pratinha, em Batatais, SP.

OBS: os números 10, 30, 60, 100 e 150 correspondem às profundidades de amostragem dos solos (em cm), de acordo com a instalação dos tensiômetros.

Os três primeiros eixos (CP1, CP2 e CP3) explicaram 73,2% da variância relacionada às variáveis analisadas (Tabela 22); sendo que estes eixos estão altamente correlacionados às variáveis: Argila, Areia, Porosidade (Poro), Volume de Saturação por Bases (V%), Capacidade de Troca Catiônica (CTC-Total), pH e Fósforo (P). Ao contrário do esperado, as variáveis Ds (Densidade) e o índice S (obs_S - relação entre a umidade volumétrica e porosidade, considerando a distribuição dos tamanhos das partículas), não obtiveram autovalores e variância significativos nestas análises. A variância para os seis primeiros eixos foi de 94,40%.

As fortes correlações entre as porcentagens de argila e areia e determinados grupos de espécies, ressaltam a importância da textura do solo, principalmente os teores de argila na retenção da umidade do solo, ou mesmo na formação de uma camada de solo “impermeável”, com a formação de um lençol freático suspenso e para a manutenção de ambiente paludículo ao longo do tempo.

Tabela 22 - Autovalores e variância para os 06 primeiros eixos do PCA em relação as variáveis ambientais e espécies analisadas

Eixo	Autovalor	Variância (%)	Variância Cumulativa
1	13,12	32,01	32,01
2	9,93	24,22	56,23
3	6,94	16,93	73,15
4	4,09	34,08	83,12
5	2,89	36,97	90,18
6	1,73	38,71	94,40

Observa-se no primeiro eixo da Figura 37 que a variável Areia está relacionada aos solos do Sítio Pratinha, em todas as profundidades amostradas, e está fortemente associada com as espécies *Guarea guidonea*, *Pseudolmedia laevigata*, *Astronium graveolans*, *Miconia* sp e *Coussarea hydrangeifolia*. Apesar de terem sido amostradas na Floresta Paludícula do Sítio Pratinha (P3), estas espécies não são consideradas como indicadoras de Florestas Paludículas (TEIXEIRA; ASSIS, 2005). Entre todas as áreas amostradas, esta propriedade (Sítio Pratinha) foi a que apresentou as porcentagens mais elevadas de Areia nas três estações, incluindo no ambiente paludículo. Importante considerar que muitas dessas espécies foram amostradas em parcelas próximas a borda do fragmento, onde a cota é mais elevada que no interior da Floresta Paludícula e o lençol freático apresentou-se mais profundo ao longo do período de amostragem (entre 70 a 90 cm de profundidade).

Em contraste com a variável Areia, estão as variáveis Argila, Porosidade, V%, CTC, pH e Fósforo, relacionadas com o Cerradão da Fazenda Monte Belo, nas três estações (MB1, MB2 e MB3) e com as espécies *Chrysophyllum marginatum*, *Luehea divaricata*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Anadenanthera falcata*, *Platipodium elegans*, *Matayba juglandifolia* e *Dendropanax cuneatum*. Esta última espécie – *Dendropanax cuneatum* - está mais fortemente relacionada à variável Fósforo. Esta espécie ocorreu nas três estações do Cerradão da Fazenda Monte Belo (próximo e distante do córrego – MB1, MB2 e MB3) e, também, na Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia (MG2), porém em parcelas próximas a borda, com a presença de talude e alguns trechos com elevações (pequenos morrotes). Por ser uma espécie de ocorrência comum em Florestas Paludículas do Estado de São Paulo (TEIXEIRA; ASSIS, 2005), podemos inferir a importância dos teores de argila na retenção da umidade do solo, uma vez que foi amostrada no cerradão, em distância superior a 60 metros do córrego, na cota mais elevada.

Também nesta análise dos componentes principais 1 e 2, observam-se relações fortes entre os solos da Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia (solos argilosos, com baixíssimas porcentagens de areia) e as espécies *Talauma ovata*, *Tapirira guianensis*, *Citronella gongonha*, *Rapanea guianensis* e *Cecropia pachystachya*. Apesar das espécies *Talauma ovata* e *Cecropia pachystachya* ocorrerem nas duas Florestas

Paludículas, estas foram mais abundantes no fragmento da Fazenda Magnólia. Estas espécies são consideradas em estudos no Estado de São Paulo, como indicadoras de Florestas Paludículas (TEIXEIRA; ASSIS, 2005).

Os indivíduos mortos ocorreram em todas as áreas, mas foram mais abundantes nas Florestas Paludículas, confirmando as concordâncias positivas nos eixos do CP1 e CP2 e os resultados obtidos em estudos realizados em florestas alagadas, em que números elevados de plantas mortas têm sido constantemente registrados (IVANAUSKAS et al., 1997; PASCHOAL; CAVASSAN, 1999; BIANCHINI et al., 2003; GUARINO; WALTER, 2005).

Os dois primeiros componentes principais conseguiram reter mais da metade da variabilidade original (56,22 %), sendo a CP1 com 32,00% da variabilidade original e a CP2 com 24,22%.

Figura 37 - Eixos de ordenação 1 e 2 da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais de solos (fatores abióticos) e a abundância das espécies, nas diferentes parcelas amostradas ao redor das estações tensiométricas

Na análise do CP1 com o CP3 (Figura 38) confirma-se o contraste entre as áreas estudadas e detalha algumas associações entre as variáveis ambientais e determinadas espécies, como por exemplo, a relação positiva entre a variável Areia e

os solos sob Cerradão no Sítio Pratinha (P1). Observa-se também uma associação mais intensa e positiva entre as variáveis Argila, Porosidade e CTC, nas primeiras profundidades do solo (10 e 30 cm) no Cerradão da Fazenda Monte Belo (principalmente na estação mais distante do córrego, em cota mais elevada – MB3). Já as estações mais próximas do córrego (MB1 e MB2) estão associadas às variáveis pH e V% e que por sua vez, estão fortemente relacionadas à ocorrência das espécies *Matayba juglandifolia*, *Chrysophyllum marginatum*, *Anadenanthera falcata*, *Luehea divaricata*, *Erythroxylum pelleterianum* e *Platipodium elegans*. Verifica-se uma associação positiva entre as espécies *Ocotea* sp, *Mabea fistulifera*, *Myrciaria* cf. *floribunda* e *Vitex* cf. *polygama*, com o Cerradão do Sítio Pratinha (P1). Especificamente a espécie *Ocotea* sp, apesar de ocorrer em ambos os fragmentos de Cerradão, foi mais abundante no Cerradão do Sítio Pratinha.

Estes dois componentes principais (CP1 e CP3) conseguiram reter 48,93% da variabilidade original (CP1: 32,00% e CP3: 16,93%).

Figura 38 - Eixos de ordenação 1 e 3 da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais de solos (fatores abióticos) e a abundância das espécies, nas diferentes parcelas amostradas ao redor das estações tensiométricas

Quando analisamos na Figura 39, os componentes principais CP2 e CP3, confirmam-se as associações entre os teores de Fósforo e a espécie *Dendropanax cuneatum* (correlação positiva) e, associação também positiva entre as espécies *Citronella gongonha*, *Talauma ovata*, *Cecropia pachystachya*, *Rapanea guianensis* e *Tapirira guianensis*, com o solo da Floresta Paludícula na Fazenda Magnólia (MG2). Este solo, com valores altos de argila e as menores porcentagens de areia, apresentou-se saturado durante todo o ano, incluindo o período de seca, confirmando a contribuição da camada de argila para a formação de um lençol freático suspenso.

No CP3 ressalta-se novamente a associação das espécies *Ocotea* sp, *Mabea fistulifera*, *Myrciaria* cf. *floribunda* e *Vitex* cf. *polygama* acrescida da espécie *Virola sebifera*, com os solos do Cerradão do Sítio Pratinha (P1) que, apesar de apresentarem texturas argilosa e muito argilosa nas diferentes profundidades analisadas, quando comparado com os solos sob o Cerradão da Fazenda Monte Belo (MB 1, 2 e 3), apresentam porcentagens mais elevadas de Areia. Valores elevados nas porcentagens de areia contribuem para perdas hídricas rápidas, com a infiltração das águas de chuva. Os Componentes Principais 2 e 3 conseguiram reter 41,15% da variabilidade original.

As fracas relações para as variáveis de matéria orgânica, Alumínio, Densidade e do índice S (Ob-S), pode refletir a pequena importância destas variáveis isoladamente para explicar a abundância de espécies, uma vez que a densidade do solo se relaciona com a granulometria, ou seja, a textura e a porosidade do solo e que, por sua vez, influenciam na retenção de água no solo.

Figura 39 - Eixos de ordenação 2 e 3 da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais de solos (fatores abióticos) e a abundância das espécies, nas diferentes parcelas amostradas ao redor das estações tensiométricas

A Figura 40 exibe a análise dos componentes principais (PCA) das variáveis ambientais (Figura 40a) e dos solos amostrados (40b), destacando-se os dois primeiros componentes principais, que foram capazes de explicar 64,37% da variabilidade dos dados. Esta análise reforça o contraste entre os solos do Sítio Pratinha, solos mais arenosos e os solos da Fazenda Magnólia e Monte Belo, com teores mais elevados de argila. Esta correlação influencia não apenas em parâmetros de fertilidade (CTC, por exemplo), como também e principalmente, na retenção da umidade do solo e na formação de ambiente paludículo, compondo as diferentes formações florestais na região de estudo.

As siglas utilizadas nesta análise para os fatores abióticos são:

m% = Saturação por alumínio

Al = teores de alumínio

H + Al = Acidez Potencial

pH_{H₂O} = pH em água

MO = matéria orgânica

P = teores de fósforo;

CTC = Capacidade de Troca Catiônica

V% = Porcentagem de Saturação por Bases

p% = Porosidade

Ag% = Porcentagem de Argila

Ar% = Porcentagem de Areia

Ds = Densidade do solo

K = teores de potássio

Ca = teores de Cálcio

Mg = teores de Magnésio

SB = Soma de Bases

Obs-S = índice S de qualidade física do solo

Figura 40 (a e b) – Análise dos componentes principais (PCA) para as variáveis químicas e físicas (a) dos diferentes solos amostrados(b)

Pode-se notar que em todas as profundidades amostradas os solos do Sítio Pratinha (P1, P2 e P3), estão relacionados com as variáveis Areia (Ar%), Saturação por Alumínio (m%) e densidade do solo (Ds).

Na camada superficial de 10 cm, com exceção do solo sob Floresta Paludícula do Sítio Pratinha, os solos estão mais fortemente relacionados aos teores de matéria orgânica (MO), aos macroelementos (P, Ca, Mg, K) e à acidez potencial (H + Al). O solo sob a Floresta Paludícula (P3), apresenta uma relação intensa com o teor de Alumínio (Al).

Os solos sob Cerradão e Floresta Paludícula do Sítio Pratinha (P1 e P3) são fortemente relacionados à acidez potencial (H + Al) e também aos teores de matéria orgânica (MO) e potássio (K). Contrastando, os demais solos (Fazendas Monte Belo – MB e Magnólia – MG) tiveram uma correlação positiva com os teores dos macroelementos P, Ca, Mg e, conseqüentemente, com Soma de Bases (SB) e Saturação por Bases (V%) e, também, CTC e porosidade, indicando solos mais férteis.

Nas Florestas Paludículas (MG2 e P3) os solos foram contrastantes entre si na textura (porcentagens de Areia e Argila) e na acidez. O solo P3 está associado à porcentagem elevada de areia e, por isso, solos com maior densidade. Enquanto que os solos MG2 possuem maior associação com a porcentagem elevada de argila, porosidade e ao pH. Ao analisarmos a piezometria e as curvas de retenção de água nos solos (itens 2.3.4.1 e 2.3.4.2, respectivamente), verifica-se que a retenção hídrica é maior no solo com porcentagens altas de argila e silte (Fazenda Magnólia - MG2), reforçando a importância das porcentagens altas de argila e silte e a baixa porcentagem de areia, na retenção hídrica e na formação de um lençol freático suspenso, proporcionando um ambiente saturado ao longo do período de amostragem.

Esses parâmetros abióticos podem explicar as diferenças na composição florística das duas Florestas Paludículas: a Floresta Paludícula sob o solo P3 apresentou maior diversidade de espécies e um número maior de espécies que não são indicadoras de florestas paludículas e, a Floresta Paludícula sob o solo MG2, apresentou um grupo característico de espécies de ambiente paludículo e dominante em número de indivíduos.

As Figuras 41, 42, 43, 44 e 45 exibem para cada profundidade de solo, os componentes principais das variáveis ambientais.

Aos 10 cm de profundidade (Figura 41), o contraste entre os solos das Florestas Paludículas (MG2 e P3) já é evidente. O solo MG2 está associado à elevada porcentagem de Argila (Ag%) e, portanto, a uma maior Porosidade (p%) e, também, à acidez potencial (H + AL). No solo P3 há uma maior associação com as variáveis Areia, Al e pH. Nos solos da Fazenda Monte Belo, observa-se um possível transporte de nutrientes das cotas mais elevadas para as cotas mais baixas, próximas ao córrego, uma vez que o solo MB1 apresenta correlações fortes com porcentagens altas de Saturação por Bases, pela Soma de Bases e os teores de Cálcio e Magnésio; enquanto que nas cotas mais altas essas correlações são mais fracas (estão próximas ao centro do círculo).

Nesta profundidade, os PCAs 1 e 2 puderam explicar 64,37% da variabilidade dos dados.

Aos 30 cm de profundidade, como ilustra a Figura 42, novamente os solos do Sítio Pratinha (P1 - Cerradão e P3 – Fl. Paludícula) estão associados as variáveis Areia (Ar%) e densidade (Ds), contrastando com os solos sob Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia (MG2) que apresentaram intensa relação com a porcentagem de Argila (Ag%) e, conseqüentemente, uma correlação positiva no primeiro eixo com a CTC, porosidade (p%) e o teor de Fósforo (P).

Os solos da Fazenda Monte Belo apresentaram novamente contrastes entre as estações. Na estação próxima ao córrego (MB1), associações com a matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), e como era esperado, com a porcentagem de saturação por bases (V%). Observa-se também uma correlação com a acidez potencial (H + Al). Já na cota mais elevada, na estação mais distante (65 m do córrego), as associações com estas variáveis são mais fracas, uma vez que os teores e porcentagens dessas variáveis são menores. No solo MB2, estação em distância intermediária (cerca de 30 m de distância do córrego), verifica-se uma associação com o índice S, que apresentou valor comparativo elevado nesta profundidade.

Os eixos 1 e 2 da PCA na profundidade de 30 cm explicaram 90,99 % da variabilidade.

Figura 42 - Eixos de ordenação 1 e 2 da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais (fatores abióticos) (a), nos solos amostrados na profundidade de 30 cm (b)

Na Figura 43 abaixo, os eixos 1 e 2 do PCA na profundidade de 60 cm puderam explicar quase que 100% da variabilidade original, confirmando a forte associação dos solos do Sítio Pratinha (sob Cerradão e Floresta Paludícula) com as variáveis Areia, Densidade, Saturação por Alumínio e Alumínio.

Enquanto que os solos da Fazenda Monte Belo (sob Cerradão), principalmente na distância mais próxima do córrego, seguida da distância intermediária, uma associação com as variáveis que indicam solos mais férteis, com teores e porcentagens mais elevadas de CTC, V%, Argila, matéria orgânica, porosidade e fósforo.

Observa-se nas Figuras 44 e 45, profundidades de 100 cm e 150 cm, que os componentes principais explicaram 100% da variabilidade original. Na profundidade de 100 cm (Figura 34), houve uma relação maior do solo MB2 (estação intermediária), com a matéria orgânica e novamente com o índice Obs_S, seguida das variáveis argila, porosidade e V%. Ao aproximar-se do córrego (MB1), verificam-se associações com os macroelementos P, Ca, Mg e K e, portanto, a CTC. Mais uma vez, com exceção do P

confirma-se a possibilidade de transporte e depósito de macroelementos das cotas mais elevadas para as mais baixas.

Nesta profundidade observa-se também o contraste entre as variáveis que indicam a acidez do solo (Al, H + Al e pH), com o índice S (Obs_S), matéria orgânica, argila, porosidade e V%.

Na camada mais profunda (150 cm), novamente o contraste entre os solos P1 (sob Cerradão do Sítio Pratinha), que está associado às variáveis Alumínio, m%, H + Al e também ao índice S e o solos MB1 (sob Cerradão e próximo ao córrego, na Fazenda Monte Belo), associado as variáveis Ca, Mg, P, soma de bases e saturação por bases.

Figura 45 – Eixos de ordenação 1 e 2 da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais (fatores abióticos) (a), nos solos amostrados na profundidade de 150 cm (b)

Para a realização das análises de correspondência canônica (CCA) foi necessário excluir variáveis que possuíam desvio padrão zero, principalmente naqueles casos em que a função do software não fazia isso automaticamente.

A análise de correlação canônica (CCA), nas diferentes profundidades dos solos, indicou fortes correlações entre as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais utilizadas. As Figuras 46, 47, 48, 49 e 50 representam essas correlações.

Para facilitar a análise dos gráficos da CCA, as espécies estão indicadas por números de 1 a 30, conforme a Tabela 23:

Tabela 23 – Lista de espécies utilizadas na matriz de abundância de espécies na análise de correspondência canônica (CCA)

Espécie	Espécie
1	<i>Anadenanthera falcata</i>
2	<i>Astronium graveolens</i>
3	<i>Cecropia pachystachya</i>
4	<i>Chrysophyllum marginatum</i>
5	<i>Citronella gongonha</i>
6	<i>Copaifera langsdorffii</i>
7	<i>Coussarea hydrangeifolia</i>
8	<i>Dendropanax cuneatum</i>
9	<i>Erythroxylum pelleterianum</i>
10	<i>Guarea guidonea</i>
11	<i>Lithraea molleoides</i>
12	<i>Luehea divaricata</i>
13	<i>Mabea fistulifera</i>
14	<i>Matayba juglandifolia</i>
15	<i>Miconia chamissois</i>
16	<i>Miconia ligustroides</i>
17	Morta
18	<i>Myrcia tomentosa</i>
19	<i>Myrciaria cf. floribunda</i>
20	<i>Ocotea</i> sp
21	<i>Platipodium elegans</i>
22	<i>Pseudolmedia laevigata</i>
23	<i>Rapanea guianensis</i>
24	<i>Talauma ovata</i>
25	<i>Tapirira guianensis</i>
26	<i>Trichilia claussenii</i>
27	<i>Trichilia pallida</i>
28	<i>Virola sebifera</i>
29	<i>Vitex cf. polygama</i>
30	<i>Xylopia aromatica</i>

Aos 10 cm de profundidade (Figura 46) observam-se 4 grupos distintos de espécies correlacionadas entre si e com determinadas variáveis ambientais. As espécies *Cecropia pachystachya*, *Citronella gongonha*, indivíduos mortos, *Rapanea guianensis* e *Tapirira guianensis* estão fortemente correlacionadas à porosidade (p%) e

são espécies de ocorrência exclusiva ou foram mais abundantes nas parcelas localizadas na Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia (MG2), onde o solo apresenta textura muito argilosa e teores muito baixos de areia. *Cecropia pachystachya* foi relacionada em outros estudos a solos hidromórficos e a baixos teores de potássio e fósforo. As árvores mortas podem estar relacionadas à saturação hídrica, uma vez que em ambientes paludículos números altos de indivíduos mortos têm sido relatados (GUARINO; WALTER, 2005).

Nesta profundidade de 10 cm aparece outro grupo de espécies fortemente correlacionadas entre si, porém com correlações fracas entre as variáveis analisadas e que também foram amostradas somente nas Florestas Paludículas (MG2 e P3, principalmente); são elas: *Astronium graveolans*, *Coussarea hydrangeifolia*, *Guarea guidonea*, *Miconia chamissois*, *Miconia ligustroides*, *Pseudolmedia laevigata* e *Xylopia aromática*. Ressalta-se que as espécies *Guarea guidonea*, *Miconia chamissois*, *Miconia ligustroides* e *Pseudolmedia laevigata* são espécies relacionadas a solos encharcados e de ocorrência típica nas florestas paludículas do estado de São Paulo, enquanto que as demais podem ser encontradas nas Florestas Estacionais Semidecíduas e no Cerradão. Como este grupo de espécies foi mais abundante na Floresta Paludícula P3, onde os solos são mais arenosos e o lençol freático mais profundo (comparando com o solo da Floresta Paludícula MG2), confirma-se a importância dos teores de argila e silte na retenção hídrica.

As espécies *Mabea fistulifera*, *Myrcyaria cf. floribunda*, *Ocotea* sp, *Virola sebifera* e *Vitex cf. polygama*, ocorreram exclusivamente nas fisionomias de Cerradão (MB e P1, principalmente) e estão positivamente relacionadas aos solos com elevado teor de alumínio (Al) e a porcentagem de areia (Ar%). A correlação da espécie *Mabea fistulifera* com teores elevados de Alumínio e a solos de baixa fertilidade, também foi verificada por Martins et al (2003). Portanto, estas espécies ocorreram principalmente no solo sob o Cerradão P3, solo profundo (latossolo vermelho-amarelo), com porcentagens elevadas de areia e menor retenção hídrica, quando comparado aos demais solos amostrados.

Contrastando com os solos arenosos do Sítio Pratinha, observam-se espécies fortemente correlacionadas a solos mais férteis, com porcentagens elevadas de

saturação por bases (V%) e teores mais elevados de bases, principalmente o cálcio (Ca). Estas espécies, entre as quais *Matayba juglandifolia*, *Trichilia pallida*, *Lithraea molleoides*, *Anadenanthera falcata*, *Myrcia tomentosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Platipodium elegans*, *Chrysophyllum marginatum* e *Luehea divaricata* foram amostradas apenas nas fisionomias de Cerradão, sendo mais abundantes no Cerradão da Fazenda Monte Belo (nas três cotas amostradas). Martins et al. (2003) e Malta et al. (2007) encontraram correlações positivas entre solos bem drenados e a soma de bases e a espécie *Myrcia tomentosa*. De acordo com Martins et al. (2003) a espécie *Trichilia pallida* está fortemente associada a solos de baixada, menos ácidos e férteis. No presente estudo esta espécie foi exclusivamente amostrada no Cerradão da Fazenda Monte Belo. Rodrigues et al. (2007) indicam uma correlação positiva das espécies *Lithraea molleoides* e *Chrysophyllum marginatum* com soma de bases e pH. Algumas dessas espécies têm sido consideradas como indicadoras de solos férteis ou espécies de ocorrência preferencial em solos com fertilidade média a alta, como *Lithraea molleoides* (Ratter et al. 1978).

Interessante observar a correlação positiva entre a espécie *Dendropanax cuneatum* e a variável fósforo (P), e também, as variáveis CTC, pH e argila (Ag%). Esta associação mais intensa com o teor de fósforo já havia sido indicada nas Figuras 37 e 39, da análise de componentes principais (PCA) entre as variáveis ambientais. De acordo com Rocha et al. (2005) e Loures et al. (2007) esta espécie e *Talauma ovata* estão associadas a cotas baixas, solos pouco drenados e férteis. Porém, no presente estudo, *Dendropanax cuneatum* ocorreu na Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia, mas também no Cerradão da Fazenda Monte Belo, nas três estações, incluindo a estação mais distante, em cota mais elevada. Ao analisarmos as curvas de retenção de água no solo (com perdas hídricas lentas) e as porcentagens altas de argila e silte nos solos desta propriedade, percebe-se que a ocorrência dessa espécie na fisionomia de Cerradão, mesmo nas cotas mais elevadas, está fortemente relacionada à textura do solo e a retenção da umidade, elevando os valores da CTC.

FIGURA 46 – (a) Diagrama de ordenação produzido por análise de correspondência canônica (CCA) da abundância de 30 espécies amostradas em parcelas ao redor das estações tensiométricas e as variáveis ambientais dos solos amostrados, na profundidade de 10 cm e a direita (b) os solos correspondentes

Aos 30 cm de profundidade (Figura 47) observam-se novamente dois grupos de solos que contrastam entre si na textura: (i) o solo sob a Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia (MG2), fortemente correlacionado com as variáveis argila, fósforo, matéria orgânica (MO), acidez potencial (H + Al) e (ii) o solo sob Cerradão do Sítio Pratinha (P1), que está relacionado à variável areia (Ar%) e a variáveis fortemente correlacionadas entre si (saturação por alumínio (m%), alumínio (Al), densidade (Ds) e o índice S). Nesta profundidade, o solo P1 obteve o valor mais elevado do índice S e as espécies associadas a estas variáveis, foram mais abundantes nas fisionomias de Cerrado (MB e P1).

No eixo Y (sentido negativo) observa-se novamente um grupo de espécies (*Mabea fistulifera*, *Ocotea* sp, *Virola sebifera* e *Vitex* cf. *polygama*) relacionadas entre si e que estão relacionadas a solos mais arenosos, pois algumas espécies foram exclusivas ou mais abundantes nos solos P1 (sob Cerradão do Sítio Pratinha).

Na profundidade de 60 cm (Figura 48), a CCA explica uma distinção entre os solos da Fazenda Monte Belo – MB (*continuum* de Cerradão) e os solos do Sítio Pratinha (Cerradão e Floresta Paludícula). Nesta profundidade os solos P1 e P3 estão associados à baixa capacidade de troca catiônica (CTC), tendo o Alumínio como o cátion predominante no complexo de troca e uma baixa densidade relacionada às altas porcentagens de areia. Contrastando com esses solos, principalmente o solo da estação próxima ao córrego (MB1), os solos são mais argilosos e estão fortemente correlacionados aos macronutrientes (P, K, Mg e Ca) e, como esperado, correlacionado a CTC. Nesta propriedade – Fazenda Monte Belo (MB), verifica-se na textura do solo, porcentagens mais elevadas de areia nas camadas superficiais das cotas mais altas e valores mais baixos de argila nas camadas mais profundas. Na cota mais baixa (próximo do córrego), observa-se um aumento nos teores de argila (nos 30 a 60 cm de

profundidade) e uma diminuição nas porcentagens de areia. Esses teores elevados de argila retêm a umidade subsuperficial (escoamento vindo das cotas mais altas) e, por sua vez, contribuem para o aumento da CTC do solo.

Observam-se correlações entre determinadas espécies e algumas das variáveis de solo analisadas: (i) a correlação entre as espécies *Platipodium elegans*, seguida das espécies *Dendropanax cuneatum* e *Luehea divaricata* (todas de ocorrência no ambiente de Cerradão), com as variáveis matéria orgânica (MO), porosidade (p%) e pH; (ii) a espécie *Chrysophyllum cuneatum* com a CTC, fósforo e argila e (iii) a espécie *Anadenanthera falcata* com os teores de potássio, acidez potencial e, também, *Lithraea molleoides*, fortemente correlacionada as variáveis Ca, Mg, SB e V%, podendo ser considerada uma espécie exigente em nutrientes.

As espécies *Copaifera langsdorffii*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Matayba juglandifolia*, *Myrcia tomentosa* e *Trichilia pallida*, amostradas nos solos sob Cerradão – estão mais relacionadas ao índice S, que obtiveram os maiores valores, principalmente na estação intermediária deste *continuum* de Cerradão (35 m do córrego). Rocha et al. (2005) considerou *Copaifera langsdorffii* uma espécie generalista, porém mais relacionada a solos férteis. Moreno e Schiavini (2001) encontraram correlação desta espécie com solos de textura arenosa e bem drenados.

Analisando-se a Figura 49, na CCA aos 100 cm de profundidade, ficou evidente a importância do alumínio e da acidez e, mais uma vez, da textura dos solos (porcentagens de areia e argila), na correlação com determinadas espécies.

Ressalta-se novamente a correlação da espécie *Lithraea molleoides* com os macronutrientes e a correlação das espécies *Dendropanax cuneatum*, *Luehea divaricata* e *Platipodium elegans* com as variáveis argila e porosidade.

No eixo x (sentido positivo), aparece um grupo de espécies fortemente relacionadas entre si e que provavelmente esteja relacionado à saturação de água no solo, uma vez que estas espécies também foram amostradas exclusivamente nos ambientes paludícolas.

Na profundidade de 150 cm (Figura 50) verifica-se uma correlação entre o solo MB2 com a densidade e a porosidade, e as espécies *Copaifera langsdorffii*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Matayba juglandifolia*, indivíduos mortos e *Rapanea guianensis*. O solo MB1 correlaciona-se com as espécies *Anadenanthera falcata*, *Chrysophyllum cuneatum* e *Lithraea molleoides*, e com as variáveis Magnésio, Cálcio, soma de bases e saturação por bases. O solo P1 correlaciona-se no sentido negativo do eixo x com as espécies *Cecropia pachystachya*, *Myrciaria cf. floribunda* e *Ocotea sp* e as variáveis Alumínio, acidez potencial (H + Al), saturação por alumínio, o índice S e, também, as variáveis Areia e matéria orgânica.

3 CONCLUSÃO

As variáveis ambientais mais importantes na distribuição das espécies e nas variações das fisionomias florestais foram a textura dos solos (teores de argila, silte e areia) e a posição no terreno (cota), influenciando a retenção hídrica e índices de fertilidade. Os elevados teores de argila e silte contribuíram na formação de camadas de solos menos permeáveis, mais férteis e também para a formação de lençol freático suspenso nas cotas mais baixas do terreno, principalmente nos solos da Fazenda Magnólia, em Batatais, SP.

A análise dos componentes principais (PCA) evidenciou três grupos distintos de solos nas áreas amostradas: (i) solos ácidos, relacionados ao alumínio, acidez potencial, saturação por alumínio; porcentagens altas de areia e densidade mais elevada (solos do sítio Pratinha - Batatais); (ii) solos muito argilosos, com baixa porcentagem de areia e mais férteis e (iii) solos intermediários, porém também relacionado a variáveis que caracterizam solos férteis (CTC, V%, pH mais elevado).

Houve diferenças nos teores de argila conforme a posição na rampa do terreno. Nas cotas mais altas, as porcentagens de argila são elevadas nas camadas mais profundas do solo; enquanto que em direção as cotas mais baixas do terreno, as porcentagens aumentam na superfície (nas primeiras camadas de solo), com conseqüente aumento na retenção hídrica e na formação de lençol freático suspenso (no caso da Fazenda Magnólia), contribuindo para a formação dos Gleissolos.

Diferenças nos teores de argila em profundidade ao longo do declive influenciaram na retenção de umidade dos solos ou na formação de ambientes paludículos, determinando grupos distintos de espécies e fisionomias florestais: (i) grupo de espécies de ocorrência típica nas fisionomias de Cerrado e fortemente associado às cotas mais elevadas (solos menos férteis, bem drenados e porcentagens mais baixas de argila e silte nas camadas mais profundas). (ii) grupo com espécies indicadoras de Florestas Paludículas ou de ocorrência comum nestas fisionomias, associado aos solos das cotas mais baixas (Gleissolos), com porcentagens altas de argila e silte nas camadas superficiais, mais férteis e maior retenção hídrica. (iii) grupo

de transição entre Floresta Estacional Semidecídua e Cerradão, nas cotas intermediárias e menos úmidas (espécies amostradas em parcelas localizadas nas bordas das Florestas Paludículas), onde ocorreram algumas espécies tanto de ambiente de Cerradão, como de Floresta Estacional Semidecídua, e algumas poucas de ambiente paludículo. As porcentagens mais elevadas de areia nos solos do Sítio Pratinha, com influência na menor retenção hídrica e também nos índices de fertilidade (solos álicos, com maior acidez e os menos férteis), podem explicar algumas diferenças na composição e abundância das espécies entre fisionomias florestas iguais. As poucas espécies de ocorrência comum em fisionomias iguais, apresentaram populações diferentes.

A análise de correlação canônica (CCA) ordenou as estações de amostragem de acordo com as correlações entre as abundâncias das espécies, revelando uma divisão clara entre os solos amostrados e uma coerência nos padrões de distribuição das espécies em relação aos fatores abióticos e possíveis correlações com variáveis não analisadas nesta CCA (lençol freático, altitude e as curvas de retenção de água nos solos). Os solos do Sítio Pratinha são mais ácidos, com valores elevados de Alumínio e saturação por Alumínio e fortemente correlacionados à areia. Os solos sob a Floresta Paludícula da Fazenda Magnólia apresentaram correlação entre argila e porosidade. Na Fazenda Monte Belo, houve correlação entre as variáveis indicativas de solos férteis (CTC, V%, Soma de Bases e o índice S, indicativo da qualidade física do solo com base na curva de retenção de água).

A CCA evidenciou correlações de grupos de espécies e determinadas variáveis de solo, que ocorreram em solos sob Cerradão, com teores elevados de argila e silte e porcentagens elevadas de saturação por bases (V%), porém bem drenados. Outras espécies que também ocorreram em solos sob Cerradão, foram correlacionadas a porcentagens elevadas de Areia e com teores elevados de alumínio e um grupo de espécies, correlacionadas ao ambiente paludículo da Fazenda Magnólia (solos argilosos e baixas porcentagens de areia).

A CCA indicou também grupos de espécies fortemente correlacionadas entre si e de ocorrência exclusiva em ambientes paludículos ou mais abundantes nestes ambientes, mas sem correlação com variáveis de solo. Provavelmente estas espécies

estejam relacionadas à saturação do solo, uma vez que foram mais abundantes ou de ocorrência exclusiva na Floresta Paludícula. Pode-se inferir que, apesar da forte influência do fator água na ocorrência dessas espécies em Florestas Paludículas, a distribuição em um ou outro fragmento esteja correlacionada a determinadas variáveis, como a microtopografia (cota mais elevada na borda da Floresta e a presença de morrotes) e a textura do solo (porcentagens de areia, silte e argila), influenciando na retenção de água no solo.

Os resultados obtidos neste estudo, com a compreensão dos fatores abióticos que determinam as diferentes formações florestais, e o conhecimento de correlações específicas entre as espécies e as variáveis ambientais será importante para nortear práticas diferenciadas de conservação e recuperação das diferentes fisionomias florestais que ocorrem na região de estudo.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. As boçorocas de Franca. **Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca**, Franca, v.1, n.2, p.5-27, 1968.

ALMEIDA, F.F.M. de; BARBOSA, O. **Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**. Rio de Janeiro: DNPM, 1953. p. 1-96 p. (Boletim, 143)

ALMEIDA-SCABBIA, R.J. **Análise da relação vegetação-solo em três cotas altitudinais na Floresta Estacional Semidecidual ocorrente em cuesta basáltica ("Parque Rawitscher", Fazenda Pedra Vermelha, município de Analândia, SP)**. 2001. 173 p. Tese (Doutorado na área de Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2001.

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, New York, v.141, p. 399-436, 2003.

BATISTA, E.A. **Influência de fatores edáficos no cerrado da Reserva Ecológica de Mogi-Guaçu, SP**. 1988. 188 p. Tese (Doutorado em solos e nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

BIANCHINI, E.; POPOLO, R.S.; DIAS, M.C.; PIMENTA, J.A. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, sul do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 9, n.2, p.231-245, 2003.

BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 195-213, jun. 2002.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (IAC, Boletim Técnico, 106).

CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CURI, N.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M.A.L.; BOTEZELLI, L. Distribuição de espécies arbórea-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 329-345, abr./jun., 2005.

CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 701-709, 2000.

COOPER, M. **Influência das condições físico-hídricas nas transformações estruturais entre horizontes B latossólico e B textural sobre diabásio**. 1999. 128p. Tese (Doutorado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

CORREIA, J.R.; HARIDASAN, M.; REATTO, A. MARTINS, E. de S.; WALTER, B.M.T. Influência de fatores edáficos na distribuição de espécies arbóreas em Matas de Galeria na região do Cerrado: uma revisão. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. da; SOUSA-SILVA, J.C. (Ed.). **Cerrado**: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2001. p. 51-78.

COSTA, A.A.; ARAÚJO, G.M. de. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 63-72, jan./abr., 2001.

DALANESI, P.E.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 737-757, out.-dez., 2004.

DEXTER, A.R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 201-214, 2004.

DOURADO NETO, D.; VAN LIER, Q. J.; BOTREL, T. A.; LIBARDI, P.L. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo utilizando o modelo Genuchten. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, p. 92-102, jul. 1990.

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para a restauração da vegetação de cerrado. KAGEYAMA, P.Y; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL, V.L.; FLÁVIO BERTIN GANDARA, F.B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. cap. 8, p. 187-201.

DURIGAN, G.; BAITELLO, J.B.; FRANCO, G.A.D.C.; SIQUEIRA, M.F. **Plantas do Cerrado Paulista**: imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Páginas & letras Editora e Gráfica, 2004. 475 p.

DURIGAN, G.; RODRIGUES, R. R.; SCHIAVINI, I. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2000. p.159-167.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Monitoramento por satélite – Sistema de Gestão Territorial do ABAG/RP**. Disponível em: <<http://www.abagrp.cnpem.embrapa.br/areas/clima.htm#>>. Acesso em: 24 jun. 2007.

ESPÍRITO SANTO, F. del Bon.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; MACHADO, E.L.M.; SOUZA, J.S.; FONTES, M.A.L.; MARQUES, J.J.G.M. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da universidade federal de Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 331-356, jul./set., 2002.

FABIAN, A. J.; OTTONI FILHO, T. B. Determinação de capacidade de campo *in situ* ou através de equações de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 1029-1036, maio 2000.

FELFILI, J.M.; SILVA JÚNIOR, M.C.; SEVILHA, A.C.; FAGG, C.W.; WALTER, B.M.T.; NOGUEIRA, P.E.; REZENDE, A.V. Diversity, florística and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology**, Amsterdam, Netherlands, v. 175, n.1, p. 37-46, 2004. Disponível em: <http://www.springerlink.com/media/lhe17qhqn0ypjf9dad3/contributions/v/6/2/1/v62105h745836406.pdf>. Acesso em: set. 2005.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. E. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GAUCH, H. G. **Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs**. New York: Elsevier Science, 1992. 278 p.

GUARINO, E. de S.G.; WALTER, B.M.T. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de Matas de Galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 431-442, jul./set., 2005.

HARIDASAN, M. Solos de mata de galeria e nutrição mineral de espécies arbóreas em condições naturais. In: Ribeiro, J. F. (Ed.) **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: EMBRAPACAPAC, 1998. p. 19-28.

HOFFMANN, W.A.; FRANCO, A.C. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrast. **Journal of Ecology**, London, v. 91, p. 475-484, 2003.

HOFFMANN, W.A.; ORTHEN, B.; FRANCO, A.C. Constraints to seedling success of savanna and forest trees across the savanna-forest boundary. **Oecologia**, Heidelberg, v. 140, p. 252-269, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Cartografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Mapas de Biomas e de Vegetação. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169&id_pagina=1>. Acesso em: 23 ag. 2005.

IGUATEMY, M.A.; SILVA, M.A.C.; SILVA, R.R. Heterogeneidade ambiental e riqueza de espécies lenhosas em um fragmento de cerrado, Itirapina, SP. UNICAMP. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/ne211/2005/R2-c.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2006. 10 p.

IVANAUSKAS, N.M. **Formações florestais do Estado de São Paulo**: espécies arbóreas e fatores abióticos condicionantes. Projeto apresentado à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção de Bolsa de Pós-Doutoramento. Vinculado ao Projeto Temático “Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 40 ha de parcelas permanentes” (Proc. FAPESP 99/09635-0), 2001.

IVANAUSKAS, N.M. **Estudo da vegetação na área de contato entre formações florestais em Gaúcha do Norte, MT**. 2002. 185 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 139-153, 1997.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. cap. 2 p.27-31.

JELTSCH, F.; WEBER, G.E.; GRIMM, V. Ecological buffering mechanisms in savannas: A unifying theory of long-term tree-grass coexistence. **Plant Ecology**, Netherlands, v. 161, p. 161-171, 2000.

KELLMAN, M. Soil enrichment by neotropical savanna trees. **Journal of Ecology**, London, v. 67, p. 565-577, 1979.

KLUTE, A. 1986. Water retention: Laboratory methods. 2nd ed. In: KLUTE (Ed.). **Methods of Soil Analysis**, Madison: American Society of Agronomy, p. 635-662: Pt 1: Physical and Mineralogical Methods.

KOPONEN, P.; NYGREN, P.; SABATIER, D.; ROUSTEAU, A. SAUR, E. Tree species diversity and forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. **Plant Ecology**, Amsterdam, Netherlands, v. 173, p. 17-32, 2004.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. **Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP: bases para conservação**. 2003. 221 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C.A.; BERNACCI, L.C. Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 329-345, abr.-jun., 2005.

KRONKA, F.J.N.; NALON, M.A.; MATSUKUMA, C.K. **Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 1998. 84 p.

LAURANCE, W.F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation**, Essex, v. 57, p. 205-219, 1991.

LEDRU, M-P. Late Quaternary History and Evolution of the Cerrados as Revealed by Palynological Records. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 33-50.

LEITÃO FILHO, H.F. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16A, p. 197-206, 1982.

LEITÃO FILHO, H.F. Diversity of arboreal species in atlantic rainforest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.66, p.91-96, 1994.

LEMOES, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Embrapa-SNLCS, 1984. 46p.

LOCATELLI, M.; PEQUENO, P.L. de L.; VIEIRA, A.H.; SILVA FILHO, E.P.; VASCONCELOS, L.P. Importância do estudo da correlação de espécies florestais versus condições de solo em floresta natural para o estado de Rondônia.

EMBRAPA – Rondônia. Disponível em:

<http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/artigomidiacorrelacaosolofloresta.htm..>
Acesso em: 05 out 2005.

LOURES, L.; CARVALHO, D.A.; MACHADO, E.L.M.; MELO MARQUES, J.J.G.S. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 885-896, 2007.

MALTA, E.; COSTA, R.; RODRIGUES, G.B.; VIANI, R.A.G. Análise da variação de solos e suas implicações na estrutura da vegetação em uma amostra de cerrado no município de Itirapina, SP, Brasil. 2007. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/ne211/2004/relat2c.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2008.

MARIMON JUNIOR, B.H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 913-926, out./dez., 2005.

MARTINS, E. de S.; REATTO, A.; CORREIA, J.R. Fatores ambientais que controlam as paisagens das matas de Galeria no bioma Cerrado: exemplos e hipóteses. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. da; SOUSA-SILVA, J.C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2001. p. 29-50.

MARTINS, S.V.; SILVA, N.R.S.; de SOUZA, A.L.; MEIRA NETO, J.A.A. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 172-181, dez., 2003.

MORENO, M.I.C.; SCHIAVINI, I. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 537-544, dez. 2001.

MOTTA, P.E.F.; CURI, N.; FRANZMEIERS, D.P. Relation of soils and Geomorphic Surfaces in the Brazilian Cerrado. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 13-32.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree Planters Notes**, Washington, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; MARTINS, F.R. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região de Salgadeira, na Chapada dos Guimarães, MT. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 9, p. 207-223, 1986.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; RATTER, J.A. A study of the origin of Central Brazilian Forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburg Journal of Botanic.**, Edinburg, v. 52, p. 141-194, 1995.

OLIVEIRA, J.J.; CHAVES, L.H.G.; QUEIROZ, J.E.; LUNA, J.G. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 23, p.783-789, 1999.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J.; MELLO, J.M.; GAVILANES, J.M. Estrutura fitofisiológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, p. 67-85, 1994.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; SHEPHERD, G.J.; MARTINS, F.R.; STUBBLEBINE, W.H. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of Cerrado in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, p. 413-431, nov. 1989.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. cap.7, p. 109-123.

PASCHOAL, M.E.S.; CAVASSAN, O. A flora arbórea da mata de brejo do Ribeirão Peliantra, Agudos - SP. **Naturalia**, São Paulo, v. 4, p. 171-191, 1999.

PRADO, H. Pedologia Fácil. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/>. Acesso em: 18 jul. 07.

PRADO, D.E.; GIBBS, P.E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 80, n. 4, p. 902-927, 1993.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

RATTER, J. A.; ASKEW, G.P.; MONTGOMERY, R.F.; GIFFORD, D.R. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, p. 153-180, 1978.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2007. R: a language and environment for statistical computing. Versão 2.7. Vienna, Austria, R Foundation for statistical computing. Disponível em: <http://www.r-project.org>. Último acesso em: 02 jun 2008.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-152.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições 1997. 747 p.

ROCHA, C.T.V.; CARVALHO, D.A.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; Van Der BERG, E.; MARQUES, J.J.G.S.M. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p.203-218, abr./jun., 2005.

RODRIGUES, L.A.; CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta Estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n.1, p.25-35, 2007.

RODRIGUES, R.R. **Métodos fitossociológicos mais usados**. Casa da Agricultura, v.10, n.1, 1988. (Separata)

RODRIGUES, R.R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. 3.ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004. cap.6, p. 91-100.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. 3.ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004. cap.4 p. 45-71.

RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G.J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. 3.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo; FAPESP, 2004. cap.6, p.101-107.

RODRIGUES, R.R.R.; KORMAN, V.; BASSO, F.; NAVE, A.G.; GANDOLFI, S. **Programa de Adequação Ambiental da Usina Batatais**. Piracicaba: USP/ESALQ/LERF, 2005. 125,p.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, SP: FFLCH/USP; IPT/FAPESP, 1997. Mapas e Relatório

RUGGIERO, P.G.C. **Levantamento pedológico relacionado às fitofisionomias encontradas na Gleba Cerrado Pé-de-Gigante, Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP**. 2000. 159 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000.

RUGGIERO, P.G.C.; BATALHA, M.A.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T. Soil-vegetation relationships in cerradão (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, Netherlands, v. 160, p. 1-16, 2002.

SAMPAIO, A.B.; WALTER, B.M.T.; FELFILI, J.M. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na microbacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 197-214, 2000.

SHEPHERD, G.J. **FITOPAC**: Manual do Usuário. Campinas: Departamento de Botânica. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1995. 115 p.

SILVA JÚNIOR, M.C. Comparação entre matas de galeria no Distrito Federal e a efetividade do código florestal na proteção de sua diversidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 139-146, jan./abr., 2001.

SILVA JÚNIOR, M.C. Comunidades de árvores e sua relação com os solos na mata do Pitoco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, p. 29-40, 1998.

SLUIS, W.; TANDARICH, J. Siltation and hydrologic regime determine species composition in herbaceous floodplain communities. **Plant Ecology**, Netherlands, v. 173, p. 115-124, 2004.

SOUZA, J.S.; ESPÍRITO SANTO, F.D.B; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 185-206, mar./abr. 2003.

SPAROVEK, G.; CAMARGO, O.A. Sampling strategies for tropical forest nutrient cycling studies: a case study in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 635-642, 1997.

STAVE, J.; OBA, G.; BJORÄ, S.; MENGISTU, Z.; NORDAL, I.; STENSETH, C. Spatial and temporal woodland patterns along the lower Turkwel River, Kenya. **African Journal of Ecology**, York, v. 41, p. 224-236, 2003.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p.217-223, 1998.

ter BRAAK, C.J.F. **CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by (Partial) (Detrended) (Canonical) correspondence analysis and redundancy analysis, version 2.1**. Technical report LWA-88-2, TNO, Institute of Applied Computer Science, Wageningen, 1988.

TEIXEIRA, M.I.J.G.; ARAUJO, A.R.B.; VALERI, S.V.; RODRIGUES, R.R. Florística e Fitossociologia de área de cerrado s.s. no município de Patrocínio Paulista, Nordeste do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 1-11, 2004.

TEIXEIRA, A.P.; ASSIS, M.A. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Rio Claro (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 467-476, 2005.

TONIATO, M.T.Z.; LEITÃO-FILHO, H.F.; RODRIGUES, R.R.R. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 197-210, Ag. 1998.

Van DER BERG, E. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e análise das correlações entre variáveis ambientais e a distribuição das espécies de porte arbóreo-arbustivo**. 1995. 73p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1995.

Van DER BERG, E.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery Forest in south-eastern Brazil. **Flora**, London, v. 194, p. 249-266, 1999.

Van DER BERG, E.; SANTOS, F.A.M. Aspectos da variação ambiental em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. **Ciência Floresta**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 83-98, 2003.

Van GENUCHTEN, M.Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE/Projeto RADAM BRASIL, 1991. 123 p.

WARMING, E. **Lagoa Santa: a vegetação de Cerrados Brasileiros**. FERRI, M.G. (Ed.). São Paulo: EDUSP, Livraria Itatiaia Editora, 1973. 386 p.