

**INSTITUTO AGRONÔMICO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
TROPICAL E SUBTROPICAL**

**REGIME FREÁTICO E ATRIBUTOS DO SOLO
ASSOCIADOS A GRADIENTE FISIONÔMICO DE
FLORESTA RIPÁRIA EM ÁREA DE CERRADO EM
CAMPINAS, SP**

MARINA BEGALI CARVALHO

**Orientador: Ricardo Marques Coelho
Co-orientador: Luís Carlos Bernacci**

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agricultura Tropical e
Subtropical, Área de Concentração em
Gestão de Recursos Agroambientais

**Campinas, SP
Abril de 2012**

Ficha elaborada pela bibliotecária do Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agrônômico

C331r Carvalho, Marina Begali
Regime freático e atributos do solo associados a gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP / Marina Begali Carvalho / Marina Begali Carvalho. Campinas, 2012. 89 fls

Orientador: Ricardo Marques Coelho
Co-orientador: Luís Carlos Bernacci
Dissertação (Mestrado) em Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agrônômico

1 Morfologia do solo 2. estrutura da vegetação 3. associações solo-vegetação 4. Feições redóximórficas 5. Florística 6. Nível freático
I. Coelho, Ricardo Marques II. Bernacci Luís Carlos III. Título

CDD. 633.45



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA
DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO AGRONÔMICO
Pós-Graduação
Av. Barão de Itapura 1481 Caixa Postal 28
13001-970 Campinas, SP - Brasil
(019) 3231-5422 ramal 194
pgiac@iac.sp.gov.br



Curso de Pós-Graduação
Agricultura Tropical e Subtropical
Certificado de Aprovação

Título: **Regime freático e atributos do solo associados a gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP**

Aluna: **Marina Begali Carvalho**

Área de Concentração: **Gestão de Recursos Agroambientais**

Processo SAA nº: **12128/10**

Orientador: **Dr. Ricardo Marques Coelho**

Aprovado pela Banca Examinadora:

Dr. Ricardo Marques Coelho - IAC

Dra. Sueli Yoshinaga Pereira - Instituto de Geociências- Universidade Estadual de Campinas

Dra. Roseli Buzanelli Torres - IAC

Campinas, 24 de abril de 2012

Visto:

Adriana Parada Dias da Silveira
Coordenadora
Pós-Graduação Instituto Agronômico

AGRADECIMENTOS

- Ao pesquisador e orientador Dr. Ricardo Marques Coelho, pela dedicação, paciência, confiança e ensinamentos ao longo do Mestrado;
- Ao pesquisador e co-orientador Dr. Luís Carlos Bernacci, pelo acolhimento na instituição, orientação por cerca de três anos e pela confiança;
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Ensino Superior, pela concessão da bolsa de Mestrado;
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento do projeto;
- À Dra. Sueli Yoshinaga Pereira pela ajuda na elaboração dos mapas e sugestões, que tanto contribuíram para a elaboração do trabalho;
- Ao José de Freitas Benedito, pela imensa ajuda no campo (nos bons e maus momentos), conversas e risadas;
- À Dra. Isabella Clerice De Maria, pelo empréstimo do medidor de nível de água, fornecimento dos dados de chuva e colaboração ao longo do trabalho;
- Aos pesquisadores Dra. Elsie Guimarães, Dr Jorge Tamashiro e Dr. Marcos Sobral pelo auxílio na identificação das plantas;
- À banca examinadora: Dra. Roseli Buzanelli Torres e Dra. Sueli Yoshinaga Pereira;
- Aos pesquisadores José Eduardo de Arruda Bertoni e Renato Ferraz de Arruda Veiga pela colaboração e apoio ao longo do desenvolvimento do trabalho;
- A todos que me ajudaram no trabalho de campo: Ana Cláudia, Carla, Cristiano, Fabio, Isabela, Jefferson, Jéssica, Khalil, Laís, Lucas, Luís Antônio, Mariana, Mariela, Regina;
- Às funcionárias da pós-graduação do IAC, Célia e Ana Laura;
- Às pesquisadoras Roseli B. Torres e Rachel B. Q. Voltan, pelo apoio e convivências ao longo dos anos;
- Às amigas da Botânica (Ana Cláudia, Ariane, Carla, Eliana, Isabela, Mariela, Regina) pelos anos de convivência, cumplicidade e amizade, ajuda na realização do trabalho e por tantos outros motivos que não cabem aqui;

- Aos amigos da Pós-graduação, pelo companheirismo e ajuda dispensada sempre que necessário, em especial à Ana Olívia, Carol, Cristiano, Fernando, Khalil e Patrícia, que sempre foram tão atenciosos com as minhas dúvidas;
- Aos meus amigos “de fora”, pelos necessários momentos de descontração;
- Aos meus queridos pais e ao Julio, Daniela e Thiago, que compartilham das alegrias e que aguentam meu mau humor, pelo apoio e carinho! Sem eles, nada ficaria tão bonito!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Vegetação	3
2.1.1 Mata Atlântica	3
2.1.2 Cerrado	5
2.2 Associação meio físico x vegetação	6
2.2.1 O solo determinando a vegetação	6
2.2.1.1 O solo determinando o Cerrado	7
2.2.1.2 O solo determinando a Mata Atlântica	10
2.2.1.3 O solo na transição Cerrado-Floresta ripária	11
2.2.2 Disponibilidade hídrica associada à vegetação	12
2.3 Tratamento estatístico dos dados	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Área de estudo	16
3.2 Caracterização da vegetação	19
3.3 Caracterização do solo	21
3.4 Caracterização do nível freático	22
3.5 Análise dos dados	23
3.5.1 Correlação simples	23
3.5.2 Análises multivariadas	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Vegetação	25
4.2 Solos	36
4.3 Topografia e hidrologia	50
4.4 Associação meio-físico x vegetação	60
4.4.1 Perfis esquemáticos	60
4.4.2 Análises estatísticas	64
5. CONCLUSÕES	80
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Profundidade dos poços de monitoramento instalados na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas, SP 22
- Tabela 2** – Espécies arbóreas amostradas em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP, assinalando-se o número de inclusão no Herbário IAC e aquelas listadas em trabalhos como pertencentes a cerrado – CE (Mendonça et al. 2008) – e/ou matas ciliares – MC/MG (Felfili et al. 2001) 26
- Tabela 3** – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas, ordenadas pelo IVI (índice de valor de importância), a partir das medidas do perímetro ao nível do peito (PAP) e perímetro ao nível do solo (PAS), em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. NInd – número de indivíduos; DA – densidade absoluta; FA – frequência absoluta; DoA – dominância absoluta; IVI – índice de valor de importância; IVC – índice de valor de cobertura 30
- Tabela 4** – Número de indivíduos (NInd), altura média (AltMd – metros), área basal (AB – m^2), considerando o perímetro na altura do peito – PAP – ou ao nível do solo – PAS), diâmetros médios na altura do peito (DAPm) e ao nível do solo (DASm), em centímetros, das parcelas estudadas em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas, SP 34
- Tabela 5** – Comparação de da área amostrada (m^2), densidade (Dens – ind/ha), área basal (AB – m^2), porcentagem de indivíduos mortos, índice de diversidade de Shannon-Wiener (H' – nats/ind) e equabilidade de Pielou (J) entre o presente estudo, em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de Cerrado, em Campinas (SP), e outros estudos feitos em áreas de transição, Cerrado e floresta ripária. Cont – parcelas contíguas; Trans – parcelas em transectos; Disj – parcelas disjuntas; DAS – diâmetro ao nível do solo; D30 – diâmetro a 30 cm do solo; DAP – diâmetro à altura do peito; PAS – perímetro à altura do solo; P30 – perímetro a 30 cm do solo; PAP – perímetro à altura do peito 35
- Tabela 6** – Parcelas estudadas, localização (UTM) e classificação do solo em gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP 37
- Tabela 7** – Descrição dos perfis de solo do transecto 1 (parcelas 1.1, 1.3 e 1.5), em gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP. Continua 39
- Tabela 8** – Descrição dos perfis de solo do transecto 3 (parcelas 3.1, 3.3 e 3.5), em gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP. Continua 40

Tabela 9 – Descrição dos perfis de solo do transecto 5 (parcelas 5.1, 5.3 e 5.5), em gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP. Continua	42
Tabela 10 – Morfologia dos solos das parcelas dos transectos 1 e 2 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado (Campinas, SP), onde só foram realizadas tradagens	45
Tabela 11 – Morfologia dos solos das parcelas dos transectos 3, 4 e 5 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado (Campinas, SP), onde só foram feitas tradagens. Continua	46
Tabela 12 – Atributos químicos do horizonte superficial (0 a 20cm) do solo das parcelas na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP	48
Tabela 13 – Atributos químicos do horizonte subsuperficial (80 a 100cm) do solo das parcelas na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP	49
Tabela 14 – Granulometria das amostras de solo do horizonte superficial e subsuperficial, na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP	50
Tabela 15 – Cotas altimétricas (Cota) e altitudes (Alt) encontradas nas parcelas (Parc) da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado, em Campinas, SP	56
Tabela 16 – Correlação simples entre as variáveis de estrutura da vegetação (1 – valores com base no PAP; 2 – valores com base no PAS) e as variáveis de solo (1 – horizonte superficial; 2 – subsuperficial), em gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado, em Campinas, SP. AB – área basal, DAPm – diâmetro ao nível do peito médio, DASm diâmetro ao nível do solo médio, AltMd – altura média, NInd – número de indivíduos, Dens – densidade, Dom – dominância, MO – matéria orgânica; H+Al – acidez potencial; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases. Continua	68
Tabela 17 – Correlação simples entre as variáveis de estrutura da vegetação (1 – valores com base no PAP; 2 – valores com base no PAS) e as variáveis hidrológicas, em gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado em Campinas, SP. AB – área basal, DAPm – diâmetro ao nível do peito médio, DASm diâmetro ao nível do solo médio, AltMd – altura média, NInd – número de indivíduos, Dens – densidade, Dom – dominância, NFMe – nível médio do freático, DS – nível do freático em período seco, DU – nível do freático em período chuvoso	69

- Tabela 18** – Correlação simples entre as variáveis de estrutura da vegetação (1 – valores com base no PAP; 2 – valores com base no PAS) e variáveis hidrológicas com as coordenadas métricas (UTM Norte – UTM N – e UTM Leste – UTM L). AB – área basal, DAPm – diâmetro ao nível do peito médio, DASm diâmetro ao nível do solo médio, AltMd – altura média, NInd – número de indivíduos, Dens – densidade, Dom – dominância, NFMe – nível médio do freático, DS – nível do freático em período seco, DU – nível do freático em período chuvoso 70
- Tabela 19** – Correlações ponderadas com os dois primeiros eixos da ordenação, das 21 variáveis selecionadas para a CCA prévia. Valores numéricos em negrito representam correlações maiores do que 0,4 73
- Tabela 20** – Correlações ponderadas com os dois primeiros eixos da ordenação, das 8 variáveis selecionadas para a CCA final 74

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Área de estudo, com a posição aproximada do início das duas linhas extremas de parcelas (A) e posição relativa das parcelas (B) em relação ao córrego, com a localização (○) das trincheiras e poços de monitoramento (imagem de satélite: fonte Google Earth, 2011) 17
- Figura 2** – Imagens aéreas da área de estudo (em vermelho) e da represa (em branco) localizada próxima a ela. (A) em 1962, (B) em 1994, (C) em 2008. (Fonte: 1962 e 1994 - Seção de Geoprocessamento do IAC; 2008 - Departamento de Desenvolvimento Sustentável da Prefeitura Municipal de Campinas) 18
- Figura 3** – Placa de identificação em árvore de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de Cerrado, em Campinas, SP..... 20
- Figura 4** – Desenho esquemático da distribuição das parcelas e a classificação dos solos de cada uma delas, em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. C – Cambissolo, G – Gleissolo, L – Latossolo, A – Amarelo, M – Melânico, H – Háptico, VA – Vermelho-Amarelo, a – alítico, Tb – argila de atividade baixa, D – Distrófico, g – gleissólico, n – neofluvisólico, o – organossólico, p – plúntico, pt – petroplúntico, t – típico 38
- Figura 5** – Nível freático nos poços de monitoramento estudados em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. Prof: profundidade ... 51
- Figura 6** – Precipitação e variação do nível freático no poço de monitoramento da parcela 1.1 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. NF – nível freático 53
- Figura 7** – Precipitação e variação do nível freático no poço de monitoramento das parcelas 1.5 e 3.1 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado em Campinas, SP. NF – nível freático 55
- Figura 8** – Precipitação e variação do nível freático no poço de monitoramento da parcela 5.5 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. NF – nível freático 55
- Figura 9** – Mapa topográfico da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP, sendo as altitudes (m) indicadas nas curvas de nível. Os círculos cheios representam a localização das parcelas, sendo os extremos de cada transecto identificados por dois algarismos separados por ponto, em que o primeiro algarismo identifica o transecto e o segundo algarismo identifica a parcela. Também estão localizados o córrego (linha azul) e a represa 57

- Figura 10** – Mapa potenciométrico da área de transição floresta ripária-cerradão em Campinas, SP, referente ao dia 29/03/2011 (no período chuvoso), sendo as cotas piezométricas (m) indicadas pelas curvas. Os círculos cheios representam as parcelas e as setas o sentido de direção de fluxo. Também estão apresentados o córrego (linha azul) e a localização aproximada da represa 58
- Figura 11** - Mapa potenciométrico da área de transição floresta ripária-cerradão em Campinas, SP, referente ao dia 27/09/2011 (no período de seca), sendo as cotas piezométricas (m) indicadas nas curvas. As marcações (+) representam as parcelas e as setas o sentido de direção de fluxo. Também estão apresentados o córrego (linha azul) e a localização aproximada da represa 59
- Figura 12** – Perfil esquemático do transecto 1 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas (SP), mostrando dados de morfologia do solo (cor e classe textural), nível do freático em período chuvoso (DU), nível do freático em período seco (DS), número de indivíduos arbóreos (NInd), altura média (Alt Med) e diâmetro médios ao nível do peito (DAP) e ao nível do solo (DAS) 65
- Figura 13** - Perfil esquemático do transecto 3, da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas (SP), mostrando dados de morfologia do solo (cor e classe textural), nível do freático em período chuvoso (DU), nível do freático em período seco (DS), número de indivíduos arbóreos (NInd), altura média (Alt Med) e diâmetro médios ao nível do peito (DAP) e ao nível do solo (DAS) 66
- Figura 14** – Perfil esquemático do transecto 5, da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas (SP), mostrando dados de morfologia do solo (cor e classe textural), nível do freático em período chuvoso (DU), nível do freático em período seco (DS), número de indivíduos arbóreos (NInd), altura média (Alt Med) e diâmetro médios ao nível do peito (DAP) e ao nível do solo (DAS) 67
- Figura 15** – Dendrograma das parcelas estudadas na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado, em Campinas (SP), utilizando distância euclidiana e média de grupo como método de ligação 70
- Figura 16** – Análise de correspondência canônica das parcelas da área de estudo com as variáveis das amostras de solo por horizonte superficial (identificadas pelo número 1) e subsuperficial (identificadas pelo número 2), UTM Norte, nível médio do freático (NMed) e nível do freático em período chuvoso (DU) selecionadas na CCA prévia 76
- Figura 17** – Análise de correspondência canônica da abundância das espécies com as variáveis das amostras de solo por horizonte superficial (identificadas pelo

número 1) e subsuperficial (identificadas pelo número 2), UTM Norte, nível médio do freático (NMed) e nível do freático em período chuvoso (DU) selecionadas na CCA final 79

Regime freático e atributos do solo associados ao gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP

RESUMO

Tanto o Bioma Cerrado como o Bioma Mata Atlântica ocorrem em ampla área de distribuição no Brasil e estão sujeitos a grande variedade de condições ambientais. Em área de transição entre cerrado e floresta ripária, o estudo das características físicas, químicas e hidrológicas do solo pode definir determinantes da estrutura e florística desses tipos vegetacionais. Com o objetivo de compreender a influência do nível freático e dos atributos do solo no gradiente fisionômico floresta ripária-cerradão, foram estudadas 25 parcelas de 100 m², divididas em cinco transectos e localizadas em linha perpendicular à drenagem principal e próxima a uma pequena represa, com vegetação nativa, em Campinas, SP. Foram realizadas caracterização morfológica, classificação e coleta do solo em trincheiras e com trado para análises físicas e químicas; levantamento florístico e fitossociológico dos indivíduos arbóreos com altura igual ou maior que 1,5 m e diâmetro ao nível do solo igual ou maior que 3 cm; e monitoramento freático de nove parcelas ao longo de um ano. A associação entre os dados de solo, água e estrutura da vegetação foi analisada através de perfis esquemáticos, correlações simples e análise de componentes principais (PCA), também utilizada para eliminação de variáveis redundantes ou altamente correlacionadas. Com a seleção das variáveis, foi realizada uma análise de correspondência canônica (CCA), composta por uma matriz ambiental (variáveis de solo, água e distância geográfica) e uma matriz de abundância de espécies, a fim de se analisar as relações existentes entre as variáveis ambientais e a florística. A similaridade florística entre as parcelas foi analisada através de *cluster*. Foram encontrados 971 indivíduos (65 mortos), distribuídos em 35 famílias. Em 18 parcelas ocorrem Gleissolos, em cinco Latossolos e em dois Cambissolos, havendo maiores teores de areia nas parcelas mais distantes do córrego e da represa. As parcelas constituíram três grupos com relação ao nível freático: rasas, de profundidade intermediária e profundas. Os poços localizados em área mais bem drenada apresentaram resposta de recarga às chuvas mais rápida. A separação de parcelas em dois grupos, de acordo com a profundidade do lençol freático, lençol mais raso com árvores mais altas e lençol mais profundo com árvores mais baixa, indica que lençol freático mais raso favorece

crescimento das árvores. Na área de estudo, o regime freático está associado à distribuição de espécies de acordo com seu ambiente característico de ocorrência, com espécies mais típicas de cerrado em área de lençol mais profundo e maior teor de areia, e espécies mais típicas de mata ciliar em área com lençol mais raso e maior teor de argila. O nível freático e a morfologia do solo analisados isoladamente não foram suficientes para explicar as diferenças florísticas e de estrutura da vegetação, já que outros fatores, como capilaridade dos solos e ação antrópica influenciam a vegetação.

Palavras-chave: associações solo-vegetação, estrutura da vegetação, feições redóximórficas, florística, morfologia do solo, nível freático

Water table regime and soil attributes associated to a riparian forest physiognomic gradient in a cerrado area at Campinas, SP (Brazil)

ABSTRACT

Cerrado and Atlantic Forest occur in a broad area in Brazil and are subjected to a wide variety of environmental conditions. In transitional areas between savanna and riparian forest, the study of physical, chemical and hydrological features of the soil can define determinants of floristics and vegetation structure. To understand the influence of water table level and soil attributes in a physiognomic riparian forest-savanna gradient, 25 plots of 100 m² with native vegetation, divided in five transects, perpendicular to a stream and next to a small dam were studied, at Campinas, SP. Soil morphological characterization, classification and sample collection for physical and chemical analysis were carried out in pits and by auger sampling. Trees equal to or taller than 1.5 m with diameter at ground level equal to or greater than 3 cm were studied in a floristic and phytosociological survey. Water table was monitored in nine wells over a year. Associations between soil, water and vegetation structure were analyzed using schematic profiles, simple correlations and principal component analysis (PCA), also used to eliminate redundant or highly correlated variables. After selection of variables, we performed a canonical correspondence analysis (CCA), with an environmental matrix (soil, water and distance variables) and a species abundance matrix, in order to analyze the relationships between environmental variables and floristics. Floristic similarity among plots was analyzed using cluster. There were 971 individuals (65 dead), distributed into 35 families. Of the studied 25 plots, 18 are Gleysols, five are Oxisols and two are Inceptisols, with greater amounts of sand in the plots farther from the stream and the dam. Well-monitored plots can be divided in three groups, according to the water table: very little depth, intermediate depth and higher depth. Wells located in the well-drained area responded better to the rain, with faster recharging. Distinction of plots into two groups according to their water table regime, shallow water table with taller trees and deeper water table with shorter trees, suggests that shallower water table favors tree growth. In the studied area, water table regime influences the distribution of species according to their environment of typical occurrence, since cerrado species occur over deep water table and sandier soils, and forest species occur over shallow

water table and more clayey soils. Water table level and soil morphology alone could not explain floristics and vegetation structure differences, since factors related to soil capillarity and anthropic action also affect the area.

Keywords: floristics, vegetation structure, water table level, soil morphology, soil-vegetation associations

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é o bioma com maior diversidade de árvores do mundo, possuindo aproximadamente 20.000 espécies vegetais, correspondentes a cerca de 33% a 36% das espécies vegetais existentes no Brasil (CAMPANILI & SCHÄFFER, 2010a). É o terceiro maior bioma do país, tendo ocupado, originalmente, 1,3 milhão de km² (15% do território nacional). Está entre os cinco maiores *hotspots* mundiais, ou seja, área com elevada concentração de espécies endêmicas e que sofreu com elevada perda de habitat (MYERS *et al.*, 2000), e, portanto, área prioritária para a conservação da diversidade biológica. Devido à sua intensa degradação, possui hoje somente 27% de remanescentes, se considerados todos os estágios de regeneração da vegetação, porém somente cerca de 7,5% de sua área original encontra-se em remanescentes em bom estado de conservação (CAMPANILI & SCHÄFFER, 2010a). Cerca de 6% de sua área original estão protegidos em unidades de conservação e somente 3% encontra-se em Unidades de Conservação de Proteção Integral (CAMPANILI & SCHÄFFER, 2010b). Dentre as fisionomias da Mata Atlântica no estado de São Paulo, pode ser incluída a floresta ripária ou mata ciliar, considerada, de modo geral, como a vegetação localizada no entorno de cursos d'água, sofrendo, portanto, grande influência do regime hídrico do solo.

O Cerrado apresenta-se como o segundo maior bioma do Brasil, com área de cerca de 2 milhões de km² (22% do território nacional) (MMA, s/d). É reconhecido como a savana mais rica do mundo, possuindo mais de 11.000 espécies vegetais nativas já identificadas (MMA, s/d), porém somente 20% de sua área original não foi destruída pela implantação de pastos e plantações, o que faz dele um *hotspot* mundial (MYERS, 2000). Apenas cerca de 8% do bioma está protegido em unidades de conservação, sendo cerca de 3% sob proteção integral (MMA, s/d).

Tanto o Cerrado como a floresta ripária apresentam uma ampla área de distribuição com grande variedade de condições ambientais. No caso do Cerrado, pluviosidade, drenagem do solo, temperatura (DURIGAN *et al.*, 2003), fertilidade do solo (DURIGAN *et al.*, 2003; FERREIRA *et al.*, 2007) e disponibilidade de água (FERREIRA *et al.*, 2007) são fatores importantes para sua ocorrência. A floresta ripária sofre grande influência do regime hídrico do solo, incluindo variações na profundidade do nível freático, o que pode

estar associado à heterogeneidade florística e estrutural desta vegetação (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1990).

O estudo das características físicas, químicas e hidrológicas do solo, em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de Cerrado, pode definir determinantes da estrutura e florística destes tipos vegetacionais e ajudar no entendimento desta transição, além de fornecer dados que auxiliem na escolha de espécies vegetais utilizadas para a regeneração tanto em florestas ripárias como no cerradão. Considerando que fatores como clima e solo condicionam a distribuição da vegetação, possuindo maior importância do que fatores bióticos como predação e herbivoria, entender como ocorre a influência destes fatores na vegetação pode colaborar para a previsão de como mudanças globais afetarão os ecossistemas (BOND 2008).

As hipóteses deste trabalho são: (1) os atributos hidrológicos do solo, como profundidade e oscilação do nível freático, através de influência na disponibilidade de água para as plantas, determinam a estrutura e a composição florística em gradiente fisionômico entre floresta ripária e cerradão, levando à diferenciação entre as fisionomias; (2) a morfologia do solo, representada por coloração e ocorrência de mosqueamento, pode ser usada para inferir estrutura (altura e diâmetro do caule dos indivíduos, por exemplo) e composição florística da vegetação em gradiente fisionômico entre floresta ripária e cerradão; (3) os atributos químicos (como saturação por bases e teor de nutrientes) e os atributos físicos (granulometria) do solo determinam a estrutura e a composição florística da vegetação em gradiente fisionômico entre floresta ripária e cerrado.

Desta forma, este estudo objetiva verificar como fisionomias de cerradão e de floresta ripária estão associadas às características hidrológicas e aos atributos do solo, em uma área de transição, tendo como objetivos específicos: levantar as espécies arbóreas da vegetação e calcular os parâmetros fitossociológicos das mesmas e da área de estudo; caracterizar a morfologia, química e física dos solos, classificando-os; fazer o monitoramento do nível do nível freático; avaliar a associação entre as variáveis de solo (morfologia, física e química) e a vegetação (florística e fitossociologia); e avaliar a associação entre aspectos hidrológicos (profundidade e oscilação do nível freático) e a vegetação (florística e fitossociologia).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Vegetação

2.1.1 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é o terceiro maior bioma do Brasil e encontra-se distribuída por vários estados brasileiros, de norte a sul do país. Segundo o Mapa de Biomas do Brasil, ocupa inteiramente os estados de Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina e a maior parte do estado de São Paulo (IBGE, 2004a). Por ocupar extensa área do território, ocorre em diferentes ecossistemas com processos ecológicos distintos, o que resulta na formação de um conjunto de fisionomias e formações florestais, conhecidas como Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, além de ecossistemas associados como campos naturais, restingas, manguezais (CAMPANILI & SCHAFFER, 2010b). Estas formações florestais podem ser classificadas como aluviais (Floresta Ombrófila Densa Aluvial ou Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, por exemplo), quando da caracterização de formações florestais ribeirinhas (RODRIGUES, 2000), às margens de cursos d'água, também conhecidas como florestas ripárias ou matas ciliares.

RODRIGUES (2000) separa estas florestas em quatro categorias: as matas ou florestas de galeria seriam aquelas inseridas em zonas com vegetação de interflúvio não florestal e ao longo de rios de pequeno porte, formando as galerias; as matas ou florestas ciliares seriam ocorrentes na beirada de diques marginais, mais estreitas que as matas de galeria, sem formar os corredores; as florestas paludosas ou matas de brejo, com o solo permanentemente encharcado e fluxo constante de água superficial em canais; e florestas ou matas ripárias inseridas em zonas onde a vegetação de interflúvio também é florestal.

De modo geral, as matas ciliares são consideradas sinônimo de mata galeria, floresta ripária, mata de várzea, floresta beiradeira, floresta ripícola e floresta ribeirinha, podendo também ser consideradas como florestas paludosas, dependendo do encharcamento do ambiente de ocorrência. São definidas como qualquer vegetação florestal que se encontra ao longo das margens de rios, córregos, lagoas, lagos, represas e

nascentes (AB'SABER, 2000), sendo protegidas no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2011) como áreas de preservação permanente.

Nas áreas ciliares ocorre acumulação de sedimentos aluviais grosseiros que são movimentados por rolamento, arrastamento e saltação (AB'SABER, 2000). As matas ciliares ocupam áreas muito dinâmicas da paisagem e sua preservação e conservação estão associadas à manutenção de maior quantidade e melhor qualidade das águas, estabilização das margens e retenção de sedimentos e material orgânico (AB'SABER, 2000).

As matas ciliares, no bioma Cerrado, podem ser consideradas intrusões tanto da Floresta Amazônica quanto da Atlântica. A distribuição das espécies vegetais se daria desde a Floresta Amazônica até a Atlântica, cruzando os cerrados através das formações ribeirinhas, fazendo com que as florestas no norte e oeste do Cerrado possuam maior ligação com a Floresta Amazônica e as florestas do centro e sul do Cerrado possuam maior ligação com as Florestas Semidecíduas do sudeste do país (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 1995). Neste trabalho, será utilizado o termo floresta ripária para definir este tipo de vegetação.

Floristicamente, as florestas ripárias são bastante distintas entre si e isto está associado ao tamanho da faixa ciliar, ao estado e tipo de vegetação do remanescente do entorno, da dispersão de sementes e da heterogeneidade espacial (RODRIGUES & NAVE, 2000), como variações edáficas, topográficas e hídricas. RODRIGUES & NAVE (2000) fizeram uma compilação de 43 levantamentos florísticos e fitossociológicos de florestas às margens de cursos d'água (incluindo florestas paludosas) do Brasil extra-amazônico e, através de análises de similaridade e de coordenadas principais, foi observada a separação de três grupos em função do tipo de unidade vegetacional, da bacia hidrográfica de localização das áreas e da proximidade espacial (sendo que as florestas paludosas apresentaram-se como grupo único) (RODRIGUES & NAVE, 2000). Verifica-se, então, que as diferentes condições do meio físico e da vegetação do entorno condicionam a heterogeneidade florística das florestas ripárias e, portanto, o processo de recuperação destas áreas deve ser feito levando-se em consideração as particularidades de cada caso.

2.1.2 Cerrado

O Cerrado, sendo o segundo maior bioma do Brasil, também apresenta ampla área de distribuição, desde áreas contínuas como nos estados de Goiás, Tocantins, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, quanto em áreas disjuntas como nos estados do Amazonas, São Paulo e Paraná. Sua área *core* está localizada no Brasil Central (MANTOVANI & MARTINS, 1993). Devido a esta distribuição em áreas com diferentes condições ambientais, o cerrado apresenta-se como um complexo de fisionomias, desde vegetações campestres com maior presença de herbáceas e arbustos (como campo cerrado e campo sujo), passando por uma vegetação intermediária apresentando árvores com cobertura de copa de 20 a 50% (como cerrado *sensu stricto*), até vegetação florestal com dossel contínuo e cobertura de copa maior que 90% (cerradão).

BATALHA (2011) questiona a classificação do Cerrado como um bioma único e afirma que o Cerrado *sensu lato* deveria ser definido como um complexo, formado por três biomas distintos: o campo tropical, com estrato herbáceo contínuo e pequena quantidade de pequenos arbustos (campo limpo); a savana, com estrato herbáceo menos contínuo e arbustos e árvores em quantidades variáveis (campo sujo, campo cerrado e cerrado *s.s.*); e a floresta estacional, bioma florestal com árvores formando dossel contínuo (cerradão). Devido ao enraizamento do conceito de bioma para o Cerrado, iremos considerar o Cerrado como bioma único, formado por diferentes formações vegetais.

Para RIBEIRO & WALTER (1998), além das fisionomias já citadas, o Cerrado engloba fisionomias de ambientes ripários, ou seja, associadas a cursos d'água ou má drenagem de água no solo. Estas fisionomias são a mata ciliar, definida, por aqueles autores, como aquela cercada por uma vegetação de interflúvio florestal (cerradão), fisionomicamente semelhante e floristicamente diferente da mata ciliar, e a mata de galeria, onde a vegetação de interflúvio é campestre e as copas das árvores se fecham formando uma galeria ou túnel (DURIGAN *et al.*, 2004a).

Já para COUTINHO (1978), o Cerrado não abrange as formações ribeirinhas, sendo compreendido por três biocoros (regiões geográficas caracterizadas por um tipo de vegetação): florestal (floresta xeromorfa ou cerradão), savânico (cerrado *sensu stricto*, campo cerrado e campo sujo) e campestre (campo limpo), os quais apresentam diferenças florísticas e fisionômicas. As formações savânicas são ecótonos entre a formação florestal e a campestre e, dependendo das condições ecológicas da área, estes ecótonos tenderiam a se

aproximar de um ou outro extremo (cerradão ou campo limpo). Desta forma, por apresentarem ligação tão próxima com as linhas de drenagem, as matas ciliares e matas de galeria são consideradas como vegetação extracerrado, segundo aquele autor.

Apesar de ser considerado um *hotspot*, poucas ações concretas e estudos para a conservação do Cerrado são desenvolvidos no país (PINHEIRO & DURIGAN, 2009). Dentre as suas áreas ameaçadas, há aquelas situadas marginalmente à sua área central de ocorrência, limítrofes com outras condições ambientais, como as de clima mais úmido. Um exemplo, são os remanescentes presentes no estado de São Paulo, muito fragmentados (DURIGAN *et al.*, 2004a), e reduzidos a 0,84% dos 14% de ocupação original (SMA, 2009). Estima-se que cerca de 34% do total de espécies do cerrado (cerca de 10.000, segundo DURIGAN *et al.*, 2004b) são encontradas em São Paulo (CAVASSAN, 2002). Entretanto, somente 0,5% de sua área original está protegida em algum tipo de unidade de conservação (DURIGAN *et al.*, 2006).

2.2 Associação Meio Físico x Vegetação

O solo é resultado da ação dos fatores de formação (material de origem, clima, relevo, organismos e tempo) que atuam conjuntamente, levando a processos pedogenéticos, responsáveis pela diversidade de cores, texturas, feições químicas e mineralógicas encontradas na superfície terrestre (OLIVEIRA, 2008). Fornece suporte mecânico, água e nutrientes para as plantas e tem função essencial na formação de paisagens e na definição da formação vegetal ocorrente em determinada área.

2.2.1 O solo determinando a vegetação

Pelos dados de IBGE (2004b), a maior parte da província geomorfológica Depressão Periférica Paulista, no estado de São Paulo, se constitui em área de tensão ecológica savana(cerrado)-floresta ombrófila densa. Nessa região, o solo é um elemento determinante para a ocorrência de fisionomias de cerrado ou de floresta, sendo que a disponibilidade de água e a fertilidade do solo estão entre os fatores de solo mais importantes para ocorrência de uma ou de outra fisionomia (FERREIRA *et al.*, 2007).

2.2.1.1 O solo determinando o Cerrado

A presença de Cerrado, inicialmente, foi associada somente à falta de água em suas áreas de ocorrência e sua vegetação estaria adaptada a este déficit hídrico por apresentar estruturas xeromorfas, que as protegeriam contra a perda de água em excesso (ARENS, 1963). Estudos compilados por FERRI (1955, *apud* ARENS, 1963) mostraram que a vegetação do cerrado não restringe a transpiração e, portanto, suas estruturas não seriam uma adaptação à falta de água. Foi proposto, então, que estas estruturas ocorreriam devido ao escleromorfismo (ARENS, 1963), conjunto de características que leva à aparência de xeromorfismo nas plantas, mas que são causadas pela escassez de nutrientes no solo (FERRI *et al.*, 1978). Surgem, então, duas principais teorias que tentam explicar a ocorrência da vegetação de cerrado: o escleromorfismo oligotrófico (ARENS, 1963) e o escleromorfismo aluminotóxico (GOODLAND, 1971b).

Segundo o escleromorfismo oligotrófico, a baixa disponibilidade de nutrientes (oligotrofia mineral) no solo seria responsável pela morfologia das plantas de cerrado. Já o escleromorfismo aluminotóxico sugere que esta morfologia característica das plantas seria um reflexo do acúmulo de alumínio trocável (Al^{3+}) no solo. Estas teorias se complementam, já que o Al^{3+} compete com outros elementos pelos mesmos sítios de ligação, e seu acúmulo reduziria a disponibilidade destes nutrientes para as plantas (ROSSI *et al.*, 2005).

Segundo ARENS (1963), os solos de Cerrado são antigos, muito profundos e lixiviados, geralmente com baixos teores de argila e pH e pequenas quantidades de bases trocáveis, sendo a característica mais comum destes solos a oligotrofia. Possuem baixo teor de matéria orgânica (entre 3 e 5%) e podem apresentar concreções ferruginosas, o que dificulta a passagem de água e a penetração das raízes (COUTINHO, 2002). Apesar de estas condições serem relativamente freqüentes, sabe-se hoje que a fisionomia ocorre em uma gama de atributos de solo bem mais ampla que a definida por aqueles autores.

Os cerrados distribuídos pelo Brasil apresentam-se muito similares fisionomicamente, mas, de acordo com a sua localização, são floristicamente muito distintos (PIVELLO & COUTINHO, 1996). Pela sua ampla área de distribuição, é possível verificar uma variedade de condições ambientais como pluviosidade, fertilidade e

drenagem do solo, temperatura e ocorrência de fogo (DURIGAN *et al.*, 2003), responsáveis pelo seu mosaico vegetacional, mesmo em pequenas áreas de ocorrência (COUTINHO, 2002). O solo aparece como o determinante mais importante para a distribuição das espécies e para as diferenças entre as fitofisionomias do cerrado (RATTER & DARGIE, 1992), devido à sua relação com a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Ainda, dentro da região do Cerrado, fitofisionomias de outros biomas podem estar presentes, também determinadas por características edáficas e geomorfológicas (PIVELLO & COUTINHO, 1996).

PIVELLO & COUTINHO (1996) fizeram um levantamento sobre as características dos solos de cada fitofisionomia e concluíram que, de modo geral, cerrado *sensu stricto* e cerradão apresentam solos profundos e bem drenados, estando o cerradão em solos mais férteis; campo cerrado encontra-se sobre solos mais pobres e mais rasos; campo sujo e campo limpo sobre solos muito pobres e com ocorrência de “hardpan” (horizontes de solo adensados).

Para MARIMON JR. & HARIDASAN (2005), os fatores determinantes para ocorrência de cerrado e suas fitofisionomias ainda não estão totalmente esclarecidos mas, em um levantamento de trabalhos, encontraram cerradão associado tanto a solos mais férteis, mas não mesotróficos (GOODLAND, 1971a), quanto a solos com baixa fertilidade como os de cerrado *s.s.* (COSTA & ARAÚJO, 2001). Em seu estudo realizado na Reserva Biológica Municipal Mário, em Nova Xavantina (MT), a granulometria foi a única diferença encontrada entre solos sob cerradão e cerrado *s.s.*, sendo o maior teor de argila encontrado em cerradão. A fertilidade não apareceu como um fator de determinação para as fitofisionomias e, portanto, concluiu-se que o cerradão ocorre onde há maior presença de argila e não a maior presença de nutrientes. Como a água no solo regula a dinâmica dos nutrientes e sua absorção pelas plantas, esta estaria relacionada à disponibilidade de nutrientes, havendo, portanto, a necessidade de estudos sobre o comportamento hidrológico e sua relação com as espécies arbóreas nestas áreas.

No sudeste brasileiro, acredita-se que a baixa disponibilidade de água e toxicidade por alumínio no solo sejam as condições fundamentais para a ocorrência de vegetação de cerrado (RUGGIERO & PIVELLO, 2005; FERREIRA *et al.*, 2007). Em grande parte do estado de São Paulo, a condição climática é favorável às fitofisionomias florestais, o que foi

evidenciado em estudo realizado na Estação Ecológica de Assis (SP) por PINHEIRO & DURIGAN (2009), onde a eliminação da pressão antrópica da área levou à evolução de paisagens abertas para paisagens mais fechadas (cerradão). Porém, mesmo com o clima favorecendo fisionomias florestais na região, as características do solo afetam as condições de umidade do solo no local, retendo mais ou menos água, e atuando como determinante da vegetação (ASSIS *et al.*, 2011).

Em Pratânia (SP), o solo sob cerradão foi considerado mais fértil e apresentou maiores teores de matéria orgânica, fósforo, cálcio, alumínio, enxofre e maior capacidade de troca catiônica do que em duas áreas de cerrado *s.s.* O teor de alumínio aumentou da área mais aberta (cerrado *s.s.*) para a área mais densa (cerradão), área que apresentou também maior acidez e maior teor de argila (ISHARA, 2010). No município de Ribeirão Preto foi encontrada associação entre o tipo de solo e a vegetação sobre ele: vegetação de cerradão está mais associada a Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuro; mata mesófila a Latossolos Roxos (Latosolo Vermelho férrico) e Gleissolos; mata decídua a Latossolos Roxos (Latosolo Vermelho férrico) e Litossolos; e mata paludícola a Gleissolos. Observa-se, então, a ocorrência de cerrado e matas sobre diferentes classes de solo, evidenciando a influência dos atributos diagnósticos do solo no tipo de vegetação (KOTCHETKOFF-HENRIQUES *et al.*, 2005). A retenção de umidade do solo pode ser condicionante das fitofisionomias e da composição florística dentro da fisionomia de cerrado (TOPPA, 2004). De acordo com PINHEIRO (2006) e MARIMON JR. & HARIDASAN (2005), a disponibilidade hídrica seria determinante das diferentes fitofisionomias: cerradões apresentam solos mais argilosos e, conseqüentemente, com maior retenção de água, enquanto que as fisionomias mais abertas apresentam solos arenosos, ou seja, com menor capacidade de retenção de água. Em estudo realizado por ASSIS *et al.* (2011), também foi encontrada associação entre a retenção de água nos solos e a diferenciação entre fisionomias da vegetação do cerrado.

JUHÁSZ *et al.* (2006) estudaram uma toposequência de solos sob cerradão com relação aos atributos morfológicos de solo de textura média e encontraram que o solo das áreas mais a montante corresponderam a Latossolos, enquanto que o mais a jusante (sopé da vertente) correspondeu a um Gleissolo. A coloração destes solos é distinta: as trincheiras 1 e 2, mais a montante, são de Latossolos Vermelhos (matiz 2,5YR no horizonte B),

podendo representar alto teor de hematita, e cromas altos, representando cores mais claras; a trincheira 3 (posição intermediária) é um Latossolo Vermelho-amarelo (matiz 5YR) com menor teor de hematita e maior de goethita; a trincheira 4 (também intermediária) é um Latossolo Amarelo (matiz 7,5YR), com remoção ou substituição de ferro e predomínio de goethita; a trincheira 5 (mais a jusante) é o Gleissolo, com ocorrência de mosqueados, e cor mais escura em superfície, podendo ser influência de matéria orgânica e atividade biológica.

2.2.1.2 O solo determinando a Mata Atlântica

Em florestas tropicais, as variações das propriedades químicas e texturais e o regime de água no solo foram indicadas como importantes para a diversidade de espécies arbóreas (FOWLER, 1988 *apud* OLIVEIRA-FILHO *et al.* 2001) e, em escala local, a topografia se destacou como o fator mais importante para a sua estrutura, estando relacionada à fertilidade e à disponibilidade de água do solo (BOURGERON, 1983 *apud* OLIVEIRA-FILHO, 2001).

Outros atributos do solo também podem determinar as espécies presentes na área. Em estudo de Oliveira-Filho *et al.* (2001), foram encontradas relações positivas e negativas entre espécies de uma floresta estacional semidecidual em Martinho Campos (MG) e atributos químicos do solo, como cálcio, magnésio e pH. No mesmo estudo, diferentes tipos de solo apresentaram variações na fisionomia da vegetação com relação à densidade da floresta.

Em condições ciliares, os fatores físicos do solo, determinados pelo comportamento hidrológico da área, são os principais condicionantes da distribuição e composição das espécies vegetais (RODRIGUES & SHEPHERD, 2000).

De modo geral, áreas ripárias com encharcamento permanente estão sobre Organossolos (frequentes sob matas de brejo ou florestas paludosas), Gleissolos (sob floresta paludosa com árvores de diâmetro mais elevado do que em Organossolos) ou Neossolos Quartzarênicos hidromórficos (florestas paludosas, mas com árvores de diâmetro pequeno). Áreas ripárias com drenagem boa a moderada encontram-se em Neossolos Flúvicos (matas galerias com menor umidade) e Cambissolos (vegetação com grande

variação florística e estrutural); enquanto que áreas ripárias em uma situação intermediária entre moderada/boa drenagem e encharcamento encontram-se sobre Plintossolos (árvores com diâmetro e porte elevados) com variação de nível freático significativa (JACOMINE, 2000).

Em uma área de floresta paludosa em Santa Rita de Caldas, MG, LOURES *et al.* (2007), encontraram três classes de solo: Gleissolos Háplicos encontrados nas porções mais baixas do terreno, com maior teor de argila e menos matéria orgânica; os Gleissolos Melânicos ocorrentes na porção intermediária com maior teor de nutrientes; e os Organossolos, nas porções mais elevadas do terreno e maior teor de matéria orgânica.

2.2.1.3 O solo na transição Cerrado-Floresta ripária

A maior parte dos trabalhos envolvendo o estudo do solo e vegetação em áreas de Cerrado e Mata Atlântica, o faz considerando áreas destes biomas separadas espacialmente, havendo poucos estudos sobre o ecótono floresta-cerrado (mais especificamente, florestas ripárias).

Para PIVELLO & COUTINHO (1996), considerando que a sucessão florestal seja um processo múltiplo, onde cada estágio da vegetação é um estado e as ações entre os estágios são transições, o cerradão poderia ser considerado como uma transição entre cerrado e floresta mesófila (floresta estacional semidecidual), por apresentar espécies comuns a ambas as floras e um *continuum* de fertilidade do solo.

No Jardim Botânico Municipal de Bauru (SP), esta transição foi estudada por PINHEIRO *et al.* (2009), através da abertura de duas trincheiras em solo sob cerrado (sendo uma em área de transição para floresta estacional), duas trincheiras em solo sob floresta estacional semidecidual e uma trincheira na borda da floresta a 30m de um córrego, próxima a uma área de floresta latifoliada higrófila. A formação savânica apareceu em Latossolos Vermelhos distróficos, com textura franco-arenosa, na área mais afastada da transição com floresta (T1), e média na área de transição (T3). A floresta estacional semidecidual ocorreu em Neossolo Flúvico Tb distrófico com textura média/arenosa/média e em Gleissolo Melânico distrófico, com textura arenosa. A trincheira da borda da floresta apresentou solo do tipo Cambissolo Háplico distrófico alumínico com textura arenosa.

Ainda, naquele estudo, os únicos elementos químicos disponíveis considerados com teores altos foram K, Ca e Mg e somente no horizonte superficial das trincheiras da floresta e da borda da floresta, as quais apresentaram maiores valores de pH, soma e saturação de bases e menores valores de Al. A quantidade de fósforo e matéria orgânica foi muito semelhante para todas as trincheiras. Quando comparadas as trincheiras de cerrado (T1 e T3), a soma e a saturação de bases dos horizontes superficiais da trincheira T3 são maiores do que na trincheira T1, o que pode ser decorrência de um maior acúmulo de serapilheira e maior decomposição pela influência do microclima florestal na área da trincheira T3. Já com o teor de alumínio ocorreu o inverso: sua maior concentração ocorre no horizonte superficial da T1 quando comparado à T3 (PINHEIRO *et al.*, 2009).

ROSSI *et al.* (2005) estudaram uma topossequência que inclui mata ciliar, floresta estacional semidecidual e cerrado em Porto Ferreira (SP). O tipo de vegetação encontrou-se associado às características do solo: baixa retenção de água, condicionada pelo baixo teor de argila, e alta saturação por alumínio determinam vegetação de cerrado; maiores teores de argila e umidade, associados a maiores teores de matéria orgânica e nutrientes em superfície, apresentou relação maior com floresta estacional semidecidual e cerrado. No geral, o cerrado apresentou-se associado a Latossolos Distróficos, a floresta estacional semidecidual a Argissolos Eutróficos e a mata ciliar a Neossolos Flúvicos Distróficos.

2.2.2 Disponibilidade hídrica associada à vegetação

Áreas com vegetação nativa apresentam maior taxa de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, maior recarga do aquífero (designação utilizada para o corpo d'água subterrâneo). Acredita-se que as diferentes formações vegetais existentes possam proporcionar diferentes condições de infiltração da água no solo. O estudo do nível freático (designação da superfície de contato entre a zona saturada e zona não saturada) em áreas com diferentes coberturas vegetais pode ser importante para o entendimento de como a água e sua dinâmica influenciam na determinação da vegetação.

A água retida pelo solo e a recarga do aquífero estão relacionadas à constituição das partículas do solo e de como estão arrançadas no perfil. Solos argilosos possuem poros menores, o que dificulta a passagem e chegada da água no lençol. Solos arenosos, ao

contrário, apresentam poros maiores e, assim, maior permeabilidade e recarga do lençol freático (HILLEL, 1982).

Esta retenção de água pelo solo pode ser determinante da vegetação em áreas onde o componente precipitação pluviométrica direta é o que mais contribui para o suprimento de água para o solo (ASSIS *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2007). Todavia, a influência da retenção de água do solo para o estabelecimento das plantas pode ser reduzida em áreas onde o lençol freático está mais próximo à superfície. Nestes casos, a disponibilidade de água para as plantas pode ser determinada mais acentuadamente pelo nível freático do que pela retenção da água pelo solo, já que, independentemente da sua retenção no solo, a água do freático suprirá o necessário às plantas, podendo se refletir em ambientes excessivamente úmidos (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2001). Assim, é importante saber em que condição de freático uma vegetação ripária, característica de área ciliar, dá lugar a uma vegetação de cerrado, mais adaptada a déficits hídricos.

O nível freático nas áreas de cerrado é geralmente profundo, mas varia com a topografia (ARENS, 1963). A influência da profundidade do lençol é determinante para a presença de floresta ou cerrado. Dentro do domínio do Cerrado, áreas com maior disponibilidade hídrica, pela menor profundidade do lençol, levam à ocorrência de florestas, enquanto áreas bem drenadas e mais elevadas levam à ocorrência de cerrado (PINHEIRO *et al.*, 2009).

Nível freático muito elevado pode levar à inundação do solo e saturação com água. A intensidade, frequência e duração desta inundação, assim como a periodicidade de flutuação, são fatores que influenciam a riqueza e estrutura de uma vegetação, sendo necessárias adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas para sobrevivência nestes ambientes, levando a uma menor diversidade em áreas inundadas (SILVA *et al.*, 2010). O encharcamento dos solos é um dos fatores abióticos mais importantes para a seleção de espécies vegetais, porém, espécies adaptadas a este tipo de ambiente podem se desenvolver em áreas mais secas (TORRES *et al.*, 1994).

Solos muito saturados, em ambientes quentes e com carbono oxidável disponível no solo, desenvolvem condições anaeróbicas propícias para a atividade dos microorganismos e à condição de redução, na qual o Fe (III) passa a Fe (II), mais solúvel, havendo, portanto, sua mobilização (RABENHORST & PARIKH, 2000). Esta mobilização leva à formação de

zonas de depleção e zonas de enriquecimento de Fe, como por exemplo, os mosqueados, utilizados para interpretar a drenagem dos solos e suas condições hidrológicas (RABENHORST & PARIKH, 2000). A ocorrência de gleização no sopé da vertente no estudo de JUHÁSZ *et al.* (2006), em Assis (SP), é causada pela saturação periódica do solo, porém, no período de um ano correspondente ao monitoramento, o nível do lençol freático não atingiu o horizonte B neste perfil e, portanto, a altura do lençol freático foi considerada um fator não indicativo de redução de ferro e seletividade de espécies.

Mesmo com esta dificuldade em utilizar o nível freático como indicador, CAMPOS *et al.* (2003) encontrou que nível freático a menos de 0,60m de profundidade juntamente com a presença de taboa são indicadores de ocorrência de Gleissolo em área de floresta estacional semidecidual com ocorrência de taboa em algumas áreas, em Viçosa, MG. A pequena flutuação do nível freático pode ter acarretado a presença pouco marcante de mosqueados, já que o tempo para redução e segregação do ferro para formação dos mesmos em ambiente com lençol freático alto e água parada é incerto.

Os corpos d'água superficiais (lagos, rios, córregos) podem interagir com o lençol freático, cuja superfície é, normalmente, um reflexo da topografia da área (FETTER, 2001). Estudar a superfície topográfica juntamente com a superfície piezométrica é, portanto, uma forma de avaliar a dinâmica da água no solo, podendo ser feita pela construção de mapas piezométricos, os quais são representações bidimensionais de feições tridimensionais (FETTER, 2001).

2.3 Tratamento Estatístico dos Dados

O estudo ecológico considera uma coleção de variáveis bióticas e abióticas que interagem entre si, e que podem ser tratadas estatisticamente por meio de análise estatística multivariada. Esta técnica permite que tabelas com grande quantidade de dados sejam analisadas, em busca do entendimento de padrões estruturais e das relações existentes entre as variáveis, sendo possível hierarquizar e evidenciar os fatores que regem a estrutura de um ecossistema, ou seja, reconhecer a responsabilidade de cada fator sobre a variabilidade dos dados (VALENTIN, 2000).

Dentre as análises multivariadas, os métodos de ordenação são bastante utilizados para a explicação dos padrões ou relações naturais, posicionando os objetos em relação a eixos, de modo que suas posições proporcionem o máximo de informação sobre suas semelhanças ecológicas. Desta forma, as técnicas de ordenação geram uma representação simplificada de um vasto conjunto de dados (VALENTIN, 2000) e produzem um número de variáveis que representam as relações entre as amostras. Muitas variáveis nada ou pouco acrescentam de significado à interpretação dos dados e, portanto, podem ser descartadas, baseando-se na análise de componentes principais (PCA) (MOITA NETO & MOITA, 1998). Esta técnica de ordenação é uma das mais utilizadas em ecologia e produz um gráfico de eixos (componentes) perpendiculares (autovetores) que representam a variação dos dados e cujo comprimento (autovalor) corresponde à sua contribuição à variância total dos dados (VALENTIN, 2000). Esta técnica possibilita uma avaliação prévia e a eliminação de dados redundantes.

Outra técnica bastante utilizada na ordenação é a análise de correspondência canônica (CCA), a qual consegue estudar a relação entre dois grupos de variáveis distintas, como por exemplo, variáveis ambientais e variáveis de vegetação (MANLY, 2008). A CCA sintetiza, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação de um conjunto de variáveis, permitindo a ordenação espacial das amostras, espécies e variáveis ambientais, e o reconhecimento de como a comunidade varia com o ambiente. A interpretação de CCAs nem sempre é fácil, já que algumas variáveis importantes na definição do ambiente podem estar atuando e não terem sido observadas ou coletadas, como luz e dispersão de espécies. Devido à complexidade existente nos fatores que determinam a composição florística e estrutural das formações vegetais, baixas porcentagens de variação são esperadas neste tipo de ordenação (TER BRAAK, 1987).

É possível também realizar análises de agrupamento (*cluster*), a fim de encontrar graus de similaridade entre as amostras, podendo reuni-las em um grupo único (VALENTIN, 2000). Considerando as variáveis escolhidas, esta análise encontra semelhanças entre as amostras e gera um diagrama de agrupamento das mesmas (dendrograma), no qual é possível verificar a distância entre os grupos (MOITA NETO & MOITA, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo (Figura 1.A) compreende um gradiente de vegetação de floresta ripária para cerrado, a partir de um curso de água, em área pertencente ao Centro Experimental (CEC) do Instituto Agrônomo (IAC), no município de Campinas (22° 48' 57'' S e 47° 03' 33'' W), SP. A região apresenta temperatura média anual de 20,3°C e pluviosidade anual de 1.409,5 mm, estando sob clima Cwa de Koeppen (MELLO *et al.*, 1994).

A área apresenta influência antrópica, tendo sido verificadas circulação de moradores do entorno, de gado e ocorrência de fogo em área bem próxima àquela onde foram instaladas as parcelas do estudo. Apesar disto, esta área encontra-se em processo de regeneração nos últimos 40-50 anos, o que pôde ser verificado através de aerofotografias dos anos de 1962, 1994 e 2008 (Figura 2), obtidas no acervo da seção de Geoprocessamento do IAC e no Departamento de Desenvolvimento Sustentável da Prefeitura Municipal de Campinas, bem como por observações diretamente no local. Além disso, em área mais aberta, adjacente à localização das parcelas, está sendo feito o reflorestamento com plantio de mudas. Também é possível perceber na fotografia de 2008 (Figura 2C), a presença de uma represa, construída em 1998, na base da área estudada, a qual pode ter influência na dinâmica da água da região.

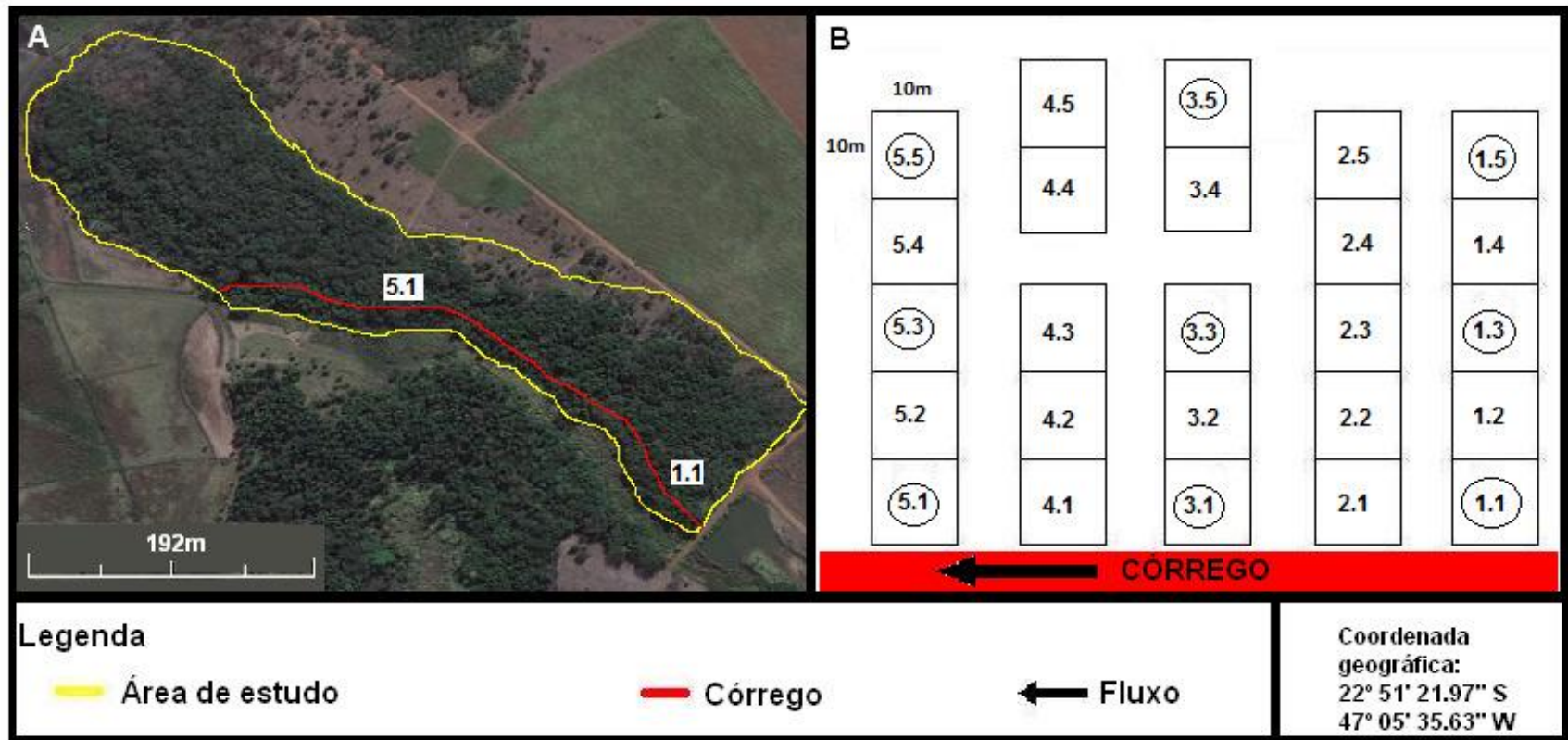


Figura 1 – Área de estudo, com a posição aproximada do início das duas linhas extremas de parcelas (A) e posição relativa das parcelas (B) em relação ao córrego, com a localização (○) das trincheiras e poços de monitoramento (imagem de satélite: fonte Google Earth, 2011)

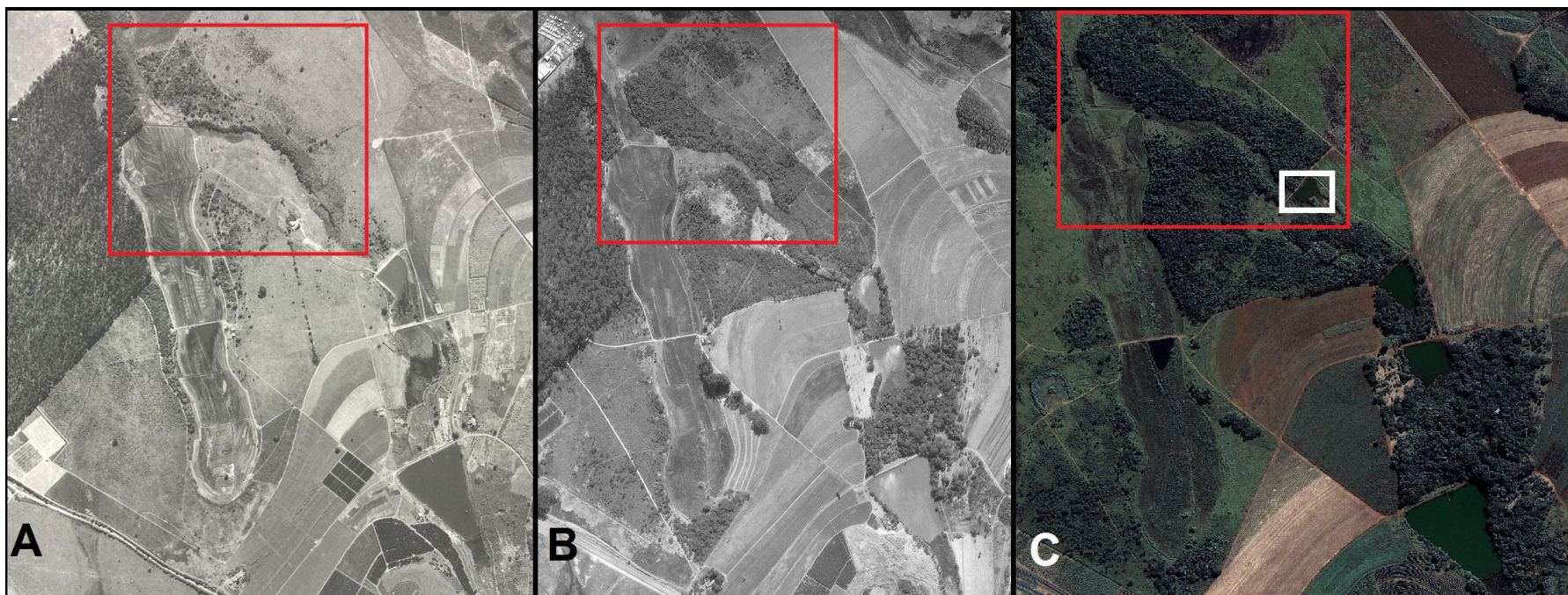


Figura 2 – Imagens aéreas da área de estudo (em vermelho) e da represa (em branco) localizada próxima a ela. (A) em 1962, (B) em 1994, (C) em 2008. (Fonte: 1962 e 1994 - Seção de Geoprocessamento do IAC; 2008 - Departamento de Desenvolvimento Sustentável da Prefeitura Municipal de Campinas).

Para avaliação do gradiente vegetacional, morfológico e hidrológico do solo, objeto deste estudo, foram estabelecidas 25 parcelas de 10 x 10 m (100 m²) em cinco transectos distintos (cada uma delas com cinco parcelas contíguas, em regra), a partir do córrego (Figura 1.B), ou seja, a partir da floresta ripária seguindo para a fisionomia cerradão, permitindo que todos os transectos representem o gradiente fisionômico estudado. O transecto 1 ficou locado próximo à represa, no canto inferior direito (Figura 1.A) e o 5 próximo ao centro da área preservada. Nos transectos 3 e 4 (figura 1.B) as duas parcelas mais afastadas do córrego ficaram distanciadas 10 m das outras parcelas do transecto devido à existência de uma trilha, que foi evitada. As parcelas foram demarcadas no campo por estacas de PVC, fixadas pela base com cimento, e fitilhos, com auxílio de trena e bússola para o correto posicionamento das mesmas.

As coordenadas geográficas de toda a área foram medidas por navegador GPS (Garmin GPS Map 78CSx) e, com uso de nível topográfico Wild e régua altimétrica, foi realizado um levantamento altimétrico das parcelas, tomando-se pontos dentro das parcelas, entre os transectos e no córrego. As cotas altimétricas das parcelas assim obtidas foram transformadas em altitudes após plotagem das coordenadas UTM das parcelas em carta topográfica (planialtimétrica) georreferenciada da base do município de Campinas (escala 1:2.000). Estes dados, juntamente com as coordenadas geográficas medidas permitiram a elaboração do mapa topográfico da área no programa Surfer (Golden Software), com visualização da posição relativa das parcelas.

3.2 Caracterização da vegetação

As espécies vegetais lenhosas presentes, exceto lianas, com altura maior ou igual a 1,5m e diâmetro ao nível do solo maior ou igual a 3cm, foram etiquetadas com placas confeccionadas com garrafa PET (politereftalato de etileno) e tinta acrílica (Figura 3), coletadas e identificadas para determinação da composição florística de cada parcela. A identificação foi feita através de chaves e consulta à bibliografia especializada (DURIGAN *et al.*, 2004b; LORENZI, 2002a, 2002b; RAMOS *et al.*, 2008; WANDERLEY *et al.*, 2002, 2003;), além de comparações com exsicatas já existentes e consulta a especialistas e, para a classificação das famílias botânicas, utilizou-se o sistema APGII (SOUZA & LORENZI,

2008). A verificação da grafia dos nomes das espécies foi feita utilizando-se a LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL (2012).



Figura 3 – Placa de identificação em árvore de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de Cerrado, em Campinas, SP.

Para cada um dos indivíduos amostrados, foram feitas a estimativa de altura, com base nas varas de coleta de amostras botânicas (podão), e medições de perímetro à altura do peito (PAP) e perímetro ao nível do solo (PAS). Trabalhos envolvendo florestas (Mata Atlântica) utilizam a medição da circunferência a 1,30m do solo (altura do peito). Todavia, trabalhos envolvendo o cerrado utilizam a medição da circunferência na base, pois as árvores apresentam pequeno porte e também porque muitos troncos se bifurcam próximos ao solo (FELFILI *et al.*, 2005). Como este estudo avalia a transição entre cerrado e floresta ripária, optamos por medir tanto o perímetro na base como na altura do peito.

Para maior precisão, os caules com perímetro menor ou igual a 6 cm tiveram seus diâmetros medidos com paquímetro e estes dados de diâmetro foram transformados em perímetro, através da fórmula:

$$P = \pi.d, \quad \text{equação 1}$$

onde P é o perímetro que se pretende encontrar, d é o diâmetro medido pelo paquímetro e π foi aproximado para 3,14.

Os parâmetros fitossociológicos (área basal, densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, índice de valor de importância – IVI, índice de valor de cobertura – IVC, equabilidade e o índice de diversidade de Shannon-Wiener) foram calculados com o aplicativo FITOPAC (SHEPHERD, 1995).

O material botânico coletado foi prensado e processado para herborização e incorporação no Herbário IAC.

3.3 Caracterização do solo

Para a caracterização detalhada da morfologia dos solos e coleta de amostras, nove perfis de solo foram analisados em três transectos alternados e em parcelas alternadas (1.1, 1.3, 1.5, 3.1, 3.3, 3.5, 5.1, 5.3 e 5.5), com a alocação de trincheiras de 1 x 1 x m (Figura 1.B). Os perfis foram descritos morfologicamente de acordo com SANTOS *et al.* (2005), considerando-se os atributos cor, incluindo ocorrência de mosqueado (cor, quantidade, tamanho e contraste); estrutura (grau, tamanho e tipo); superfícies de pressão; cimentação; cerosidade; textura; consistência seca, úmida e molhada, quando possível; raízes (quantidade e diâmetro); transição entre horizontes (topografia e nitidez). Os perfis de solo em campo foram classificados conforme SANTOS *et al.* (2006) e a classificação foi complementada ao nível categórico de subgrupo após obtenção dos resultados analíticos. Nas trincheiras, foram coletadas amostras de solo por horizonte diagnóstico e foram feitas descrições morfológicas através de sondagens com trado até 2m de profundidade (ou mais raso, no caso de limitação por freático). Estas amostras por horizonte diagnóstico e as amostras das camadas 140-160 cm e 180-200cm foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em peneiras com malha de 2mm. Após preparo, a terra fina (fração < 2 mm) dessas amostras foi encaminhada para caracterização química e granulométrica.

Nas 16 parcelas onde não foram abertas trincheiras, o solo foi observado e amostrado por meio de sondagens com trado até 1m de profundidade, onde foram caracterizadas cor, ocorrência de mosqueado, textura e consistência molhada. Para cada parcela, duas destas amostras, uma para o horizonte superficial e outra para o horizonte subsuperficial (em torno de 80-100cm de profundidade) se juntaram àquelas coletadas nas

trincheiras em camadas de profundidade equivalente para análises em laboratório e estatísticas. Foi analisada a granulometria do solo pelo método do densímetro, com determinação das frações areia grossa, areia fina, silte e argila (CAMARGO et al., 1986). Também foram determinados pH em CaCl₂, acidez potencial (H⁺ + Al³⁺), C orgânico, bases (Ca, Mg, K) e Al trocáveis e P assimilável, todos de acordo com RAIJ *et al.* (2001).

3.4 Caracterização do Nível Freático

Para monitoramento do nível freático, foram instalados nove poços de monitoramento, um por parcela com trincheira, nos três transectos onde foram estudados os perfis de solos. Esses poços de monitoramento foram instalados e desenvolvidos de acordo com as normas da ABNT. A perfuração foi feita com sonda manual, até atingir 2m abaixo do nível de água durante a sondagem, e a construção com tubos de PVC, sendo uma porção filtrante (com ranhuras nas paredes) e uma porção cega. O espaço anelar entre a perfuração e o tubo foi preenchido por pré-filtro, o qual impede migração de material para dentro do poço, sobre o qual foi colocada bentonita para evitar a passagem de água escorrida pela parede do tubo. As profundidades dos poços de monitoramento estão apresentadas na tabela 1. As leituras de nível piezométrico foram iniciadas em 01/03/2011 e realizadas a cada quatorze dias, ao longo de um ano.

Tabela 1 – Profundidade dos poços de monitoramento instalados na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas, SP.

Parc	Prof (m)	Parc	Prof (m)	Parc	Prof (m)
1.1	2,30	3.1	2,40	5.1	3,40
1.3	2,20	3.3	2,40	5.3	4,00
1.5	2,40	3.5	4,50	5.5	5,00

Legenda: Parc: parcela; Prof: profundidade do poço.

Já de posse das coordenadas geográficas e das cotas altimétricas e juntamente com os dados de profundidade do lençol, foi possível produzir o mapa de cota piezométrica (cota altitudinal *menos* profundidade do lençol freático, tomando o valor mais baixo encontrado neste cálculo como zero) para um dia no final de período seco (dia seco - 27/09/2011) e para um dia no final de período chuvoso (dia chuvoso - 29/03/2011). Na construção destes mapas, os dados de profundidade para todos os pares de coordenadas apresentados são interpolados e podem ser identificados. Além disso, o córrego e a represa localizada próxima à área foram plotados sobre o mapa topográfico e sobre os mapas potenciométricos através de sobreposição com mapa topográfico da Fazenda Santa Elisa, cedido pelo CEC (Centro Experimental Central – IAC). Todos os mapas de superfície foram construídos através da krigagem realizada no programa Surfer (GOLDEN SOFTWARE, 2009).

3.5 Análise dos Dados

Os transectos 1, 3 e 5 foram avaliados, graficamente, através de perfis esquemáticos, contendo a cor dos horizontes do solo (incluindo ocorrência ou não de mosqueados), agrupamento textural, topografia, nível do freático em período chuvoso e em período seco e altura média, DAP (diâmetro ao nível do peito) e DS (diâmetro ao nível do solo) médios da vegetação. Isto permitiu uma melhor visualização dos dados morfológicos coletados e sua associação.

Para a avaliação estatística das associações existentes entre as variáveis de solo (físicas e químicas), de nível freático e de vegetação (florística e estrutura), as análises foram divididas em dois grupos:

3.5.1 Correlação simples

A análise de correlação simples, através de coeficiente de correlação de Pearson (ρ), foi realizada para verificar correlações entre variáveis do solo, da água e da estrutura da vegetação, comparadas duas a duas, isoladamente. De acordo com CALLEGARI-JACQUES (2003), se o coeficiente for maior ou igual a 0,3 há correlação linear moderada

entre as variáveis, maior ou igual a 0,6 a correlação é forte e, se este valor é maior ou igual a 0,9, a correlação passar a ser muito forte.

As variáveis utilizadas para a matriz foram: químicas e físicas do solo, tanto das trincheiras como das tradagens, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 80 a 100 cm; nível médio do lençol freático considerando os dados medidos e os dados interpolados pelo Surfer 9 (GOLDEN SOFTWARE, 2009), nível do lençol freático em um dia no período seco (27/09/2011) e nível do lençol freático de um dia no período chuvoso (29/03/2011) de todas as parcelas; dados da estrutura da vegetação, a saber, área basal, DAP (diâmetro à altura do peito) e DAS (diâmetro ao nível do solo) médios, altura média, número de indivíduos, densidade e dominâncias absolutas (para DAP e DAS) para cada parcela; e dados de distância entre as parcelas (coordenada UTM). Esta análise foi realizada por meio do programa Excel.

3.5.2 Análises multivariadas

Por meio de análise de similaridade (*cluster*) as parcelas foram agrupadas em relação à abundância de espécies, usando-se distância euclidiana e média de grupo como método de ligação. Como para cada parcela se dispõe de dados de morfologia e de classificação dos solos, estes foram comparados aos grupamentos florísticos obtidos pela análise de similaridade, com o intuito de relacionar o possível gradiente florístico com o gradiente de atributos como cor do solo, tipo de horizonte B diagnóstico e classes de solo. Além disso, para verificar correlação entre a florística e a distância geográfica entre as parcelas, foi realizado o Teste de Mantel, com significância testada pelo teste de Monte Carlo (1000 permutações).

Como forma de verificar as correlações entre as variáveis, quando comparadas em conjunto e não isoladamente, foi realizada uma análise de componentes principais com os dados de solo (atributos físicos e químicos para 0 a 20cm e 80 a 100cm), dados hidrológicos (nível médio do lençol freático de todas as parcelas, nível do lençol freático em um dia seco - 27/09/2011 - e nível do lençol freático em um dia chuvoso - 29/03/2011), dados de estrutura da vegetação (área basal, DAP e DAS médios, altura média, número de indivíduos, densidade e dominâncias absolutas) e dados de distância entre as parcelas

(coordenadas UTM) totalizando 48 variáveis. Esta análise foi complementar à análise de correlação simples.

Além disso, em uma matriz de dados ambientais, muitas variáveis podem ser complementares ou redundantes, não acrescentando significado físico-ambiental ao estudo além do já acrescentado por outras variáveis. Com o intuito de reduzir as variáveis a um número menor que o número de parcelas (requisito para a análise de correspondência canônica) e encontrar as variáveis redundantes, foi feita uma avaliação prévia dos dados ambientais (solo e hidrologia), com 39 variáveis, através de uma segunda análise de componentes principais (PCA). As variáveis altamente correlacionadas foram eliminadas (correlação maior que 0,9).

Após esta seleção prévia das variáveis, foram utilizadas duas matrizes para a análise de correspondência canônica (CCA): uma com os dados ambientais selecionados e outra com a abundância das espécies. Na matriz de vegetação foram incluídas as espécies com número de indivíduos igual ou maior que três em toda a área, já que espécies raras pouco ou nada influenciam na ordenação. Os valores de abundância (a) passaram por uma transformação através da fórmula $\ln(a + 1)$, para ajustar os desvios causados por valores elevados (TER BRAAK, 1995). As duas matrizes passaram por CCA prévia, onde as variáveis com correlação ponderada maior ou igual a 0,4 com pelo menos um dos dois primeiros eixos de ordenação foram selecionadas (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994a). Após esta segunda eliminação, as variáveis ambientais foram reunidas em uma nova matriz ambiental, que foi novamente analisada com a matriz de vegetação, em uma nova CCA, com teste de permutação de Monte Carlo, com 100 permutações, o qual verifica a significância das correlações entre as variáveis ambientais e as espécies. Todas as análises multivariadas foram realizadas pelo programa PC-Ord, versão 5 (MCCUNE & MEFFORD, 1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Vegetação

Na área estudada, foram encontrados 971 indivíduos, dos quais 65 eram mortos. Ocorreram 35 famílias e 80 espécies, sendo as famílias mais ricas Fabaceae (13 espécies), Myrtaceae e Meliaceae (6 cada), Lauraceae e Rutaceae (4), que representam 41% do total de espécies (Tabela 2). Foi encontrada uma espécie exótica (*Citrus cf. medica*), representada por um indivíduo.

Tabela 2 – Espécies arbóreas amostradas em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP, assinalando-se o número de inclusão no Herbário IAC e aquelas listadas em trabalhos como pertencentes a cerrado – CE (Mendonça et al. 2008) – e/ou matas ciliares – MC/MG (Felfili et al. 2001).

Família	Espécie	CE	MC/ MG	Nº IAC
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	X	X	46513
	<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	-	X	25873
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X	X	21506
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	X	X	51936
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	-	X	50858
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	X	X	-
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	X	X	53542
Bignoniaceae	<i>Handroanthus cf. heptaphyllus</i> Mattos	-	-	42630
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	X	X	-
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	-	-	29915
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	X	X	53543
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	X	X	53522
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i> (Kunth) Spreng.	-	-	53531
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	-	-	34804
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.	-	X	45704
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	X	-	53529
Euphorbiaceae	<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	-	-	53530
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	X	X	32142
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	X	X	53540
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	X	X	41909
	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	X	X	44585
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	X	X	41045

(Continua...)

Tabela 2 – Continuação

Família	Espécie	CE	MC/ MG	Nº IAC
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	-	X	42242
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	-	X	7293
	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.)A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	-	-	42065
	<i>Luetzelburgia guaissara</i> Toledo	-	-	18238
	<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	X	X	46444
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	X	-	23107
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	-	-	19846
	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	-	X	39849
	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	-	X	12914
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	X	X	29927
Lacistemataceae	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	X	X	53548
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	X	X	53521
Lauraceae	<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	-	-	5047
	<i>Nectandra nitidula</i> Nees	-	X	53534
	<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	X	X	53524
	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	-	-	42066
Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	-	X	46962
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	-	X	42700
	<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.	X	X	53523
	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	X	X	42669
Meliaceae	<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	X	X	41737
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	-	X	53537
	<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	-	X	46546
	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	-	X	53532
	<i>Trichilia hirta</i> L.	-	X	53533
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	X	X	53550
Monimiaceae	<i>Mollinedia widgrenii</i> A. DC.	-	X	45111
Moraceae	<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	-	X	53536
	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	-	-	53552
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	-	X	-
Myrsinaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	X	X	53546
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	X	X	53551

(Continua...)

Tabela 2 – Continuação

Família	Espécie	CE	MC/ MG	Nº IAC
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	X	X	45108
	<i>Eugenia paracatuana</i> O.Berg.	-	-	53528
	<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	X	-	53527
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	-	X	39328
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	X	X	41208
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	X	X	46601
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	X	X	35352
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	X	X	53213
	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	X	X	53541
	<i>Piper mollicomum</i> Kunth	-	-	53214
Rubiaceae	<i>Guettarda</i> cf. <i>uruguensis</i> Cham. & Schtdl.	-	-	53526
	<i>Guettarda</i> cf. <i>pohliana</i> Müll.Arg.	X	X	53525
Rutaceae	<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	-	-	-
	<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.	-	-	46360
	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	-	-	46564
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	X	-	31951
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	X	X	53535
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil.et al.) Hieron.ex Niederl.	-	-	41406
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	X	X	46969
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	X	X	39351
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	X	X	46931
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	-	-	53538
Solanaceae	<i>Cestrum mariquitense</i> Kunth.	-	-	53547
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	X	X	53544
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	X	X	53539
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	-	X	40888

As espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) foram *Nectandra nitidula*, *Gochnatia polymorpha*, *Protium* cf. *heptaphyllum*, *Dendropanax cuneatus* e *Trichilia pallida* (Tabela 3). Apenas *G. polymorpha* não se encontra entre as cinco espécies mais abundantes e com as maiores frequências, sendo superada por *Guarea macrophylla*. Porém, *G. polymorpha* aparece como a espécie mais dominante, quando considerado o PAP

(perímetro à altura do peito), seguida de *Nectandra nitidula*, que aparece como a mais dominante, quando considerado o PAS (perímetro ao nível do solo) (Tabela 3). A *G. polymorpha* é uma espécie com tronco grosso, porém único, enquanto *N. nitidula* é uma espécie com tronco mais fino, porém com muitas ramificações próximas à base. Tais diferenças correspondem à diferença na dominância entre as espécies quando considerados os diferentes perímetros medidos, já que a dominância é calculada com base na área basal, a qual, por sua vez, é calculada com base nos perímetros/diâmetros medidos, sendo que muitas ramificações da *Nectandra* não atingiram o tamanho de inclusão, a 1,3m de altura.

MENDONÇA *et al.* (2008) fizeram uma revisão florística para o cerrado brasileiro, incluindo 12.356 espécies de hábitos variados, separadas em fisionomias de acordo com a definição de RIBEIRO & WALTER (1998), ou seja, a mata ciliar e a mata de galeria foram consideradas como parte do domínio Cerrado. Atualizando esta revisão, com relação às matas ciliares e de galeria, FELFILI *et al.* (2001) publicaram uma nova listagem, incluindo 2.031 espécies com ocorrência em ambiente florestal ribeirinho dentro do Cerrado. Para este trabalho, as listagens foram analisadas e as espécies separadas em cerrado (cerradão, cerrado *sensu stricto*, cerrado denso, campo sujo, campo limpo – CE) e mata ciliar/mata de galeria (MC/MG). Verificando as listagens de espécies (Tabela 2), percebe-se que 5% das espécies (4 espécies) presentes neste estudo são listadas para cerrado, 23,75% (19 espécies) para matas ciliares/matadas de galeria, 46,25% (37 espécies) para ambas e 25% (20 espécies) não ocorrem nem em cerrado nem em mata ciliar. Assim, a maior parte das espécies deste estudo é frequente em ambas as fisionomias estudadas, havendo grande predomínio das espécies de ambiente ribeirinho sobre a área seca do cerrado.

Para algumas das espécies amostradas na área (25 espécies), é possível verificar o tipo de vegetação de ocorrência no Brasil, de acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2012). Neste caso, 60% (15 espécies) ocorrem tanto em cerrado quanto em mata ciliar/mata de galeria, 20% (5) somente em cerrado, 12% (3) somente em mata ciliar/mata de galeria e 8% (2) não ocorrem em nenhum dos dois tipos vegetacionais. Assim, também há predomínio de espécies frequentes em ambas as fisionomias, porém com predomínio de cerrado sobre mata ciliar/mata de galeria.

Tabela 3 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas, ordenadas pelo IVI (índice de valor de importância), a partir das medidas do perímetro ao nível do peito (PAP) e perímetro ao nível do solo (PAS), em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerradão em Campinas, SP. NInd – número de indivíduos; DA – densidade absoluta; FA – frequência absoluta; DoA - dominância absoluta; IVI - índice de valor de importância; IVC - índice de valor de cobertura.

Espécies	NInd	DA	FA	PAP			PAS		
				DoA	IVI	IVC	DoA	IVI	IVC
<i>Nectandra nitidula</i>	134	536	88	4,39	34,39	28,54	8,98	36,91	31,06
<i>Gochnatia polymorpha</i>	33	132	36	5,00	22,83	20,44	7,69	20,75	18,35
<i>Protium heptaphyllum</i>	72	288	64	0,87	14,51	10,26	1,73	14,90	10,65
<i>Dendropanax cuneatus</i>	85	340	52	0,55	13,91	10,46	1,73	15,42	11,96
<i>Trichilia pallida</i>	76	304	72	0,42	13,90	9,11	0,94	14,30	9,51
<i>Styrax camporum</i>	26	104	32	1,45	9,71	7,58	3,21	11,02	8,89
<i>Guarea macrophylla</i>	51	204	52	0,25	9,46	6,00	0,53	9,65	6,19
<i>Platypodium elegans</i>	9	36	16	1,81	8,16	7,10	2,05	5,98	4,92
<i>Copaifera langsdorffii</i>	23	92	32	0,90	7,55	5,42	1,51	7,39	5,27
<i>Machaerium hirtum</i>	8	32	12	1,64	7,22	6,42	3,07	7,60	6,80
<i>Tapirira guianensis</i>	16	64	32	0,90	6,82	4,69	1,53	6,74	4,61
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	24	96	28	0,59	6,30	4,44	0,58	5,42	3,56
<i>Mollinedia widgrenii</i>	26	104	36	0,16	5,55	3,16	0,45	5,89	3,50
<i>Cordia trichotoma</i>	15	60	32	0,53	5,46	3,33	0,78	5,16	3,04
<i>Cecropia pachystachya</i>	20	80	40	0,21	5,38	2,73	0,39	5,44	2,78
<i>Siparuna guianensis</i>	24	96	36	0,16	5,35	2,96	0,29	5,39	2,99
<i>Trichilia clausenii</i>	20	80	32	0,18	4,78	2,65	0,31	4,75	2,63
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	9	36	28	0,53	4,59	2,73	1,05	4,83	2,97
<i>Luehea candicans</i>	11	44	32	0,38	4,54	2,41	0,93	5,06	2,94
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	15	60	20	0,47	4,46	3,13	0,59	3,99	2,66
<i>Ocotea velloziana</i>	14	56	36	0,15	4,34	1,94	0,25	4,30	1,91
<i>Casearia sylvestris</i>	10	40	28	0,29	3,86	1,99	0,45	3,75	1,89
<i>Machaerium aculeatum</i>	7	28	24	0,40	3,67	2,07	0,60	3,46	1,87
<i>Eugenia pluriflora</i>	12	48	24	0,09	3,13	1,53	0,15	3,09	1,50
<i>Myroxylon peruiferum</i>	8	32	24	0,19	3,05	1,45	0,40	3,18	1,58
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	6	24	16	0,34	2,84	1,78	0,56	2,77	1,70

(Continua...)

Tabela 3 - Continuação

Espécies	NInd	DA	FA	PAP			PAS		
				DoA	IVI	IVC	DoA	IVI	IVC
<i>Piper arboreum</i>	10	40	24	0,02	2,66	1,07	0,05	2,71	1,11
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	7	28	20	0,17	2,62	1,29	0,38	2,77	1,44
<i>Pera glabrata</i>	4	16	16	0,29	2,46	1,39	0,34	2,14	1,07
<i>Eugenia florida</i>	7	28	24	0,03	2,40	0,80	0,06	2,42	0,82
<i>Erythroxylum suberosum</i>	13	52	12	0,05	2,28	1,48	0,16	2,43	1,63
<i>Aegiphila integrifolia</i>	5	20	20	0,11	2,20	0,87	0,25	2,32	0,99
<i>Magnolia ovata</i>	8	32	12	0,14	2,10	1,30	0,36	2,31	1,51
<i>Myrciaria floribunda</i>	8	32	16	0,03	1,97	0,91	0,05	1,96	0,90
<i>Dalbergia frutescens</i>	6	24	12	0,13	1,85	1,05	0,19	1,77	0,97
<i>Bauhinia longifolia</i>	3	12	12	0,21	1,82	1,03	0,32	1,72	0,92
<i>Ficus guaranitica</i>	4	16	12	0,16	1,74	0,93	0,15	1,49	0,69
<i>Matayba elaeagnoides</i>	4	16	16	0,07	1,72	0,66	0,13	1,73	0,66
<i>Allophylus edulis</i>	4	16	12	0,06	1,41	0,61	0,12	1,44	0,64
<i>Citharexylum myrianthum</i>	1	4	4	0,28	1,32	1,05	0,58	1,50	1,23
<i>Ficus enormis</i>	1	4	4	0,27	1,29	1,02	0,27	0,89	0,63
<i>Piper mollicomum</i>	4	16	12	0,01	1,23	0,43	0,02	1,24	0,44
<i>Myrsine gardneriana</i>	5	20	8	0,04	1,19	0,65	0,07	1,17	0,64
<i>Zanthoxylum fagara</i>	3	12	12	0,02	1,18	0,38	0,05	1,19	0,39
<i>Persea willdenovii</i>	3	12	12	0,02	1,17	0,38	0,05	1,19	0,40
<i>Acrocomia aculeata</i>	1	4	4	0,22	1,14	0,87	0,35	1,06	0,79
<i>Andira fraxinifolia</i>	3	12	12	0,01	1,14	0,34	0,03	1,15	0,35
<i>Cestrum mariquitense</i>	3	12	12	0,01	1,13	0,33	0,01	1,13	0,33
<i>Piper aduncum</i>	3	12	12	0,01	1,13	0,33	0,03	1,17	0,37
<i>Nectandra grandiflora</i>	3	12	8	0,03	0,93	0,39	0,05	0,93	0,40
<i>Machaerium brasiliense</i>	1	4	4	0,16	0,92	0,66	0,21	0,79	0,52
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	2	8	8	0,04	0,88	0,35	0,08	0,89	0,36
<i>Luetzelburgia guaissara</i>	2	8	4	0,10	0,82	0,55	0,22	0,89	0,63
<i>Sapium glandulosum</i>	2	8	8	0,02	0,79	0,26	0,04	0,80	0,27
<i>Eugenia paracatuana</i>	2	8	8	0,00	0,75	0,21	0,01	0,75	0,21
<i>Machaerium nyctitans</i>	2	8	8	0,00	0,74	0,21	0,01	0,76	0,23
<i>Trichilia elegans</i>	2	8	8	0,00	0,74	0,21	0,01	0,75	0,22
<i>Luehea grandiflora</i>	1	4	4	0,08	0,64	0,37	0,18	0,73	0,46

(Continua...)

Tabela 3 - Continuação

Espécies	NInd	DA	FA	PAP			PAS		
				DoA	IVI	IVC	DoA	IVI	IVC
<i>Lithrea molleoides</i>	1	4	4	0,06	0,57	0,31	0,09	0,54	0,27
<i>Guettarda cf uruguensis</i>	2	8	4	0,03	0,56	0,29	0,04	0,54	0,28
<i>Cordia americana</i>	1	4	4	0,05	0,53	0,27	0,09	0,54	0,27
<i>Hedyosmum brasiliense</i>	2	8	4	0,02	0,52	0,25	0,09	0,65	0,38
<i>Ficus insipida</i>	2	8	4	0,01	0,50	0,24	0,03	0,54	0,27
<i>Handroanthus ochraceus</i>	1	4	4	0,02	0,45	0,18	0,04	0,44	0,17
<i>Ceiba speciosa</i>	1	4	4	0,02	0,43	0,17	0,04	0,45	0,18
<i>Cabrlea canjerana</i>	1	4	4	0,01	0,42	0,15	0,05	0,46	0,19
<i>Trichilia hirta</i>	1	4	4	0,01	0,39	0,12	0,07	0,51	0,24
<i>Zanthoxylum acuminatum</i>	1	4	4	0,01	0,39	0,13	0,03	0,42	0,15
<i>Alchornea sidifolia</i>	1	4	4	0,00	0,38	0,11	0,01	0,38	0,12
<i>Celtis pubescens</i>	1	4	4	0,00	0,38	0,11	0,00	0,38	0,11
<i>Inga sessilis</i>	1	4	4	0,00	0,38	0,11	0,01	0,38	0,11
<i>Astronium graveolens</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,10	0,01	0,38	0,12
<i>Citrus x limon</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,11	0,01	0,38	0,11
<i>Cupania vernalis</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,11	0,00	0,38	0,11
<i>Eugenia uniflora</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,11	0,00	0,38	0,11
<i>Guapira opposita</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,11	0,00	0,37	0,11
<i>Handroanthus cf. heptaphyllum</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,11	0,01	0,38	0,11
<i>Lacistema hasslerianum</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,11	0,00	0,37	0,11
<i>Guettarda cf. pohliana</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,11	0,00	0,37	0,11
<i>Trema micrantha</i>	1	4	4	0,00	0,37	0,10	0,01	0,38	0,12

Considerando as cinco espécies com maior valor de importância na área (Tabela 3), Mendonça *et al.* (2008) e Felfili *et al.* (2001) listam *Nectandra nitidula* somente para mata ciliar/mata de galeria, porém esta espécie também é listada para cerrado e florestas estacionais (WANDERLEY *et al.*, 2003); *Gochnatia polymorpha*, *Protium heptaphyllum* e *Trichilia pallida* ocorrem tanto nas listagens de mata ciliar/mata de galeria como de cerrado, porém, de acordo com (FIASCHI *et al.*, 2003), *P. heptaphyllum* é indicado apenas para cerradão e floresta mesófila e *T. pallida* somente para matas ciliares ou de brejo e floresta mesófila de interior (WANDERLEY *et al.*, 2003); e *Dendropanax cuneatus* ocorre

somente em mata ciliar/mata de galeria, podendo também ser encontrado em floresta estacionais (FIASCHI *et al.*, 2003). Os dados para a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2012) são diferentes somente para *G. polymorpha* (ocorrente somente no cerrado) e não incluem *N. nitidula* e *Protium heptaphyllum*.

Analisando cada transecto separadamente (Tabela 4), percebe-se que, de modo geral, conforme aumenta a distância do rio, há uma tendência à diminuição do número de indivíduos, mas, na última parcela (mais distante do rio), há uma tendência de aumentar o número de árvores. As parcelas 1.1 e 2.1 são as que apresentam o maior número de indivíduos (69 e 68, respectivamente), enquanto que a 2.4 e a 3.4 apresentam o menor número (19 cada). A parcela 3.4 também apresenta o menor valor médio de DAP (diâmetro à altura do peito), DAS (diâmetro ao nível do solo) e área basal (AB). O maior valor de DAP médio (e de AB correspondente) foi observado na parcela 1.5, enquanto o maior valor de DAS médio ocorreu na parcela 4.4 (segunda em AB correspondente), sendo que na parcela 2.5 foi observada a maior AB considerando-se o DAS.

A diversidade e equabilidade observadas neste estudo foram comparadas com outros estudos em áreas de transição, cerradão e floresta ripária, na tentativa de aproximar os resultados e encontrar alguma semelhança nestes parâmetros. O índice de diversidade H' da área foi de 3,49 nats/indivíduo e a equabilidade de Pielou (J) foi 0,79 (Tabela 5), intermediários aos valores encontrados nos outros trabalhos sobre transição e cerradão (ISHARA, 2010; MARIMON JR. & HARIDASAN, 2005; MORENO *et al.*, 2008; PINHEIRO, 2008; GOMES *et al.*, 2004), mais baixos que os encontrados nos trabalhos selecionados sobre florestas ripárias (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994 a, b), sendo muito próximos aos valores encontrados por MORENO *et al.* (2008) em um cerradão distrófico em Uberlândia (3,47nats/indivíduo e 0,78). As áreas basais comparadas apresentam valores muito diferentes, de 3,5 a 36,2m² (Tabela 5). Estas diferenças encontradas podem ser explicadas pelos diferentes critérios de inclusão e medição (local do tronco e tamanho do diâmetro/perímetro medido) e do tipo de amostragem utilizados nos diferentes trabalhos. Os diferentes critérios utilizados para inclusão levam a um menor ou maior número de indivíduos amostrados, tanto pelo diâmetro/perímetro (valores mais baixos levam a uma maior inclusão de indivíduos e vice-versa) quanto pelo local de medição, já que ao nível do solo, por exemplo, a circunferência do tronco costuma ser maior do que ao nível do

peito. A metodologia de demarcação de parcelas pode levar à inclusão de indivíduos mais próximos (parcelas contíguas) ou mais distantes (parcelas separadas), o que pode alterar densidade, diversidade e equabilidade. Além disso, a área amostrada também influencia estes parâmetros, incluindo maior ou menor número de indivíduos.

Tabela 4 – Número de indivíduos (NInd), altura média (AltMd – metros), área basal (AB - m²), considerando o perímetro na altura do peito – PAP – ou ao nível do solo - PAS), diâmetros médios na altura do peito (DAPm) e ao nível do solo (DASm), em centímetros, das parcelas estudadas em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas, SP.

Parcela	Nind	AltMd	PAP		PAS	
			AB	DAPm	AB	DASm
1.1	69	6,2	0,48	5,9	0,92	8,4
1.2	59	7,4	0,46	7,3	0,86	10,4
1.3	42	7,9	0,35	7,5	0,66	10,8
1.4	23	8,8	0,32	10,6	0,43	13,0
1.5	31	7,5	0,67	10,7	0,83	13,3
2.1	68	9,0	0,24	5,6	0,40	7,3
2.2	28	10,6	0,28	8,3	0,52	11,1
2.3	35	9,3	0,23	8,0	0,37	10,1
2.4	19	8,8	0,12	7,2	0,22	9,5
2.5	46	8,6	0,43	8,9	0,91	13,4
3.1	44	7,5	0,30	6,7	0,60	9,7
3.2	29	5,5	0,19	6,3	0,38	9,3
3.3	33	6,4	0,21	6,7	0,34	8,8
3.4	19	4,8	0,03	3,3	0,07	5,7
3.5	48	5,6	0,33	6,6	0,61	9,9
4.1	38	4,7	0,11	4,7	0,25	7,4
4.2	40	6,8	0,28	6,2	0,88	11,2
4.3	33	5,6	0,06	3,9	0,25	7,3
4.4	33	7,7	0,48	10,6	0,78	14,7
4.5	45	4,9	0,36	6,8	0,61	9,6
5.1	40	6,5	0,14	5,5	0,22	7,3
5.2	46	6,3	0,22	5,0	0,32	6,5
5.3	53	6,3	0,59	8,1	0,75	9,8
5.4	37	6,5	0,22	6,8	0,33	8,7
5.5	34	5,6	0,20	7,0	0,31	8,8

Tabela 5 – Comparação de da área amostrada (m^2), densidade (Dens – ind/ha), área basal (AB – m^2), porcentagem de indivíduos mortos, índice de diversidade de Shanon-Wiener (H' – nats/ind) e equabilidade de Pielou (J) entre o presente estudo, em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de Cerrado, em Campinas (SP), e outros estudos feitos em áreas de transição, Cerrado e floresta ripária. Cont – parcelas contíguas; Trans – parcelas em transectos; Disj – parcelas disjuntas; DAS – diâmetro ao nível do solo; D30 – diâmetro a 30 cm do solo; DAP – diâmetro à altura do peito; PAS – perímetro à altura do solo; P30 – perímetro a 30 cm do solo; PAP – perímetro à altura do peito.

	Município	Fisionomia	Método	Área	Inclusão	Dens.	AB	H'	J
Este trabalho	Campinas (SP)	Floresta ripária-cerradão	Trans	2.500	DAS \geq 3cm	3964	PAP: 7,3 PAS: 12,8	3,49	0,79
Gomes <i>et al.</i>, 2004	Brotas (SP)	Cerradão-floresta paludícola	Disj	10.000	DAS \geq 3cm	3787	36,2	3,37	-
Ishara, 2010	Pratânia (SP)	Cerradão	Cont	5.000	DAS \geq 3cm	5832	20,5	3,14	0,75
Marimon Jr. & Haridasan, 2005	Nova Xavantina (MT)	Cerradão	-	5.000	D30 > 5cm	1884	10,7	3,67	0,85
Moreno <i>et al.</i>, 2008	Uberlândia (MG)	Cerradão distrofico	Disj	2.800	P30 \geq 10cm	4404	7,9	3,47	0,78
		Cerradão mesotrofico		1.000		3140	3,5	3,57	0,85
Pinheiro, 2008	Assis (SP)	Cerradão	Disj	10.000	DAP \geq 5cm	1779	21,4	3,19	0,75
Oliveira-Filho <i>et al.</i>, 1994 a	Lavras (MG)	Mata ciliar	Cont	4.800	PAS > 15,3 cm	2177	18,7	4,20	0,88
Oliveira-Filho <i>et al.</i>, 1994 b	Bom Sucesso (MG)	Floresta ripária	Trans	5.400	DAS \geq 5cm	2991	25,7	4,33	0,86

4.2 Solos

Foram encontrados 18 gleissolos, cinco latossolos e dois cambissolos (Tabela 6), havendo, portanto, predomínio de solos hidromórficos. Mesmo alguns dos latossolos e cambissolos (parcelas 3.4, 4.4 e 5.3) possuem características de gleização em posição ou quantidade não diagnóstica, caracterizando-os como gleissólicos. No caso da parcela 3.4, existe um horizonte B incipiente a 40cm de profundidade, entre o horizonte superficial (A) e o horizonte B2, glei, a 60cm de profundidade; no caso da parcela 4.4, há a ocorrência de plintita a 40cm de profundidade e cor glei a 90cm, com espessura insuficiente para ser considerado como horizonte glei; na parcela 5.3 há ocorrência de horizonte glei, porém o caráter plíntico tem precedência taxonômica sobre o último (Figura 4).

A análise dos perfis dos solos em trincheiras (Tabelas 7, 8 e 9) evidencia a ocorrência de gleissolos em áreas de muito mal drenadas a imperfeitamente drenadas, enquanto os latossolos e os cambissolos estudados são moderadamente a acentuadamente drenados, havendo melhora na drenagem com aumento da distância das áreas fonte de água (represa e córrego). Com exceção das parcelas 3.3 e 5.5, todas as outras apresentaram mosqueados vermelho-amarelados (matiz 2,5YR a 10YR) em alguma posição no perfil do solo, que indicam segregação de óxidos de ferro, na maioria dos casos também acompanhadas de zonas adjacentes de depleção destes óxidos. Já nas parcelas onde foram realizadas somente tradagens (Tabelas 10 e 11), na metade não foram identificados mosqueados ao longo do perfil de solo, o que pode ter ocorrido pelo sistema de sondagem utilizado (trado holandês) dificultar este tipo de observação.

Tabela 6 – Parcelas estudadas, localização (UTM) e classificação do solo em gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP.

Parcela	Coord. UTM		Classificação do solo
	Leste	Norte	
1.1	285.413	7.470.724	Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico
1.2	285.422	7470724	Gleissolo Háptico Tb Distrófico plântico
1.3	285.429	7470726	Gleissolo Háptico Tb Distrófico plântico
1.4	285.439	7470727	Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico
1.5	285.449	7470727	Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvissólico
2.1	285.411	7.470.744	Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvissólico
2.2	285.421	7.470.750	Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico
2.3	285.431	7.470.752	Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvissólico
2.4	285.442	7.470.753	Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvissólico
2.5	285.452	7.470.753	Gleissolo Melânico Tb Distrófico organossólico
3.1	285.394	7.470.769	Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico
3.2	285.409	7.470.778	Gleissolo Melânico Tb Distrófico organossólico
3.3	285.419	7.470.787	Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvissólico
3.4	285.427	7.470.797	Cambissolo Háptico Tb Distrófico gleissólico
3.5	285.436	7.470.813	Latossolo Amarelo Distrófico típico
4.1	285.385	7.470.782	Gleissolo Háptico Alumínico típico
4.2	285.393	7.470.795	Gleissolo Melânico Tb Distrófico organossólico
4.3	285.401	7.470.801	Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico
4.4	285.411	7.470.815	Latossolo Amarelo Distrófico plântico
4.5	285.422	7.470.827	Latossolo Amarelo Distrófico típico
5.1	285.224	7.470.873	Gleissolo Melânico Tb Distrófico petroplântico
5.2	285.229	7.470.887	Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico
5.3	285.234	7.470.899	Cambissolo Háptico Tb Distrófico plântico
5.4	285.238	7.470.909	Latossolo Amarelo Distrófico típico
5.5	285.244	7.470.922	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico

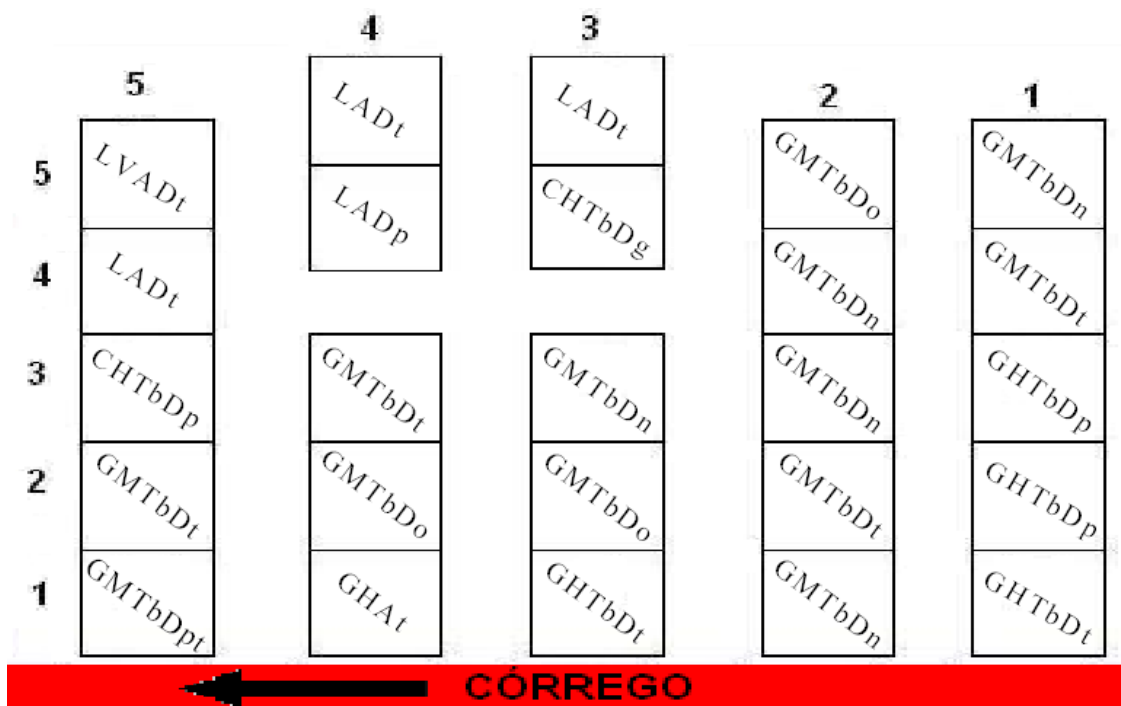


Figura 4 – Desenho esquemático da distribuição das parcelas e a classificação dos solos de cada uma delas, em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. C – Cambissolo, G – Gleissolo, L – Latossolo, A – Amarelo, M – Melânico, H – Háptico, VA – Vermelho-Amarelo, a – alítico, Tb – argila de atividade baixa, D – Distrófico, g – gleissólico, n – neofluvissólico, o – organossólico, p – plíntico, pt – petroplíntico, t – típico.

Tabela 7 – Descrição dos perfis de solo do transecto 1 (parcelas 1.1, 1.3 e 1.5), em gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP.

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor úmida	Mosqueado	Estrutura	Textura (campo)	Consistência molhada	Transição	
							Topografia	Nitidez
Perfil 1.1 – Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico								
Ag1	0-12	2,5Y 2,5/1	-	Mac	Fr (org.)	LPI-LPeg	Pn	Ab
Ag2	12-20	2,5Y 2,5/1	-	Mac	Fr-are	LPI-LPeg	Pn	Ab
ACg	20-32	G1 3/10Y	-	Mo M G Bs	Arg	PI-Peg	Od	Cl
Cg1	32-55	G1 4/N	7,5YR 5/8 (c, m, pr)	Mo M G Bs	Arg	PI-Peg	Ir	Gd
Cg2	55-90	G1 5/N	7,5YR 5/6 (a, g, pr)	Mac	Arg	PI-Peg	-	-
-	140-160	G1 5/N; 7,5YR 6/6 (v.)	-	-	Arg-are	PI-Peg	-	-
-	180-200	10YR 5/6; G1 5/5G (v.)	-	-	Arg-are	PI-Peg	-	-
Situação e declividade: terraço fluvial								
Drenagem: muito mal drenado								
Perfil 1.3 – Gleissolo Háptico Tb Distrófico plíntico								
Ag	0-26	7,5YR 2,5/1	-	Mo P-Me Bs	Arg	MPI-MPeg	Pn	-
ACg	26-42	10YR 4/1	7,5YR 5/8 (pc, p, df)	Mo Me-G Bs	Arg	MPI-MPeg	Pn	-
Cg1	42-62	10YR 5/1	2,5YR 4/8 (c, p, df)	Mo Me-G Bs Ba	Arg (+sil)	MPI-MPeg	Pn	-
Cg2	62-100+	G1 4/N	2,5YR 3/6 (a, m, pr); 7,5YR 5/4 (a, m, dt)	Mo-F G Bs Ba	Arg (++sil)	MPI-MPeg	-	-
-	140-160	2,5Y 5/1	-	-	Arg (+sil)	MPI-MPeg	-	-
-	180-200	2,5Y 5/1	-	-	Arg (+sil)	MPI-MPeg	-	-
Situação e declividade: sopé a terraço fluvial								
Drenagem: mal drenado								

(Continua...)

Tabela 7 – (Continuação)

Perfil 1.5 – Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluviSSólico								
Ag	0-15	5YR 2,5/1	-	Mo-F MP Me	Arg	MPI-MPeg	Pn	Df
				Bs				
ACg	15-30	7,5YR 3/1	-	Mo-F MP Me	Arg	MPI-MPeg	Pn	Cl
				Bs				
Cg1	30-70 (65-75)	10YR 3/1	-	Mo P-G Bs Ba	Arg (+sil)	MPI-MPeg	Od	Cl
Cg2	70-100	G1 2,5/N	G1 5/N (a, p, df)	Mo Me G Pr Ba	Fr-arg	Pl-Peg	-	-
-	140-160	2,5Y 5/1	7,5YR 5/6 (c, m, dt)	-	Arg-are	MPI-MPeg	-	-
-	180-200	2,5Y 5/1	7,5YR 5/6 (c, m, dt)	-	Arg-are	MPI-MPeg	-	-

Situação e declividade: sopé

Drenagem: imperfeitamente a mal drenado

Legenda: pc – pouco; c – comum; a – abundante; p – pequeno; m – médio; df – difuso; dt – distinto; pr – proeminente; Mac – maciça; Mo – moderada; F – forte; G – grande; Me – média, P – pequena; MP – muito pequena; Bs – blocos subangulares; Ba – blocos angulares; Pr – prismática; qsd – que se desfaz; Fr (org.) – franco (orgânica); Fr-are – franco-arenoso; Fr-arg – franco-argiloso; Arg – argila; Arg-are – argila-arenosa; (+sil) - + silte; LPI – ligeiramente plástica; LPeg – ligeiramente pegajosa; Pl – plástica; Peg – pegajosa; MPI – muito plástica; MPeg – muito pegajosa; Pn – plana; Od – ondulada; Ir – irregular; Ab – abrupta; Cl – clara; Gr – gradual.

Tabela 8 – Descrição dos perfis de solo do transecto 3 (parcelas 3.1, 3.3 e 3.5), em gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP.

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor úmida	Mosqueado	Estrutura	Textura (campo)	Consistência molhada	Transição	
							Topografia	Nitidez
Perfil 3.1 – Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico								
Ag	0-17	10YR 2/1	-	F MP P Bs	Arg	MPI-MPeg	Pn	Cl
Cg1	17-37	10YR 2/1	-	Mo Me-G Bs, P-G Gr	Arg	MPI-MPeg	Pn	Cl
Cg2	37-80+	2,5Y 2,5/1	5YR 3/3 (can. rz.)	Fr Me-G Bs Pr	Arg	MPI-MPeg	-	-
-	140-160	G1 3/N	-	-	-	-	-	-

Situação e declividade: terraço fluvial

Drenagem: muito mal drenado

(Continua...)

Tabela 8 – (Continuação)

Perfil 3.3 – Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvisólico								
Ag	0-30	10YR 2/1	-	Mo Me Bs	Arg	Pl-Peg	Pn	Cl
Cg1	30-50	G2 2,5/10B	-	Mo Me G Bs	Arg	Pl-Peg	Pn	Ab
Cg2	50-65	2,5Y 2,5/1	-	Fr-Mo Me Bs Pr Gr	Arg	Pl-Peg	-	-
Cg3	65-80+	G2 2,5/10B	-	Mo Me P Pr	Arg	Pl-Peg	-	-
-	130-180	2,5Y 2,5/1	-	-	MArg	MPI-MPeg	-	-

Situação e declividade: sopé a terraço fluvial

Drenagem: muito mal drenado

Perfil 3.5 – Latossolo Amarelo Distrófico típico								
A	0-12	7,5YR 3/3	-	Mo-F P-Me Bs	Arg-are	Pl-Peg	Pn	Gr
AB	12-30	7,5YR 4/3	-	Mo P-G Bs	Arg	Pl-Peg	Pn	Df
B1	30-70	7,5YR 3/4	-	Fr G Bs qsd MP Gr	Arg	MPI-MPeg	Pn	Df
B2	70-100	7,5YR 4/4	-	F MP Gr	Arg	MPI-MPeg	Pn	-
-	100-120	5YR 4/4	-	-	Arg	MPI-MPeg	-	-
-	120-140	5YR 4/4	-	-	Arg	MPI-MPeg	-	-
-	140-160	10YR 5/4	2,5YR 4/6 (c, m, pr)	-	Arg	MPI-MPeg	-	-
-	160-180	10YR 5/2	2,5YR 4/6 (c, m, pr)	-	Arg	MPI-MPeg	-	-
-	180-200	2,5Y 5/1	5YR 4/6 (a, g, pr)	-	Arg	MPI-MPeg	-	-

Situação e declividade: sopé

Drenagem: bem drenado

Legenda: can. rz. – nos canais de raízes; c – comum; a – abundante; m – médio; g – grande; pr – proeminente; Mo – moderada; F – forte; Fr – fraca; G – grande; Me – média, P – pequena; MP – muito pequena; Bs – blocos subangulares; Pr – prismática; Gr – granular; qsd – que se desfaz; Arg – argila; MArg – muito argiloso; Arg-are – argiloarenoso; Pl – plástica; Peg – pegajosa; MPI – muito plástica; MPeg – muito pegajosa; Pn – plana; Ab – abrupta; Cl – clara; Gr – gradual; Df – difusa..

Tabela 9 - Descrição dos perfis de solo do transecto 5 (parcelas 5.1, 5.3 e 5.5), em gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP.

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor úmida	Mosqueado	Estrutura	Textura (campo)	Consistência molhada	Transição	
							Topografia	Nitidez
Perfil 5.1 – Gleissolo Melânico Tb Distrófico petroplúntico								
Ag1	0-15	5YR 3/2	-	F MP-P Bs Gr	Arg	MPI-MPeg	Pn	Gr
Ag2	15-55	2,5Y 3/1		F P Me Bs	Arg	MPI-MPeg	Od	Ab
Cg1	55-65	2,5Y 3/1	-	Mo-Fr P Gr	Arg	MPI-MPeg (cto)	On	Ab
Cg2	65-90+	2,5Y 3/2	10YR 5/8 (c, p, dt)	Mo P-Me Pr Bs	Arg	MPI-MPeg (cl)	-	-
-	140-160	G1 4/N	2,5YR 4/8 (pc, g, pr); 7,5YR 6/8 (c, g, dt)	-	Arg	-	-	-
-	180-200	G1 3/N	-	-	Me-arg	-	-	-
Situação e declividade: terraço fluvial								
Drenagem: mal drenado								
Perfil 5.3 – Cambissolo Háptico Tb Distrófico plúntico								
A	0-20	10YR 3/2	-	Mo Me P Bs Gr	Arg-are	Pl-Peg	Pn	Gr
BA	20-33	10YR 4/3	5YR 5/8 (pc, m, dt)	Mo Me G Bs	Arg-are	Pl-Peg	Pn	Df
Bw1	33-60	2,5Y 4/3	7,5YR 4/4 (c, g, pr)	Fr Me P Bs Gr	Arg-are	MPI-MPeg	Pn	Df
Bw2	60-90	2,5Y 4/3; 5YR 4/6 (v.)	-	Fr Me P Bs qsd F P MP Gr	Arg-are	MPI-MPeg	-	-
-	140-160	2,5Y 4/1	5YR 4/4 (c, p, pr)	-	Arg (+sil)	MPI-MPeg	-	-
-	180-200	2,5Y 4/2	5YR 4/6 (c, p, pr)	-	Arg (+sil)	MPI-MPeg	-	-
Situação e declividade: sopé								
Drenagem: moderadamente drenado								

(Continua...)

Tabela 9 – Continuação.

Perfil 5.5 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico								
A	0-27	7,5YR 3/4	-	Fr Me P Bs qsd F-Mo P MP Gr	Arg	MPI-MPeg	Pn	Gr
BA	27-55	6YR 4/6	-	Fr Me-Gr Bs qsd Fo MP Gr	Arg	MPI-MPeg	Pn	Df
Bw1	55-100+	6YR 4/6	-	Fo MP Gr	Arg	MPI-MPeg	-	-
-	140-160	10YR 4/4; 2,5YR 4/6 (v.)	-	-	Arg (+sil)	MPI-MPeg	-	-
-	180-200	3,5YR 4/8	-	-	Arg (+sil)	MPI-MPeg	-	-

Situação e declividade: sopé

Drenagem: acentuadamente drenado

Legenda: c – comum; pc - pouco; p – pequeno; m – médio; g – grande; pr – proeminente; dt – distinto; Mo – moderada; F – forte; Fr – fraca; G – grande; Me – média, P – pequena; MP – muito pequena; Bs – blocos subangulares; Gr – granular; qsd – que se desfaz; Arg – argila; Me-arg – média-argilosa; Arg-are – argiloarenosa; (+sil) - + silte; Pl – plástica; Peg – pegajosa; MPI – muito plástica; MPeg – muito pegajosa; cto – cascalhento; cl – com cascalho; Pn – plana; Gr – gradual; Df – difusa.

A análise química dos solos mostrou que todos os solos são distróficos, ou seja, possuem saturação por bases (V%) inferior a 50%, sendo que a maior parte deles apresenta este parâmetro em um valor muito baixo (abaixo de 25%), de acordo com os limites estabelecidos por RAIJ *et al.* (1997), tanto de 0 a 20cm (Tabela 12) quanto de 80 a 100cm de profundidade (Tabela 13). Consequentemente, a maior parte das parcelas apresentou solos com acidez alta (pH entre 4,4 e 5,0) em ambas as profundidades, havendo pequeno aumento em superfície, ocorrido pela maior quantidade de MO. As substâncias húmicas, especialmente ácidos fúlvicos e húmicos, que têm reação ácida no solo (STEVENSON, 1994), são os responsáveis mais prováveis por essa maior acidificação em superfície nos solos com maiores teores de matéria orgânica.

Os valores de V%, em superfície, são menores nas parcelas intermediárias (2 e 3 ou 3 e 4, dependendo do transecto), com exceção do transecto 5, onde os menores valores estão na parcela mais afastada do córrego. Já em subsuperfície, este padrão se altera: nos transectos 1 e 2, os valores de V% diminuem na direção córrego-borda, enquanto nos outros não é possível visualizar um padrão de distribuição. Porém os valores de pH, tanto em superfície quanto subsuperfície, não acompanham esta tendência. Os teores de alumínio e de saturação por alumínio (m), atributos relatados como importantes para definição de cerrado (GOODLAND, 1971b), não apresentaram uma tendência de distribuição no sentido perpendicular à drenagem, havendo variação entre as diversas parcelas estudadas (TABELAS 12 e 13).

A quantidade de matéria orgânica varia de 26 a 83g.dm⁻³ em 0 a 20cm e de 15 a 54g.dm⁻³ em 80 a 100cm de profundidade. Valores de matéria orgânica acima de 60g.dm⁻³ indicam seu acúmulo por condições localizadas, como má drenagem ou acidez elevada (RAIJ *et al.*, 1997). Isto ocorreu nas parcelas 3.2 e 4.2 (80 e 83g.dm⁻³, respectivamente) e nas parcelas 2.3, 2.4, 2.5 e 3.1 (valor entre 60 e 61g.dm⁻³) na profundidade de 0 a 20cm (Tabela 12). Em 80 a 100cm de profundidade (Tabela 13), o maior teor de matéria orgânica encontrado foi na parcela 2.5 (54g.dm⁻³). Esta diferença ao longo do perfil é esperada já que os horizontes superficiais estão em contato direto com a serrapilheira e, portanto, apresentam maior quantidade de material para decomposição.

Tabela 10 – Morfologia dos solos das parcelas dos transectos 1 e 2 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado (Campinas, SP), onde só foram realizadas tradagens.

Horizonte	Prof (cm)	Cor	Mosqueado	Textura de campo	Consistência (molhado)
Parcela 1.2 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico plúntico					
Ag	0 a 20	2,5Y 4/1	-	Arg	MPI MPeg
Cg1	20 a 60	G1 4/N	-	Arg	MPI Mpeg
Cg2	60 a 100	G1 4/N; 2,5Y 5/4; 2,5YR 3/6 (v.)	-	Arg	PI Mpeg
Parcela 1.4 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico					
Ag	0 a 30	2,5YR 2,5/1	-	Arg	MPI Mpeg
Cg1	30 a 60	5YR 3/1	-	Arg	MPI MPeg
Cg2	60 a 110+	2,5Y 4/1	10YR 5/8 (pc, m, df)	Arg	MPI Mpeg
Parcela 2.1 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvissólico					
Ag	0 a 40	10YR 3/1	10YR 6/6 (pc, p, df)	Argila	MPI Mpeg
ACg	40 a 60	-	-	Arg	MPI Mpeg
Cg	60 a 100	G1 4/N	5Y 6/4 (p, m, df); 7,5YR 6/6 (pc, m, df)	Arg-are	MPI Mpeg
Parcela 2.2 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico					
Ag	0 a 30	2,5Y 3/1	-	Arg	MPI Mpeg
Cg1	30 a 60	10YR 3/1	10YR 5/6 (pc, p, df)	Arg	MPI Mpeg
Cg2	60 a 100	G1 4,5/N	-	Arg	MPI Mpeg
Parcela 2.3 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvissólico					
Ag	0 a 40	2,5Y 2,5/1	-	Arg	MPI Mpeg
Cg1	40 a 60	2,5Y 2,5/1	-	Arg	MPI MPeg
Cg2	60 a 90	2,5Y 2,5/1	-	Fr-arg	MPI Mpeg
Cg3	90 a 110+	2,5Y 4/1	-	Arg a M.arg	MPI Mpeg
Parcela 2.4 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvissólico					
Ag	0 a 40	2,5Y 2,5/1	-	Fr-arg	PI Peg
Cg1	40 a 60	2,5Y 2,5/1	-	Fr-arg	PI Peg
Cg2	60 a 100	G1 2,5/N	-	Fr-arg	PI Peg
Parcela 2.5 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico organossólico					
Ag	0 a 40	5YR 2,5/1	-	Arg-silt	MPI Mpeg
Cg1	40 a 70	7,5YR 2,5/1	-	Fr-arg	PI Peg
Cg2	70 a 100	2,5Y 2,5/1	-	Fr-arg	PI Peg

Legenda: v. – variegado; pc - pouco; p – pequeno; m – médio; df – difuso; Arg – argila; Arg-are – argiloarenosa; Fr-arg – franco-argiloso; M. arg – muito argiloso; Arg-silt – argilo-siltoso; PI – plástica; Peg – pegajosa; MPI – muito plástica; MPeg – muito pegajosa.

Tabela 11 – Morfologia dos solos das parcelas dos transectos 3, 4 e 5 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado (Campinas, SP), onde só foram feitas tradagens.

Horizonte	Prof (cm)	Cor	Mosqueado	Textura de campo	Consistência (molhado)
Parcela 3.2 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico organossólico					
Ag	0 a 40	2,5Y 2,5/1	-	Arg	MPI MPeg
Cg1	40 a 90	G1 2,5/N	-	Arg	MPI MPeg
Cg2	90 a 100	G1 4/N	7,5YR 5/8 (pc, m, pr)	Arg	MPI MPeg
Parcela 3.4 - Cambissolo Háplico Tb Distrófico gleissólico					
A	0 a 40	10YR 4/3	-	Arg-are a Fr-arg-are	PI Peg
Big1	40 a 60	2,5Y 5/3	-	Arg-are	PI Peg
Big2	60 a 100	2,5Y 5/3	7,5YR 5/8 (c, p, pr)	Arg	MPI MPeg
Parcela 4.1 - Gleissolo Háplico Alumínico típico					
Ag	0 a 20	10YR 3/1	-	Arg	MPI MPeg
Cg	20 a 100	2,5Y 2/1	-	Arg	PI Mpeg
Parcela 4.2 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico organossólico					
Ag	0 a 20	10YR 3/1	-	Arg	PI Mpeg
ACg	20 a 40	2,5Y 2/1	-	Arg	PI Mpeg
Cg1	40 a 80	N 1,5/0	-	Arg	PI Peg
Cg2	80 a 100	N 3/0	-	Arg	PI Peg
Parcela 4.3 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico					
Ag	0 a 40	10YR 3/1	-	Arg	PI Peg
Cg1	40 a 80	N 1,5/0	-	Arg	PI Peg
Cg2	80 a 100	N 2/0	-	Arg	PI Peg
Parcela 4.4 - Latossolo Amarelo Distrófico plúntico					
A	0 a 20	10YR 4/4	-	Fr-arg-are	LPI LPeg
AB	20 a 40	10YR 5/4	-	Fr-arg	PI Peg
Bw1	40 a 90	2,5Y 5/4	7,5YR 5/6 (pc, m, pr)	Fr-arg	PI Peg
Bw2	90 a 100+	2,5Y 6/1	7,5YR 5/8 (pc, p, pr)	Fr-arg	PI Peg
Parcela 4.5 - Latossolo Amarelo Distrófico típico					
A	0 a 20	7,5YR 4/4	-	Fr-arg-are	LPI LPeg
Bw1	20 a 80	7,5YR 5/4	-	Fr-arg-are	PI Peg
Bw2	80 a 100+	7,5YR 5/6	2,5YR 4/8 (pc, p, pr)	Fr-arg	PI Peg
Parcela 5.2 - Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico					
Ag1	0 a 20	2,5Y 3/1	-	Fr-arg	PI Peg
Ag2	20 a 40	2,5Y 3/1	-	Arg	MPI MPeg
Cg1	40 a 60	2,5Y 5/1	10YR 5/6 (pc, p, dt)	Arg	MPI MPeg
Cg2	60 a 100	10YR 5/1	5YR 4/8 (pc, m, pr)	Arg	MPI MPeg

(Continua...)

Tabela 11 – (Continuação)

Horizonte	Prof (cm)	Cor	Mosqueado	Textura de campo	Consistência (molhado)
Parcela 5.4 - Latossolo Amarelo Distrófico típico					
A	0 a 20	7,5YR 4/6	-	Fr-arg-are	LPI LPeg
AB	20 a 40	7,5YR 5/6	-	Fr-arg	PI Peg
Bw1	40 a 60	7,5YR 6/6	5YR 4/8 (c, m, dt)	Fr-arg	PI Peg
Bw2	60 a 80	7,5YR 6/6; 5YR 4/8 (v.)	-	Arg	PI Peg
Bw3	80 a 100	5YR 5/6	5YR 4/8 (c, m, ind)	Arg	PI Peg

Legenda: c – comum; pc - pouco; p – pequeno; m – médio; pr – proeminente; dt – distinto; ind – indistinto; Arg – argila; Arg-are – argiloarenosa; Fr-arg-are – franco-argilo-arenoso; Fr-arg – franco-argiloso; LPI – ligeiramente plástica; LPeg – ligeiramente pegajosa; PI – plástica; Peg – pegajosa; MPI – muito plástica; MPeg – muito pegajosa.

A quantificação dos valores para os macro-nutrientes (K, P, Ca, Mg) é considerada, segundo os critérios estabelecidos por RAIJ *et al.* (1997): para K muito baixos a médios, com a maior parte baixa em 0 a 20cm, e todos muito baixos de 80 a 100cm; para P baixos a muito altos com a maioria alta em 0 a 20cm, e muito baixos a baixos em 80 a 100cm, a maioria baixa; para Ca médios e altos em 0 a 20cm, e baixos a altos em 80 a 100cm, maioria alta para ambas as profundidades; para Mg baixos a altos, sendo a maioria alta em 0 a 20cm e baixa em 80 a 100cm (Tabelas 12 e 13).

Os teores de H+Al são maiores nas parcelas 3, 4 e 5 nos transectos 1 e 2, e nas parcelas 1, 2 e 3 nos transectos 3, 4 e 5, tanto em superfície quanto em subsuperfície. De modo geral, a SB é maior nas parcelas 1 e 2 em superfície e subsuperfície, havendo diferenciação somente nos transectos 1 e 5 em superfície (maior em 1.5 e 2.5). Com relação à CTC, ocorre o mesmo padrão que a SB, porém, em subsuperfície, as parcelas 1.3, 2.3 e 2.4 têm teores maiores do que as outras dos respectivos transectos.

Com relação à granulometria (Tabela 14), os solos têm bastante argila, sendo que 60% dos horizontes superficiais (0 a 20cm) e 64% dos subsuperficiais (80 a 100cm) apresentam textura argilosa ou muito argilosa. Os solos com maior quantidade de areia são os mais afastados do córrego e da represa. O conteúdo de silte nas amostras é baixo, com

média de 22% no horizonte superficial e 16% no subsuperficial. Os transectos 1 e 2 são considerados argilosos ou muito argilosos em todas as parcelas, em superfície e subsuperfície; o teor de areia só começa a ser significativo (maior do que argila) nas parcelas 3.4, 3.5, 4.4, 4.5, 5.3, 5.4 e 5.5, que são as parcelas com menos influência do regime freático.

Tabela 12 – Atributos químicos do horizonte superficial (0 a 20cm) do solo das parcelas na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP.

Parc	MO g.dm ⁻³	pH	P mg.dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V --%--	m
				-----mmolc.dm ⁻³ -----								
1.1	45	4,5	18	1,3	25	18	9	139	44	183	24	17
1.2	29	4,3	4	0,5	11	9	14	88	20	108	18	41
1.3	28	4,2	14	1,4	22	12	16	150	36	185	19	31
1.4	40	4,3	10	1,3	25	13	20	121	39	161	24	34
1.5	53	4,5	23	2,1	46	22	16	190	70	259	26	19
2.1	52	4,3	11	1,1	26	11	27	150	38	187	20	42
2.2	45	4,2	9	1,5	17	10	31	135	28	163	17	53
2.3	60	4,4	10	1,1	20	9	44	205	29	235	12	60
2.4	61	4,6	6	1,0	14	6	33	185	21	206	10	61
2.5	61	4,7	13	1,1	42	18	22	205	61	266	23	27
3.1	61	4,2	26	2,0	43	16	39	257	61	318	19	39
3.2	80	4,7	11	1,0	18	7	25	205	25	231	11	50
3.3	52	4,3	3	1,0	5	3	38	205	10	215	4	79
3.4	26	4,5	7	0,6	17	7	10	80	25	104	24	29
3.5	31	4,4	10	1,2	21	13	7	80	35	114	29	17
4.1	57	4,3	18	1,5	52	9	39	228	62	290	21	39
4.2	83	4,6	11	1,3	46	14	26	228	62	290	21	30
4.3	43	4,9	4	0,7	18	7	41	205	26	231	11	61
4.4	25	4,4	6	0,9	9	5	12	80	15	94	16	44
4.5	29	4,5	7	1,8	14	8	10	72	24	95	25	29
5.1	42	4,7	19	1,1	63	21	9	142	85	227	38	10
5.2	34	4,4	8	0,8	29	12	17	121	42	163	26	29
5.3	36	4,7	9	1,4	37	13	4	72	51	123	42	7
5.4	34	4,5	3	1,4	17	7	7	72	25	97	26	22
5.5	27	4,2	6	1,3	6	4	11	88	11	99	11	50

Legenda: **Parc** – parcela; **MO** – matéria orgânica; **H+Al** – acidez potencial; **SB** – soma de bases; **CTC** – capacidade de troca catiônica; **V** – saturação por bases; **m** – saturação por alumínio.

Tabela 13 – Atributos químicos do horizonte subsuperficial (80 a 100cm) do solo das parcelas na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP.

Parc	MO g.dm ⁻³	pH	P mg.dm ⁻³	K -----mmol _c .dm ⁻³ -----	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V -- % --	m
1.1	15	4,9	4	0,3	14	14	1	38	28	66	43	3
1.2	15	4,8	3	0,5	12	13	2	31	26	57	46	7
1.3	15	4,6	3	0,3	12	8	11	72	20	92	22	35
1.4	17	4,6	2	0,3	8	6	13	64	14	79	18	48
1.5	23	4,5	3	0,1	6	2	15	58	8	66	13	65
2.1	16	4,6	3	0,2	9	7	7	38	16	54	30	30
2.2	15	4,5	2	0,2	11	8	9	42	19	61	31	32
2.3	17	4,5	2	0,2	14	11	24	121	25	146	17	49
2.4	40	5,2	3	0,4	6	4	5	121	11	132	8	31
2.5	54	5,2	5	0,2	4	2	1	88	6	94	6	14
3.1	41	4,4	4	0,5	8	4	37	185	13	197	6	74
3.2	22	4,5	3	0,2	11	9	30	166	20	186	11	60
3.3	40	4,8	1	0,2	3	2	4	98	5	103	5	44
3.4	16	5,0	1	0,2	12	1	2	34	14	48	29	13
3.5	17	4,2	2	0,2	3	3	12	42	7	49	14	63
4.1	47	4,5	10	0,2	18	11	49	253	29	282	10	63
4.2	37	4,5	4	0,2	8	6	25	166	14	181	8	64
4.3	31	4,6	3	0,2	6	4	26	150	11	161	7	70
4.4	16	5,0	3	0,2	8	2	1	31	10	41	24	9
4.5	17	4,4	3	0,2	3	1	6	38	5	43	11	55
5.1	17	4,6	3	0,2	18	16	7	88	34	122	28	17
5.2	16	4,3	2	0,2	5	3	24	72	8	80	10	75
5.3	17	4,7	3	0,2	6	3	3	47	9	56	17	25
5.4	16	4,8	1	0,2	8	1	1	34	10	44	22	9
5.5	18	4,7	2	0,2	4	2	3	47	6	53	11	33

Legenda: **Parc** – parcela; **MO** – matéria orgânica; **H+Al** – acidez potencial; **SB** – soma de bases; **CTC** – capacidade de troca catiônica; **V** – saturação por bases; **m** – saturação por alumínio.

Tabela 14 – Granulometria das amostras de solo do horizonte superficial e subsuperficial, na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em Cerrado, em Campinas, SP.

Parc	0 a 20 cm					80 a 100 cm				
	Arg	AG	AF	Sil	Classe textural	Arg	AG	AF	Sil	Classe textural
	g.kg ⁻¹					g.kg ⁻¹				
1.1	362	207	197	234	Franco-argilosa	694	57	46	203	Muito argilosa
1.2	758	65	48	129	Muito Argilosa	531	196	104	169	Argila
1.3	329	271	176	224	Franco-argilosa	688	111	70	131	Muito argilosa
1.4	418	258	144	180	Argila	440	262	171	127	Argila
1.5	492	162	94	253	Argila	590	80	102	228	Argila
2.1	474	143	122	261	Argila	388	307	178	127	Argiloarenosa
2.2	495	206	116	182	Argila	417	236	166	182	Argila
2.3	589	60	68	283	Argila	653	99	93	155	Muito argilosa
2.4	512	114	68	306	Argila	367	110	192	331	Franco-argilosa
2.5	542	49	60	350	Argila	436	127	163	273	Argila
3.1	642	47	67	244	Muito Argilosa	600	26	59	315	Argila ou muito argilosa
3.2	448	51	61	439	Argilosiltosa	665	102	81	152	Muito argilosa
3.3	514	90	74	321	Argila	363	65	179	393	Franco-argilosa
3.4	291	428	179	102	Franco-argiloarenosa	443	277	179	100	Argiloarenosa
3.5	335	393	202	70	Franco-argiloarenosa	476	306	186	32	Argiloarenosa
4.1	572	22	36	370	Argila	735	18	43	203	Muito argilosa
4.2	475	55	69	401	Argilosiltosa	606	84	112	198	Muito argilosa
4.3	563	104	72	261	Argila	693	45	70	192	Muito argilosa
4.4	303	311	181	206	Franco-argiloarenosa	456	292	197	55	Argiloarenosa
4.5	355	338	220	87	Argiloarenosa	454	259	202	85	Argiloarenosa
5.1	585	80	89	245	Argila	688	67	97	148	Muito argilosa
5.2	434	246	154	166	Argila	379	342	203	77	Argiloarenosa
5.3	403	368	153	76	Argiloarenosa	479	292	137	92	Argila
5.4	405	353	190	52	Argiloarenosa	480	258	174	88	Argila
5.5	403	371	185	41	Argiloarenosa	478	262	219	41	Argiloarenosa

Legenda: **Parc** – parcela; **Arg** – argila; **AG** – areia grossa; **AF** – areia fina; **Sil** – silte.

4.3 Topografia e Hidrologia

Com relação à profundidade e oscilação do lençol freático (Figura 5), é possível separar as parcelas em três grupos com padrões semelhantes: as parcelas 3.5, 5.3 e 5.5 apresentam as maiores profundidades, com a parcela 5.5 chegando a quase 5m no período mais seco (inverno), e suas curvas de oscilação são bastante semelhantes; as parcelas 1.1 e 3.3 apresentam as menores profundidades, sendo que a primeira chega a atingir a superfície; as parcelas 1.3, 1.5, 3.1 e 5.1 encontram-se em nível intermediário, entre 50 e 250cm. As parcelas 1.3 e 1.5 apresentaram oscilação diferenciada de março a agosto de 2011, com variações atípicas.

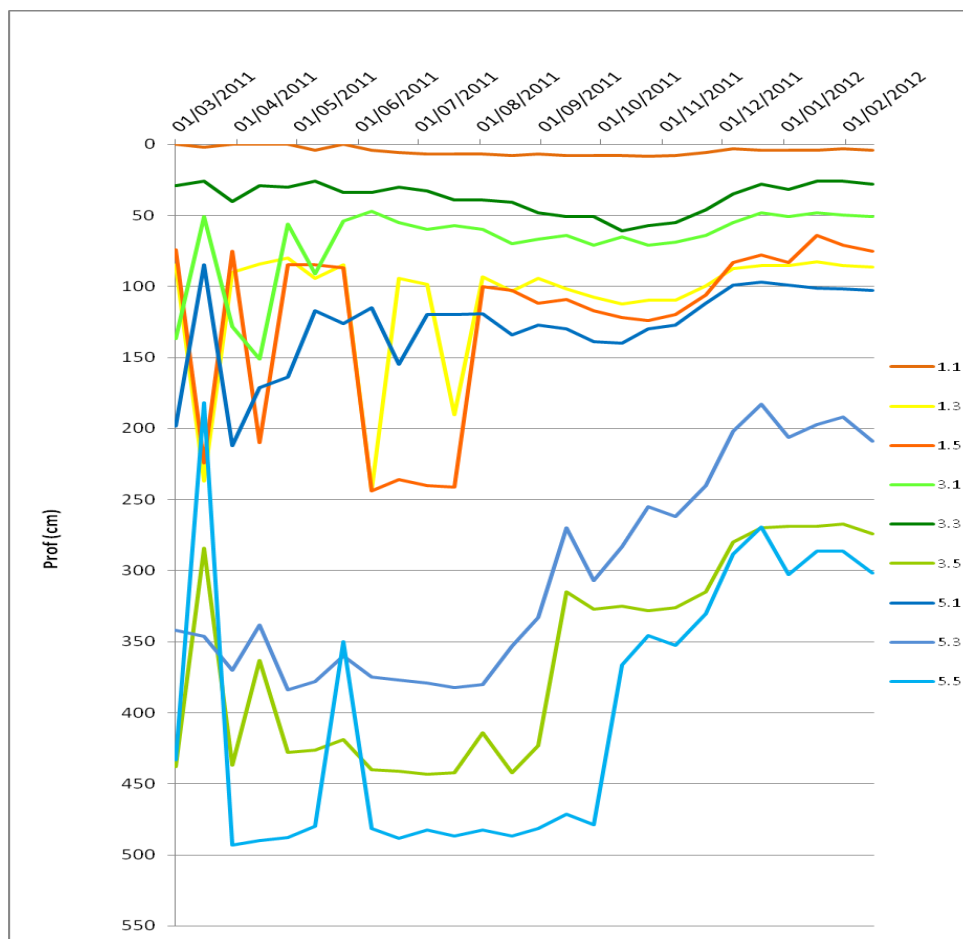


Figura 5 – Nível freático nos poços de monitoramento estudados em gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. Prof: profundidade.

Para entender como ocorrem essas variações atípicas e a resposta do lençol freático às chuvas, foram escolhidos quatro poços de monitoramento: 1.1 (com solo muito mal drenado, vegetação com maior número de indivíduos arbóreos, nível freático muito raso e baixa oscilação), 1.5 (imperfeitamente e mal drenado, número de indivíduos, nível do freático e oscilação intermediários e oscilação atípica no início das medições), 3.1 (muito mal drenado, número de indivíduos, nível do freático e oscilação intermediários) e 5.5 (solo acentuadamente drenado, número de indivíduos relativamente baixo, nível freático profundo e oscilação em alguns pontos).

O poço da parcela 1.1 (Figura 6) apresenta profundidade mínima no final do verão (período das chuvas) e período imediatamente posterior, de março a abril, enquanto que no período compreendido entre junho e outubro de 2011, quando a ocorrência de chuvas diminui, a profundidade do lençol aumenta, voltando a diminuir em novembro, com o aumento da precipitação. A baixa variação na profundidade do lençol freático ocorre pela saturação do solo na região estudada, devido à proximidade com o córrego, com a represa e com uma nascente localizada fora da parcela. O nível freático parece refletir a precipitação, porém sua resposta não ocorre imediatamente após as chuvas, apresentando retardo estimado de 2 meses. Isso pode ter ocorrido pela má drenagem do solo (Tabela 7), associada à sua textura argilosa em subsuperfície (Tabela 14), dificultando a infiltração de água no solo, o que leva a uma recarga mais lenta do aquífero (TAYLOR & ALLEY, 2001).

As parcelas 1.5 e 3.1 (Figura 7) fazem parte do mesmo grupo com grande oscilação de freático no início das medições (março a agosto de 2011 para a 1.5, e março a maio de 2011 para a 3.1), porém na 1.5 esta oscilação ocorre ao contrário das demais parcelas do grupo e, no geral, não reflete a condição de chuvas: em meados de março de 2011, seu nível freático aumenta, mesmo com precipitações entre 15 e 20mm; em 30/03/2011 ocorre um pico de chuva (99,6mm) e, novamente, o nível do freático torna-se mais profundo; ocorre uma estabilização do nível entre maio e junho e uma queda brusca do lençol entre junho e agosto, neste caso acompanhando a falta de chuvas do período. A resposta deste poço, portanto, ocorre de maneira contrária à precipitação no período entre março e abril de 2011, porém, a partir de agosto, o nível freático deste poço passa a acompanhar a precipitação,

mesmo que seja com certo retardamento na recarga. No início das medições do nível freático, foi encontrada certa dificuldade com o uso do medidor de nível, o qual não demonstrava sinal sonoro ou luminoso ao encontrar com a água do aquífero, devido à baixa condutividade elétrica da mesma. Para solucionar tal problema, a partir de setembro de 2011, passou a ser adicionada pequena quantidade de sal grosso dentro do poço de monitoramento, afim de que a condutividade elétrica da água subterrânea aumentasse e pudesse ser reconhecida pelo medidor de nível freático. Portanto, as medições do início do período estudado podem apresentar valores errôneos, o que poderia explicar essa diferença encontrada na parcela 1.5.

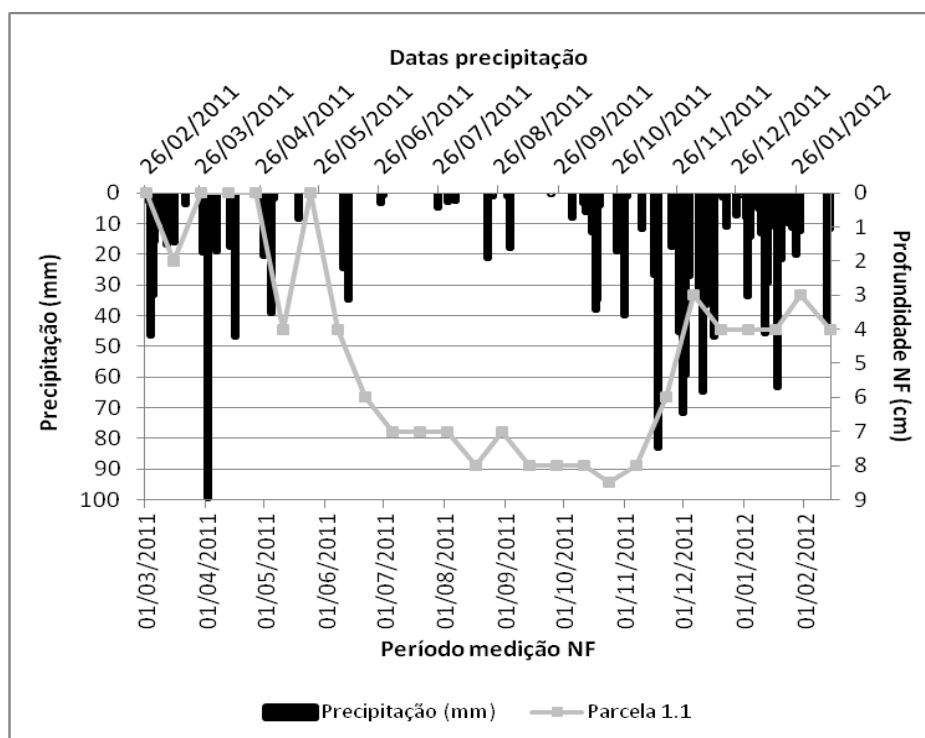


Figura 6 - Precipitação e variação do nível freático no poço de monitoramento da parcela 1.1 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. NF – nível freático.

A relação entre precipitação e flutuação do lençol freático depende das características do terreno, como declividade, cobertura e tipo de solo (BERTONI & LOMBARDI, 1990). Na parcela 1.5, o solo é argiloso (Tabela 14), assim como a 3.1 (argiloso a muito argiloso) e, quando consideradas somente as parcelas com poços de monitoramento, a cota altimétrica da 1.5 está entre as maiores (Tabela 15), juntamente com a 1.3 (outra parcela do mesmo grupo, com a mesma diferenciação no início das medições) e 3.5 (com a maior cota altimétrica), porém essa diferença é de poucos centímetros. Com relação à cobertura do solo, apesar de a parcela 1.5 apresentar o menor número de indivíduos arbóreos das parcelas com poços de monitoramento, sua área basal (tanto quando considerado o PAP quanto o PB) é a maior, revelando que os indivíduos apresentam troncos com elevada circunferência, o que pode garantir uma boa cobertura do solo e favorecer a infiltração de água. Assim, a explicação para essa diferença no início das medições das parcelas 1.3 e 1.5 deve estar relacionada a outro fator não estudado (como influência antrópica e posição na paisagem) ou com algum problema durante as medições.

A parcela 3.1, além de se localizar junto ao córrego, se situa próxima a um afloramento de água presente na parcela 3.2, adjacente à 3.1, e, apesar de o solo não estar saturado, é muito argiloso em subsuperfície (Tabela 14) e muito mal drenado (Tabela 8), o que está entre as razões possíveis para que a variação na profundidade do lençol freático acompanhe os eventos de chuva com resposta lenta.

A parcela 5.5 (Figura 8) apresenta o lençol freático profundo, quando comparada às outras, e sua profundidade apresenta-se em seu nível máximo na maior parte do período compreendido entre fim de março e fim de setembro de 2011, mesmo com a ocorrência de chuva no período citado. Isto só não é evidente no dia 24/05/2011, quando a profundidade do lençol diminui, mesmo não havendo chuvas evidentes. Em outubro de 2011, a diminuição da profundidade do lençol freático começa a acompanhar a distribuição das chuvas. Esta parcela apresenta baixos número de indivíduos arbóreos (34) e valores de área basal (0,2 e 0,31m²/ha), mas é acentuadamente drenado e de textura argilo-arenosa, o que facilita a infiltração de água no solo, havendo necessidade de grande aporte de chuva, como no período entre outubro de 2011 e janeiro de 2012, para que o seu nível freático se eleve significativamente.

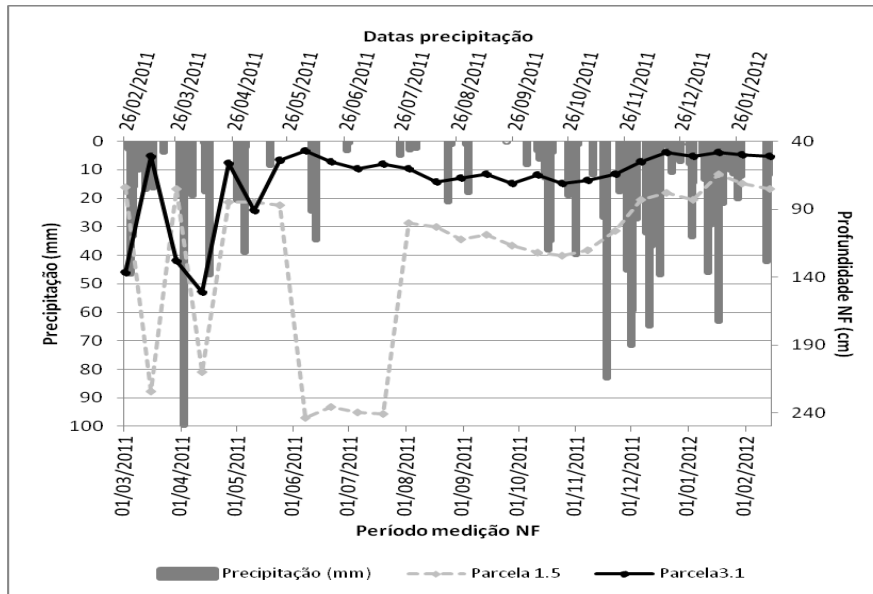


Figura 7 – Precipitação e variação do nível freático no poço de monitoramento das parcelas 1.5 e 3.1 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado em Campinas, SP. NF – nível freático.

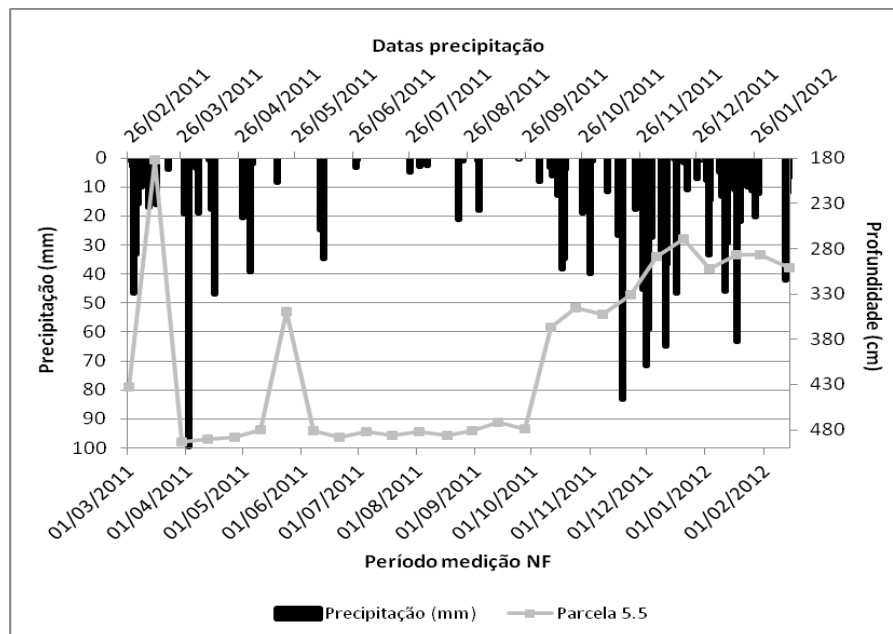


Figura 8 – Precipitação e variação do nível freático no poço de monitoramento da parcela 5.5 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP. NF – nível freático.

Com a obtenção das cotas altimétricas e do cálculo das altitudes das parcelas da área de estudo (Tabela 15), foi possível a elaboração do mapa topográfico da área (Figura 9). A maior declividade do terreno encontra-se próxima às parcelas 1.2, 1.3, 2.2, 3.3, 3.4, 4.3 e 4.4, notada pela maior proximidade entre as linhas de contorno do mapa. No caso dos transectos 3 e 4, essa maior declividade ocorre na área correspondente à trilha que foi evitada na alocação das parcelas. No transecto 1, as parcelas 1.1 e 1.2 são mais baixas do que as outras parcelas do transecto e apresentam relevo característico de floresta paludosa, com microrelevo com morrotes, onde as árvores enraízam, e o solo fica bastante encharcado na época das chuvas. O transecto 5 possui declividade mais uniforme, apresentando maior variação de declividade próximo às parcelas 5.1 e 5.2.

Tabela 15 – Cotas altimétricas (Cota) e altitudes (Alt) encontradas nas parcelas (Parc) da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado, em Campinas, SP.

Parc	Cota	Alt	Parc	Cota	Alt	Parc	Cota	Alt	Parc	Cota	Alt	Parc	Cota	Alt
1.1	3,70	601,2	2.1	3,01	600,5	3.1	3,10	600,6	4.1	3,01	600,5	5.1	1,51	599,0
1.2	4,08	601,6	2.2	3,80	601,3	3.2	3,16	600,7	4.2	3,24	600,7	5.2	2,45	599,9
1.3	5,38	602,9	2.3	4,18	601,7	3.3	3,52	601,0	4.3	3,49	601,0	5.3	3,29	600,8
1.4	5,44	602,9	2.4	4,36	601,9	3.4	5,33	602,8	4.4	5,16	602,7	5.4	3,40	600,9
1.5	5,56	603,1	2.5	4,57	602,1	3.5	6,09	603,6	4.5	5,86	603,4	5.5	3,87	601,4

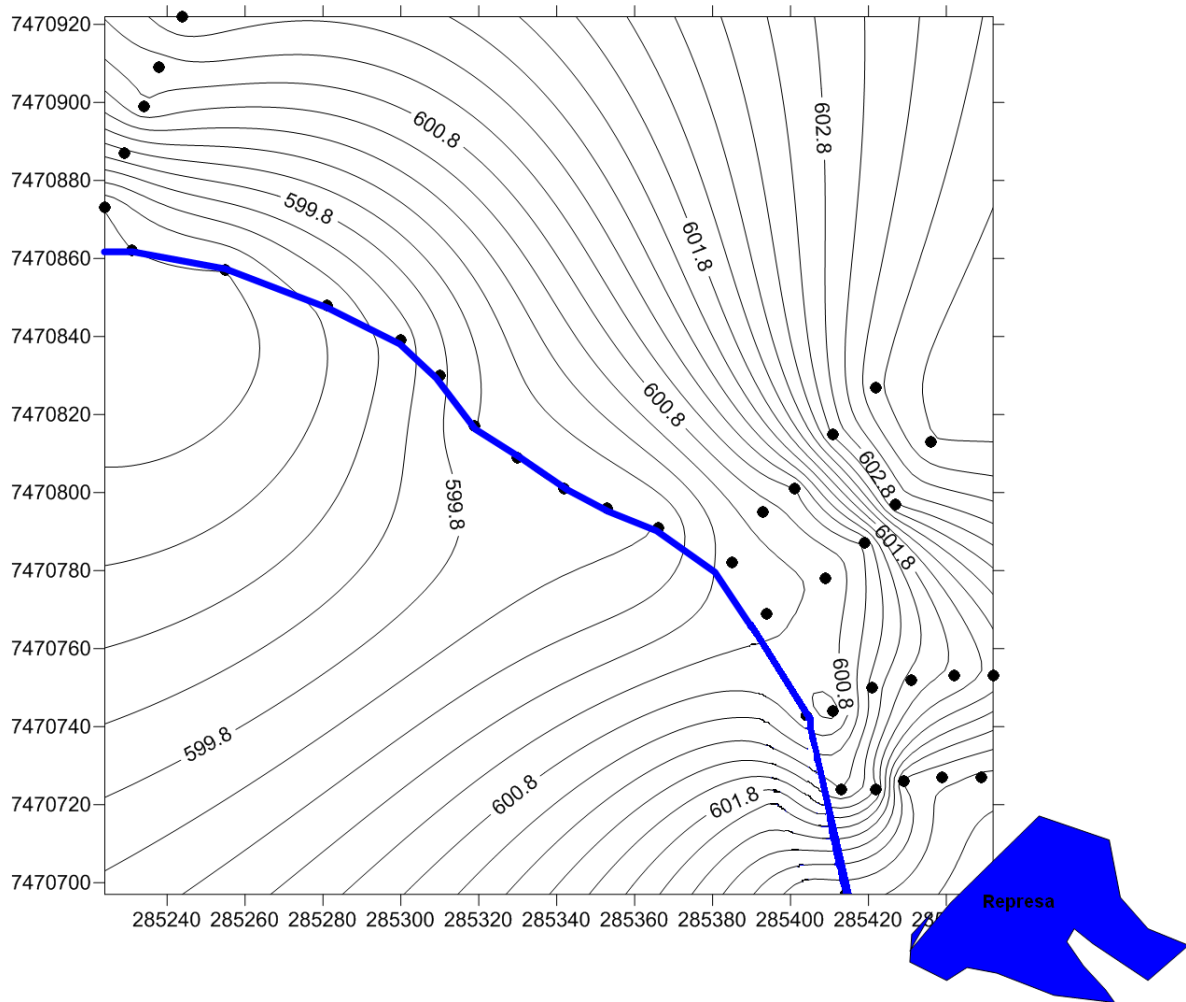


Figura 9 – Mapa topográfico da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado em Campinas, SP, sendo as altitudes (m) indicadas nas curvas de nível. Os círculos cheios representam a localização das parcelas, sendo os extremos de cada transecto identificados por dois algarismos separados por ponto, em que o primeiro algarismo identifica o transecto e o segundo algarismo identifica a parcela. Também estão localizados o córrego (linha azul) e a represa.

Comparando-se os dois mapas potenciométricos elaborados, sendo um em dia de período chuvoso (Figura 10) e um de período seco (Figura 11), a distribuição das curvas de cotas piezométricas é similar, havendo um deslocamento da água subterrânea no sentido do transecto 1 para o transecto 5 (maior para menor potencial). Porém, quando se trata do período chuvoso (Figura 10) ocorrem grandes variações potenciométricas entre os

transectos de 1 a 4, com as maiores variações entre os transectos 1 e 2, mais próximos à represa. No período seco (Figura 11) as maiores variações são apenas entre os transectos 1 e 2, e nos transectos 3 e 4 ocorre áreas diferenciadas: na parcela 3.4, ocorre aumento de cota de 4 m para 4,5 m, sendo esta parcela uma área de divergência entre as setas, ou seja, divergência na direção do fluxo; na parcela 4.2, ocorre redução do potencial de 3 m para 2,5 m, havendo convergência na direção do fluxo

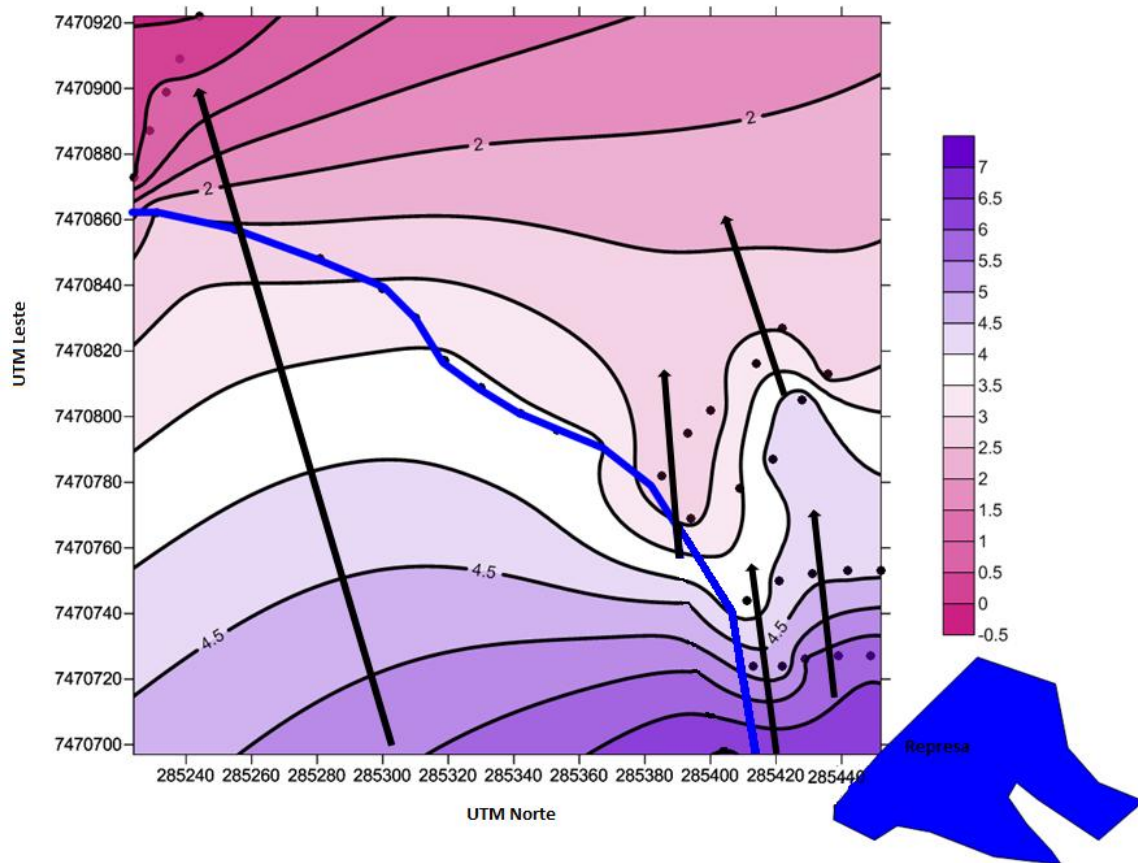


Figura 10 – Mapa potenciométrico da área de transição floresta ripária-cerradão em Campinas, SP, referente ao dia 29/03/2011 (no período chuvoso), sendo as cotas piezométricas (m) indicadas pelas curvas. Os círculos cheios representam as parcelas e as setas o sentido de direção de fluxo. Também estão apresentados o córrego (linha azul) e a localização aproximada da represa.

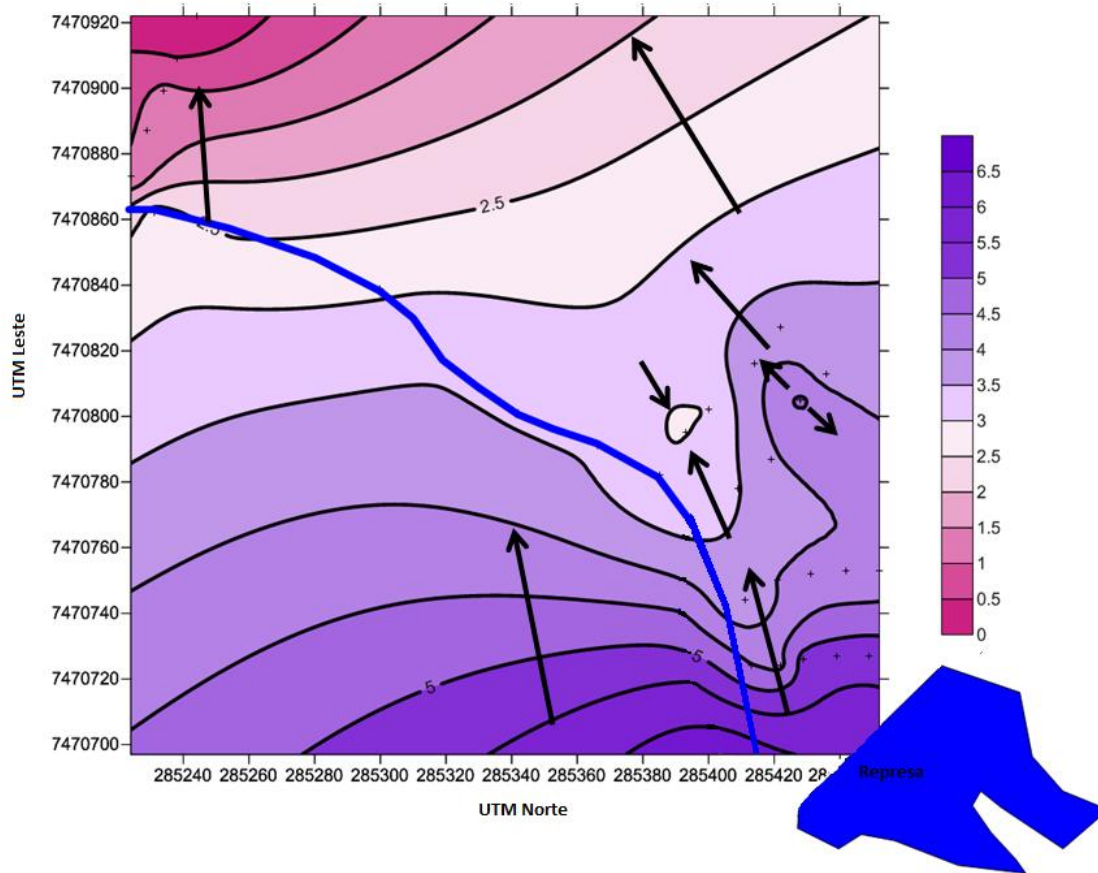


Figura 11 – Mapa potenciométrico da área de transição floresta ripária-cerradão em Campinas, SP, referente ao dia 27/09/2011 (no período de seca), sendo as cotas piezométricas (m) indicadas nas curvas. As marcações (+) representam as parcelas e as setas o sentido de direção de fluxo. Também estão apresentados o córrego (linha azul) e a localização aproximada da represa.

Pelos mapas potenciométricos e direção de fluxo hídrico estimado pelos dados piezométricos, é possível perceber que o nível do freático (tanto em período seco, quanto chuvoso) não acompanha a topografia. Isso indica, mais uma vez, que a represa interfere na dinâmica da água na área de estudo e contribui para a profundidade do lençol freático, influenciando na direção de fluxo hidrológico (afastando-se da represa).

4.4 Associações Meio Físico x Vegetação

4.4.1 Perfis esquemáticos

Analisando-se os perfis esquemáticos separadamente, é possível verificar alguns padrões de associação. No transecto 1 (Figura 12), todas as parcelas apresentaram mosqueados ou coloração variegada (cor glei com vermelho-amarelado) e, com exceção da parcela 1.3, estas feições ocorreram abaixo ou ao nível do lençol freático no período úmido. Na parcela 1.3, abaixo do lençol houve ocorrência de coloração glei pura, havendo presença de mosqueados acima do nível do freático tanto do período seco quanto do chuvoso, e analisando todas as medições no poço de monitoramento localizado nesta parcela, o nível do freático está abaixo da camada mosqueada observada somente em quatro campanhas de medições, não durando mais do que 14 dias com profundidade abaixo de 1m (Figura 5). A camada acima do freático nesta parcela é muito argilosa e isso pode levar a uma ascensão de umidade por capilaridade, o que explicaria a presença de mosqueados nesta área. Em 1.1, 1.2 e 1.3, o mosqueado (ou variegado) se constitui em plintita, formação constituída por argila com concentração de ferro oriunda da segregação e transporte de ferro em ambiente úmido (SANTOS *et al.*, 2006). Os valores de DAP (diâmetro ao nível do peito) e DAS (diâmetro ao nível do solo) aumentam na direção córrego-borda, assim como a profundidade do lençol freático, a qual acompanha aproximadamente a topografia da superfície. Com relação à altura média das árvores, as parcelas 1.1 e 1.4 destoam das outras por apresentarem árvores mais baixas e mais altas, respectivamente. A parcela 1.1 também possui o maior número de indivíduos (69) neste transecto e apresenta textura diferenciada nas camadas mais superficiais do solo (franco-argilosa até 20cm e franco-arenosa até 32cm), o que caracteriza caráter flúvico no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2006). A parcela 1.4 é a que apresenta menor número de indivíduos do transecto (23) e não apresenta feição diferenciada com relação aos atributos morfológicos do solo, porém é a que possui o maior teor de alumínio em superfície. Este baixo número de indivíduos pode estar relacionado ao alto teor de alumínio, que restringe e seleciona a ocorrência de espécies típicas de cerrado e adaptadas a este ambiente, como *Luehea*

candicans, *Gochnatia polymorpha*, *Platypodium elegans*, espécies com maior número de indivíduos nesta parcela.

O transecto 3 (Figura 14) apresenta textura bastante homogênea entre as parcelas (argila), com diferenciação somente em profundidade (130-180cm) na parcela 3.3 (muito argilosa) e em uma camada argilo-arenosa nas parcelas 3.4 (60cm) e 3.5 (12cm). O solo da parcela 3.1 estava muito molhado no momento da descrição e, por isso, só foi descrito até 80cm, sendo possível que o solo em maior profundidade apresente outra textura que não argila. Com relação aos mosqueados, só não foi observada sua ocorrência na parcela 3.3, a qual apresenta a menor profundidade do lençol freático do transecto e textura muito argilosa em profundidade, o que deve impedir que o lençol torne-se mais profundo. O nível do freático acompanha a topografia, mas na parcela 3.5 aprofunda-se bastante, levando a uma discrepância desta parcela com relação às outras. O nível da parcela 3.4 foi estimado por krigagem e, portanto, pode estar equivocado, quando mostra a parcela 3.5 com uma queda brusca na profundidade do freático, quando esta pode ser mais amena, caso o nível da 3.4 seja mais profundo. Os valores de DAP e DAS são bem próximos, com exceção da parcela 3.4, com menores diâmetros médios e menor número de indivíduos do transecto (Tabela 4), cor amarela a 40cm e amarela com mosqueados a 60cm, e com camada de textura argilo-arenosa até 60cm de profundidade. Esta parcela é separada das outras 3 parcelas mais próximas ao córrego, devido à existência da trilha (antiga estrada). As alturas médias das plantas são próximas entre as parcelas, com exceção da parcela 3.1, que apresentou o maior valor, ao contrário do que ocorre no transecto 1. A parcela 3.1 possui o segundo maior valor de número de indivíduos (44), maior teor de alumínio, acidez potencial, soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica, sendo maior SB somente em superfície. As espécies mais abundantes nesta parcela são *Dendropanax cuneatus* e *Trichilia pallida*, ambas com ocorrência relatada para áreas mais úmidas, como florestas de brejo e matas ciliares.

No transecto 5 (Figura 14), o lençol freático é mais profundo, só atingindo a profundidade analisada no perfil do solo na parcela 5.1, durante o período seco, e no sentido de montante da vertente seu nível torna-se mais profundo. Mesmo com o lençol profundo, foi observada ocorrência de mosqueados nas parcelas 5.1, 5.2 e 5.3, identificados como plintita. Este transecto apresenta maior variedade de texturas em camadas com

espessuras finas, como no caso da parcela 5.4, com textura de franco-argila-arenosa a argilosa até 100cm de profundidade. Porém há predomínio de textura argilosa, que ocorre em todas as parcelas, formando um contínuo no solo. Os valores de diâmetros médios são próximos entre as parcelas, sendo maior na 5.3, a qual também apresenta maior número de indivíduos e sendo a única com camada argilo-arenosa (até 90cm). A parcela 5.5 apresenta as árvores mais baixas, tendo as outras parcelas valores de altura média muito próximos. A proximidade desta parcela com a borda do fragmento pode levar à maior influência antrópica, o que poderia explicar a menor altura das árvores, quando comparada com as outras parcelas do transecto.

Como já discutido, as parcelas podem ser agrupadas em dois conjuntos em função de sua drenagem, a qual também é corroborada pela profundidade do lençol freático (parcelas mais bem drenadas com lençol mais profundo e parcelas mais mal drenadas com lençol mais raso) e morfologia do solo (como ocorrência de feições redoximórficas ou não) analisadas nos perfis esquemáticos. Considerando que as parcelas 3.4 (Cambissolo Háplico Tb Distrófico gleissólico) e 5.3 (Cambissolo Háplico Tb Distrófico plúntico) são transicionais e, analisando-se todas as demais parcelas nestes dois grupos, sendo um com drenagem facilitada (3.5, 4.4, 4.5, 5.4 e 5.5) e outro com drenagem dificultada (demais parcelas), observa-se que, na maioria das parcelas do primeiro (60%) a altura média das árvores é menor (abaixo de 6m), enquanto que na maior parte das parcelas do segundo (83%) as árvores são mais altas (acima de 6m de altura), levando a uma possível tendência de que a maior disponibilidade de água das parcelas mal drenadas auxilia no desenvolvimento das plantas em altura. Com relação aos diâmetros, não foi verificada tendência (Tabela 4).

FRANZMEIER *et al.* (1983) identificaram três padrões de coloração relacionados à saturação do solo: solos saturados periodicamente apresentam matriz ou mosqueados com croma 2; solos saturados periodicamente, mas menos reduzidos que o primeiro grupo apresentam matriz ou mosqueado com croma 3 ou 4; já solos nunca saturados tem matriz com croma maior que 5 e não há ocorrência de mosqueados com croma menor ou igual a 3. No transecto 1 do presente estudo, os horizontes saturados na maior parte do tempo monitorado em cada parcela apresentam matriz com cromas baixos (menores que 2); no transecto 3, o lençol freático está em contato com os horizontes estudados somente em 3.1,

3.2 e 3.3, onde os cromas da matriz são menores que 2, em 3.4 e 3.5 o lençol ocorre a uma maior profundidade e os cromas são maiores do que 3 na maior parte do perfil (em 3.5, ocorre cromas menores somente a partir de 160cm de profundidade); no transecto 5, o lençol encontra-se raso somente em 5.1, onde a matriz tem cromas menores que 2, nas outras parcelas há cromas menores do que 2 em 5.2 e 5.3 (somente em superfície e a partir de 140cm), em 5.4 e 5.5 o cromas da matriz é maior que 5, sem mosqueados. Assim, não há concordância entre os dados apresentados por FRANZMEIER *et al.* (1983 e os do presente estudo somente em 5.2 e 5.3, onde o solo não encontra-se saturado e há ocorrência de matriz com cromas menores que 2. Desta forma, o uso da morfologia do solo (especificamente, sua cor) como indicador de sua condição hídrica pode não ser totalmente exato, mas pode auxiliar na predição de padrões.

Assim como na parcela 1.4, onde a coloração glei com mosqueados ocorreu acima do nível do lençol freático na maior parte do período analisado, nas parcelas 3.5, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5, o mosqueado encontra-se a mais de 1m acima do nível do lençol, em todas as campanhas de medição (Figura 5) e, mesmo com oscilação presente no início do monitoramento em picos isolados, não há encontro entre o lençol freático e os mosqueados. Segundo VENEMAN *et al.* (1976), já foram encontrados solos saturados em apenas curto período de tempo e com cromas baixos, assim como solos saturados por meses e sem ocorrência de mosqueados, o que dificulta o uso do mosqueado como indicador do regime de umidade do solo. Além disso, o nível do lençol freático, como sugerido por JUHÁSZ *et al.* (2006), pode não ser suficiente para entender como a umidade do solo e sua morfologia associada influenciam no desenvolvimento e distribuição das plantas. A posição do lençol freático pode não ser o limite entre a zona saturada e não saturada, já que pode haver a formação da franja capilar (HILLEL, 1982) acima do nível freático, onde a água sobe pelos poros do solo por capilaridade. A ocorrência da franja capilar afeta a condição hídrica do solo, mantendo o teor de umidade elevado e podendo levar à formação de mosqueados, mesmo em camadas onde o lençol freático é mais profundo. Assim, a medição do nível freático como forma de avaliar a disponibilidade de água para as plantas pode ser ineficiente, principalmente quando se trata de solos argilosos, onde a capilaridade é mais pronunciada. A ocorrência de franja capilar também poderia levar a um maior desenvolvimento da vegetação, por garantir maior suprimento de água.

É possível perceber que em algumas parcelas do transecto 3 (3.1 e 3.5), o nível do freático no período chuvoso é mais profundo do que no período seco, o que deve ocorrer devido a retardamento na recarga do lençol freático.

4.4.2 Análises estatísticas

Pela análise de similaridade (Figura 15), nota-se a formação de dois grupos, um contendo somente as parcelas 1.1 e 2.1, com menos de 37% de similaridade entre elas, e outro contendo as demais parcelas, do qual se separa o grupo formado pelas parcelas 3.5 e 4.5 (cerca de 90%). As parcelas 1.1 e 2.1 também se destacam pelo maior número de indivíduos arbóreos encontrados, enquanto que a 3.5 e 4.5 encontram-se mais afastadas do córrego (entre 50 e 60m de distância) e não foi encontrado um atributo do solo capaz de explicar estes agrupamentos. As parcelas 2.4 e 3.4 (cerca de 100%), e 2.2 e 3.2 (quase 100%) apresentam os maiores valores de similaridade.

Considerando a distância da parcela ao córrego como um fator de diferenciação, algumas parcelas equidistantes do córrego são similares floristicamente, como 1.1 e 2.1 (cerca de 40% de similaridade), 2.2 e 3.2 (quase 100%), 2.4 e 3.4 (quase 100%), 3.5 e 4.5 (cerca de 90%). O teste de Mantel, com significância assegurada pelo teste de Monte Carlo ($p = 0.052000$), contrapondo a matriz de distância geográfica (coordenadas geográficas) e a matriz de abundância de espécies, mostrou que existe associação positiva entre as matrizes ($r = 0,220695$; Z observado = $0,121534E*10^7$; média $Z = 0,114383E*10^7$), podendo-se concluir, portanto, que a similaridade florística entre as parcelas é influenciada pela proximidade entre as mesmas.

Com relação à divisão em dois conjuntos quando considerada a drenagem dos solos, já discutida em outras seções, não foi possível observar uma tendência na composição florística das parcelas.

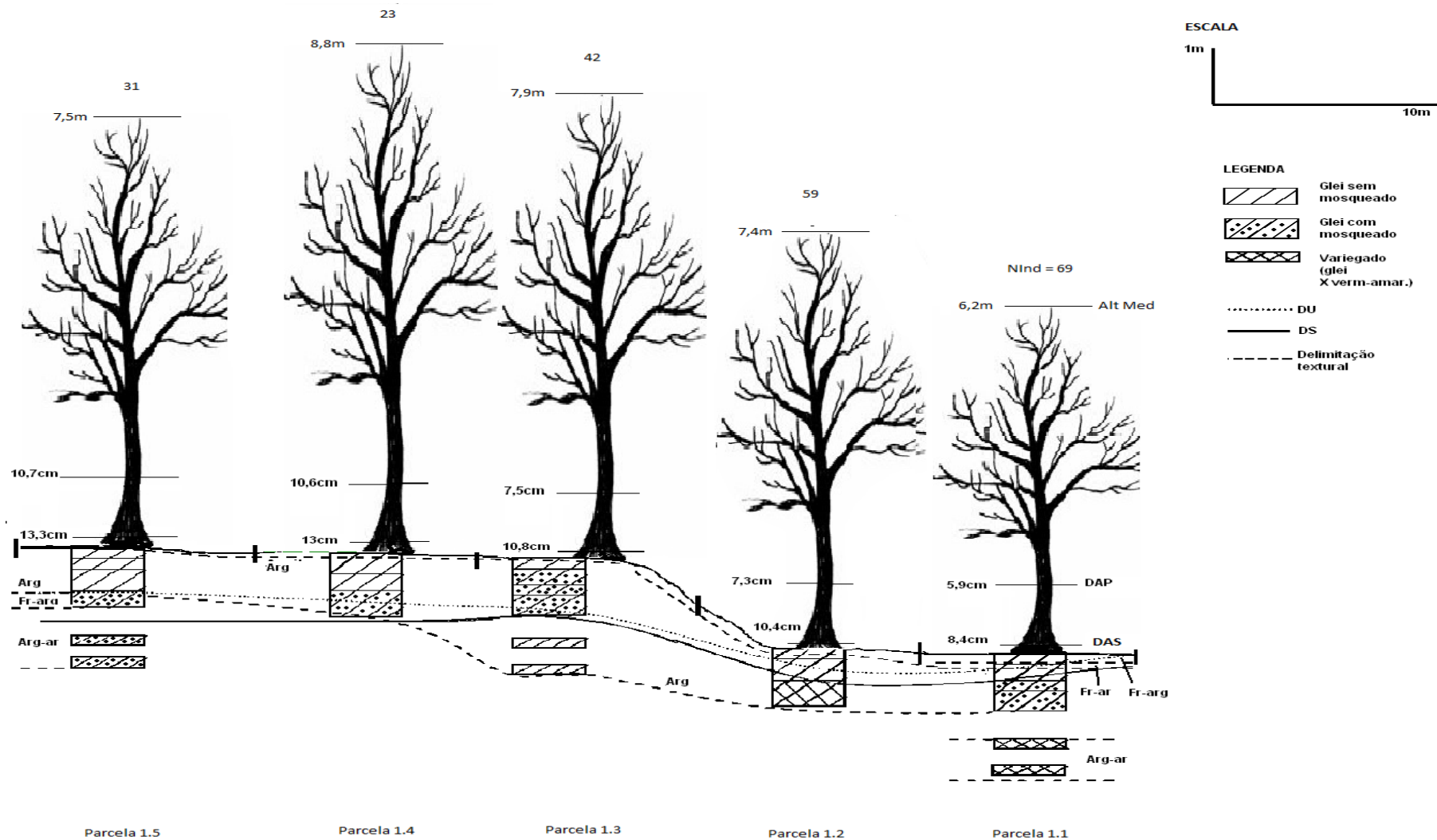


Figura 12 - Perfil esquemático do transecto 1 da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas (SP), mostrando dados de morfologia do solo (cor e classe textural), nível do freático em período chuvoso (DU), nível do freático em período seco (DS), número de indivíduos arbóreos (NInd), altura média (Alt Med) e diâmetro médios ao nível do peito (DAP) e ao nível do solo (DAS).

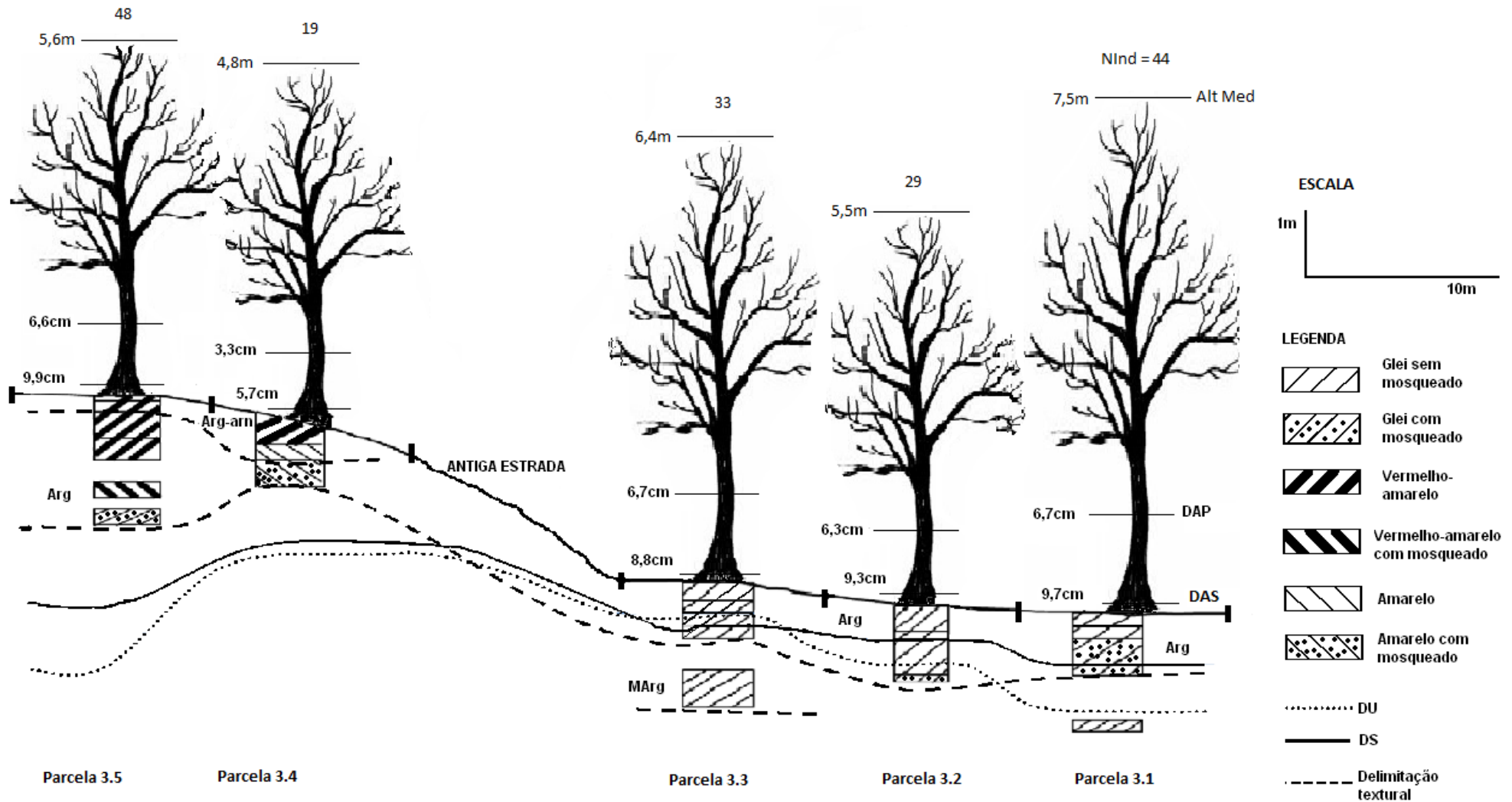


Figura 13 - Perfil esquemático do transecto 3, da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas (SP), mostrando dados de morfologia do solo (cor e classe textural), nível do freático em período chuvoso (DU), nível do freático em período seco (DS), número de indivíduos arbóreos (NInd), altura média (Alt Med) e diâmetro médios ao nível do peito (DAP) e ao nível do solo (DAS).

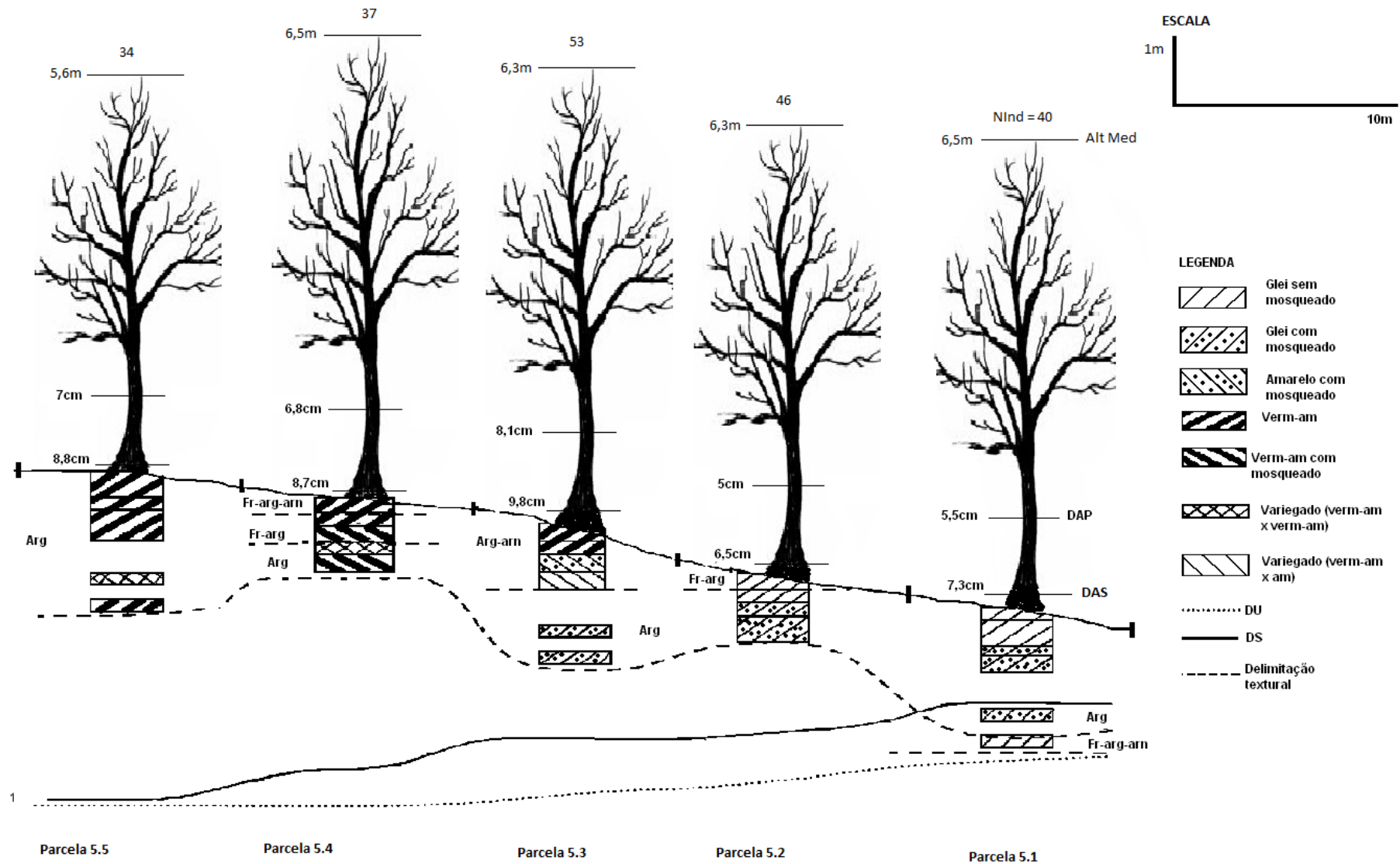


Figura 14 - Perfil esquemático do transecto 5, da área de gradiente fisionômico de floresta ripária em área de cerrado, em Campinas (SP), mostrando dados de morfologia do solo (cor e classe textural), nível do freático em período chuvoso (DU), nível do freático em período seco (DS), número de indivíduos arbóreos (NInd), altura média (Alt Med) e diâmetro médios ao nível do peito (DAP) e ao nível do solo (DAS).

Analisando-se as correlações encontradas entre as variáveis de solo e vegetação (Tabela 16), entre variáveis de água e vegetação (Tabela 17) e entre as variáveis de distância e vegetação (Tabela 18), através de correlação simples, verificou-se que a maioria dos valores de correlação entre o nível freático (DS – nível freático em período seco, DU – nível freático em período chuvoso, e Nmed – nível médio do freático) e a estrutura da vegetação apresenta $\rho < 0,3$ (valor limite para a correlação ser considerada fraca). Entretanto, ocorreu correlação moderada ($0,3 \leq \rho < 0,6$) entre altura média das árvores e NMed ($\rho = -0,38$) e DS ($\rho = -0,37$). Esta correlação indica que, quanto maior o nível médio e o nível em período seco do freático, ou seja, quanto mais profundo o lençol, menor a altura das árvores.

Tabela 16 – Correlação simples entre as variáveis de estrutura da vegetação (1 – valores com base no PAP; 2 – valores com base no PAS) e as variáveis de solo (1 – horizonte superficial; 2 – subsuperficial), em gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado, em Campinas, SP. AB – área basal, DAPm – diâmetro ao nível do peito médio, DASm diâmetro ao nível do solo médio, AltMd – altura média, NInd – número de indivíduos, Dens – densidade, Dom – dominância, MO – matéria orgânica; H+Al – acidez potencial; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases.

	AB1	AB2	DAPm	DASm	AltMd	Nind	Dens	Dom1	Dom2
MO1	-0,13	0,07	-0,03	0,10	0,20	-0,10	-0,10	-0,13	0,07
MO2	-0,18	0,02	-0,08	0,10	-0,01	-0,17	-0,17	-0,18	0,02
pH1	-0,06	0,01	-0,22	-0,10	-0,30	-0,05	-0,05	-0,06	0,01
pH2	0,02	0,05	0,14	0,17	0,18	-0,14	-0,14	0,02	0,05
P1	0,28	0,27	0,09	0,11	0,06	0,20	0,20	0,27	0,27
P2	0,03	0,18	-0,12	0,02	-0,17	0,22	0,22	0,03	0,18
K1	0,42	0,30	0,37	0,31	0,09	0,03	0,03	0,42	0,30
K2	0,02	0,15	0,00	0,03	0,21	0,18	0,18	0,02	0,15
Ca1	0,12	0,15	-0,06	0,00	-0,04	0,17	0,17	0,11	0,15
Ca2	-0,22	-0,17	-0,25	-0,26	0,04	0,06	0,06	-0,22	-0,17
Mg1	0,47	0,47	0,19	0,21	0,17	0,36	0,36	0,46	0,47
Mg2	-0,07	0,05	-0,17	-0,17	0,15	0,33	0,33	-0,06	0,05
Al1	-0,42	-0,28	-0,13	-0,06	0,32	-0,26	-0,26	-0,42	-0,29
Al2	-0,31	-0,21	-0,28	-0,18	-0,18	-0,14	-0,14	-0,32	-0,21
H+Al1	-0,21	-0,02	-0,10	0,04	0,19	-0,14	-0,14	-0,21	-0,02

(Continua...)

Tabela 16 - Continuação

	AB1	AB2	DAPm	DASm	AltMd	Nind	Dens	Dom1	Dom2
H+AI2	-0,42	-0,23	-0,30	-0,15	-0,17	-0,23	-0,23	-0,42	-0,23
SB1	0,22	0,25	0,01	0,06	0,02	0,22	0,22	0,22	0,25
SB2	-0,15	-0,06	-0,24	-0,24	0,09	0,22	0,22	-0,15	-0,06
CTC1	-0,12	0,05	-0,08	0,05	0,16	-0,05	-0,05	-0,12	0,05
CTC2	-0,42	-0,23	-0,32	-0,18	-0,15	-0,19	-0,19	-0,42	-0,23
V%1	0,37	0,23	0,03	-0,05	-0,18	0,35	0,35	0,37	0,23
V%2	0,22	0,20	-0,01	-0,08	0,19	0,41	0,41	0,22	0,20
m%1	-0,45	-0,38	-0,04	-0,03	0,25	-0,39	-0,39	-0,44	-0,38
m%2	-0,18	-0,15	-0,13	-0,08	-0,18	-0,19	-0,19	-0,18	-0,16
Arg1	-0,09	0,00	-0,05	-0,03	0,26	0,11	0,11	-0,09	0,00
Arg2	-0,04	0,09	-0,23	-0,11	-0,27	0,12	0,12	-0,04	0,09
Sil1	-0,17	0,04	-0,05	0,12	0,18	-0,12	-0,12	-0,17	0,04
Sil2	-0,06	0,05	0,02	0,08	0,27	-0,13	-0,13	-0,06	0,05
Are1	0,16	-0,03	0,06	-0,05	-0,27	0,00	0,00	0,16	-0,03
Are2	0,07	-0,10	0,17	0,04	0,06	-0,01	-0,01	0,07	-0,10
AG1	0,14	-0,06	0,07	-0,05	-0,27	-0,06	-0,06	0,14	-0,06
AG2	0,13	-0,05	0,14	0,01	0,03	0,09	0,09	0,13	-0,05
AF1	0,19	0,06	0,05	-0,05	-0,25	0,15	0,15	0,19	0,06
AF2	-0,06	-0,19	0,20	0,09	0,09	-0,21	-0,21	-0,06	-0,19

Tabela 17 – Correlação simples entre as variáveis de estrutura da vegetação (1 – valores com base no PAP; 2 – valores com base no PAS) e as variáveis hidrológicas, em gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado em Campinas, SP. AB – área basal, DAPm – diâmetro ao nível do peito médio, DASm diâmetro ao nível do solo médio, AltMd – altura média, NInd – número de indivíduos, Dens – densidade, Dom – dominância, NFMe – nível médio do freático, DS – nível do freático em período seco, DU – nível do freático em período chuvoso.

	AB1	AB2	DAPm	DASm	AltMd	Nind	Dens	Dom1	Dom2
NFMe	0,07	-0,07	0,07	0,01	-0,39	-0,08	-0,08	0,07	-0,07
DS	0,01	-0,13	0,04	-0,05	-0,38	-0,09	-0,09	0,01	-0,13
DU	-0,14	-0,23	-0,03	-0,13	-0,23	-0,09	-0,09	-0,14	-0,23

Tabela 18 – Correlação simples entre as variáveis de estrutura da vegetação (1 – valores com base no PAP; 2 – valores com base no PAS) e variáveis hidrológicas com as coordenadas métricas (UTM Norte – UTM N – e UTM Leste – UTM L). AB – área basal, DAPm – diâmetro ao nível do peito médio, DASm diâmetro ao nível do solo médio, AltMd – altura média, NInd – número de indivíduos, Dens – densidade, Dom – dominância, NFMe – nível médio do freático, DS – nível do freático em período seco, DU – nível do freático em período chuvoso.

	AB1	AB2	DAPm	DASm	AltMd	Nind	Dens	Dom1	Dom2	NFMe	DS	DU
UTM L	0,13	0,28	0,24	0,41	0,32	-0,14	-0,14	0,13	0,27	-0,5	-0,59	0,59
UTM N	-0,21	-0,33	-0,26	-0,36	-0,51	-0,05	-0,05	-0,21	-0,33	0,77	0,82	0,66

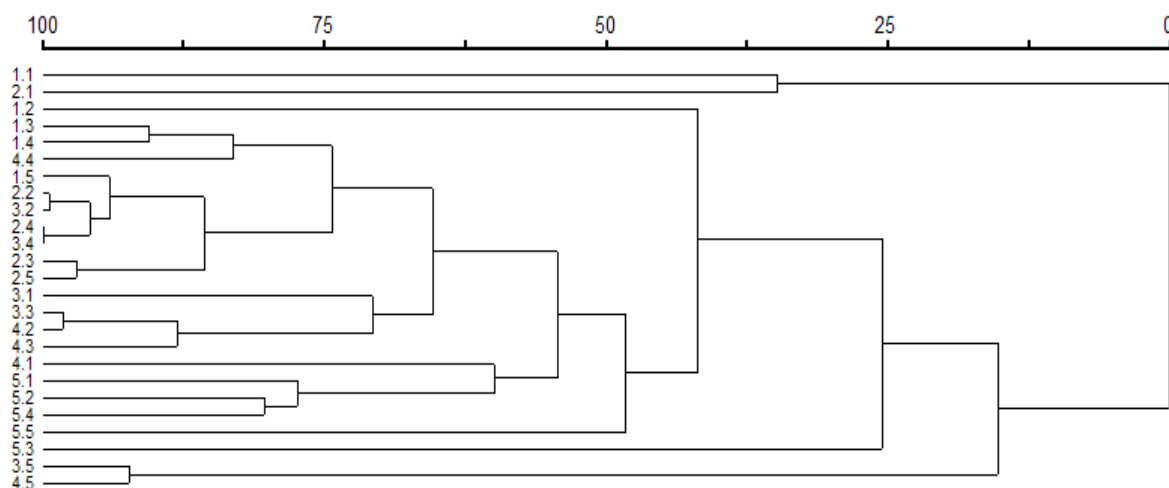


Figura 15 - Dendrograma das parcelas estudadas na área de gradiente fisionômico de floresta ripária em cerrado, em Campinas (SP), utilizando distância euclidiana e média de grupo como método de ligação.

Com relação às correlações entre estrutura da vegetação e variáveis de solo, as maiores ($\rho > 0,4$) são entre Mg do horizonte superficial e áreas basais ($\rho = 0,46$ para ambas) e Mg do superficial e dominâncias ($\rho = 0,46$ para ambas); V% do subsuperficial com número de indivíduos e densidade ($\rho = 0,41$); Dom1 e AB1 (dominância e área basal calculadas a partir do PAP) com K e m% (saturação por alumínio) do superficial ($\rho = 0,41$ e $\rho = -0,44$, respectivamente), H+Al e CTC do subsuperficial ($\rho = -0,42$ para ambas) ; AB1 com Al do superficial e com H+Al e CTC do subsuperficial ($\rho = -0,42$

para as três variáveis). Percebe-se, portanto, que as áreas basais, assim como as dominâncias, aumentam com o maior teor de magnésio, assim como a Dom1 e AB1 também aumentam com o teor de K no superficial. O aumento de m% do superficial, H+Al e de CTC do subsuperficial leva a uma diminuição da AB1 e da Dom1, e o Al do superficial leva a diminuição da AB1. O número de indivíduos, assim como a densidade, aumentam com o teor de saturação por bases (V%) no subsuperficial.

As coordenadas UTM Norte apresentaram correlação positiva e elevada com os níveis do freático (NMed, DS, DU com $\rho = 0,77$, $\rho = 0,82$ e $\rho = 0,66$, respectivamente), os quais também apresentaram correlação negativa e moderada, com as coordenadas UTM Leste ($\rho = -0,49$, $\rho = -0,58$, $\rho = -0,58$, respectivamente). Com relação à estrutura da vegetação, foi encontrada correlação negativa entre a UTM Norte e a altura média das plantas ($\rho = -0,50$) e positiva entre a UTM Leste e o valor de diâmetro médio ($\rho = 0,41$).

Na análise de componentes principais (PCA) que utilizou dados de solo, hidrologia e estrutura da vegetação, foi encontrada correlação acima de 0,8 entre algumas variáveis de solo, como MO do horizonte superficial com H+Al, CTC e silte também do superficial; e de H+Al e CTC do superficial com areia e silte do superficial. As variáveis de estrutura da vegetação não mostraram correlação maior que 0,6 com nenhuma das variáveis de solo ou variáveis hidrológicas. Os níveis do lençol freático (nível médio, em dia de período chuvoso e em dia de período seco) tiveram correlação positiva com a UTM Norte. O nível médio do freático (NMed) e o nível em dia de período seco (DS) também apresentaram correlação alta e positiva com o teor de areia (tanto total, quanto as frações grossa e fina) e alta e negativa com o teor de silte no solo, tanto no horizonte superficial quanto subsuperficial, indicando que a constituição e distribuição dos poros no perfil influenciam a infiltração da água no solo, sua retenção e, conseqüentemente, a profundidade do lençol freático. Além disso, os maiores teores de silte (Tabela 14) nas parcelas mais próximas ao córrego nos transectos mais afastados da represa (3, 4 e 5) sugerem que ocorre a deposição de partículas de silte nestas parcelas mais próximas ao córrego devido à ocorrência de cheias. A proximidade com o córrego leva à elevação do nível freático e do teor de silte e, portanto, a relação entre o teor de silte e nível do freático pode ser alta e positiva devido à proximidade destas parcelas ao córrego e não necessariamente uma relação de causa e efeito. O

NMed e o DS também apresentaram correlações elevadas e negativas com H+Al e CTC no horizonte superficial.

Com a realização da segunda PCA, sem dados de estrutura da vegetação e com matriz composta por 39 variáveis de solo e de hidrologia, foi possível eliminar 18 variáveis altamente correlacionadas (correlação ponderada maior que 0,8), selecionando-se as seguintes variáveis para a matriz ambiental da análise de correspondência canônica (CCA) prévia: pH, P, K, SB, V% e areia total tanto para o horizonte superficial quanto para o subsuperficial; Al e CTC para o horizonte superficial; MO, saturação por alumínio (m), argila e silte para o subsuperficial; UTM Norte; nível médio do lençol freático (NMed) e nível do freático em dia chuvoso (DU), totalizando 21 variáveis. As demais variáveis (Ca, Mg, H+Al, areia grossa e areia fina em suas duas profundidades; m, MO, silte e argila do horizonte superficial; alumínio e CTC do subsuperficial; UTM Leste e DS – nível do freático em período seco) foram eliminadas da matriz ambiental. A matriz de vegetação contou com 45 espécies que satisfizeram o critério de seleção, ou seja, com número de indivíduos maior ou igual a três na área de estudo (Tabela 2).

A CCA prévia foi realizada a fim de se eliminar as variáveis ambientais com correlação ponderada menor que 0,4 com um dos dois primeiros eixos principais da ordenação (Tabela 19). Foram, então, selecionadas 8 variáveis para compor uma nova matriz ambiental (Tabela 20): Al, V% e areia total para o horizonte superficial, argila e silte para subsuperficial, além de longitude, nível médio do freático e nível do freático em período chuvoso.

As 8 variáveis selecionadas explicaram um total de 28,9% da variância dos dados nos três primeiros eixos da ordenação, sendo 12,2% no primeiro eixo, 10,1% no segundo e 6,5% no terceiro. A baixa porcentagem de explicação pelas variáveis indica que grande parte da variância não é explicada, restando muito ruído (variância remanescente sem explicação), porém isto é comum quando se analisa dados ecológicos (TER BRAAK, 1987), já que os fatores envolvidos são complexos e outros fatores importantes podem não estar sendo avaliados, como fatores bióticos e capilaridade do solo. As correlações espécie-ambiente foram altas (0,953 para eixo 1, 0,885 para eixo 2 e 0,936 para eixo 3) e o teste de permutação de Monte Carlo indicou correlações significativas, com $p < 0,05$, para o primeiro eixo de ordenação entre a matriz ambiental e a matriz de vegetação (abundância de espécies) nos eixos de ordenação, confirmando,

portanto, a significância das relações espécie-ambiente. Os autovalores da CCA final, ou seja, a contribuição relativa de cada eixo na explicação da variação total dos dados foi 0,332 para o eixo 1, 0,275 para o eixo 2 e 0,176 para o eixo 3. Autovalores menores que 0,5, como os deste estudo, são considerados baixos, indicando gradiente curto, com distribuição e baixa substituição de espécies entre os extremos, podendo haver variação somente na abundância das espécies (TER BRAAK, 1995).

Tabela 19 – Correlações ponderadas com os dois primeiros eixos da ordenação, das 21 variáveis selecionadas para a CCA prévia. Valores numéricos em negrito representam correlações maiores do que 0,4.

	Horizonte superficial		Horizonte subsuperficial	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
MO	-	-	-0,222	0,069
pH	0,056	-0,065	-0,153	-0,082
P	-0,069	0,146	-0,160	0,080
K	0,240	-0,037	-0,389	0,152
Al	-0,520	0,095	-	-
SB	0,127	0,243	-0,385	0,236
CTC	-0,352	0,215	-	-
V%	0,511	0,139	-0,326	0,069
M	-	-	0,074	-0,016
Argila	-	-	-0,528	-0,217
Silte	-	-	0,425	0,589
Areia	0,562	-0,223	0,224	-0,384
Distância				
	Eixo 1	Eixo 2		
UTM				
Norte	0,713	0,322		
Nível freático				
	Eixo 1	Eixo 2		
NMed	0,786	-0,058		
DU	0,500	0,307		

Tabela 20 – Correlações ponderadas com os dois primeiros eixos da ordenação, das 8 variáveis selecionadas para a CCA final.

	Horizonte superficial		Horizonte subsuperficial	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Al	-0,433	-0,365	-	-
V%	0,509	0,086	-	-
Argila	-	-	-0,642	-0,084
Silte	-	-	0,687	-0,323
Areia	0,431	0,495	-	-
Distância				
	Eixo 1	Eixo 2		
UTM Norte	0,890	0,040		
Nível freático				
	Eixo 1	Eixo 2		
NMed	0,756	0,451		
DU	0,638	-0,020		

A distribuição das parcelas em função das variáveis ambientais (Figura 16) mostra que o eixo 1 separa as parcelas em função do nível do freático, estando as parcelas mais úmidas (com nível de freático mais raso) à esquerda no gráfico, enquanto que as parcelas mais secas (com lençol freático mais profundo) estão à direita no gráfico, sendo ainda argila no horizonte subsuperficial e Al no superficial associados às parcelas úmidas, e areia total e V% no horizonte superficial, silte no subsuperficial e longitude associados às secas. Esta distribuição concorda com a separação entre parcelas bem e mal drenadas, lado direito e lado esquerdo no gráfico, respectivamente. Há exceção apenas para as parcelas 4.4, que é bem drenada, mas está localizada na porção do gráfico com lençol freático raso, e 5.1 e 5.2, mal drenadas e localizadas na área do gráfico com lençol freático mais profundo.

Espacialmente, a UTM Norte pode ser vista como a junção entre os vetores “distância de cada parcela ao córrego” e “distância de cada parcela à represa”, representando, portanto, a influência conjunta dos dois principais corpos d’água presentes na área (córrego e represa). Na análise de CCA final, a variável UTM Norte, mais correlacionada com o eixo 1, separa as parcelas do transecto 5, mais distantes dos demais transectos e da represa e, mais uma vez, a distância aparece como fator importante para a definição de agrupamentos. Assim, considerando-se as discussões sobre o tamanho ideal das faixas ciliares (faixas de vegetação necessária na beira dos

corpos d'água) e que as mesmas devem ser determinadas levando em consideração as características morfológicas da bacia, como declividade e comprimento da rampa do terreno e características físicas e químicas do solo (FERREIRA & DIAS, 2004), a distância (aqui representada pela coordenada UTM Norte), pode ser um fator a ser estudado para definição da largura da faixa ciliar.

O eixo 2 separa as parcelas com maior teor de Al no horizonte superficial, e silte e argila no subsuperficial na porção inferior do gráfico, e maior teor de areia na superior. Portanto, com exceção de 5.1 e 5.2, as parcelas mais afastadas do córrego e da represa apresentam lençol freático mais profundo, maior teor de areia e saturação por bases e menor teor de Al no horizonte superficial. O maior teor de areia facilita a infiltração da água no solo e, associada a outros fatores como distância das parcelas ao córrego e a própria estrutura granular observada no horizonte B das parcelas 5.3 e 5.5, podem ser causa de aumento da profundidade do lençol nas parcelas, característica esperada para solos de cerrado (ARENS, 1963; PIVELLO & COUTINHO, 1996). Para saturação por bases e teor de alumínio, o contrário seria esperado, já que áreas de cerrado são conhecidas como contendo alto teor de Al (PINHEIRO *et al.*, 2009; RUGGIERO & PIVELLO, 2005; FERREIRA *et al.*, 2007) e menor V% (PINHEIRO *et al.*, 2009). Porém, é preciso ter cautela ao se analisar essas interações, já que o eixo explica menos que 10% da variância, não se podendo tirar uma conclusão e contrariar teorias já consagradas com base apenas neste eixo de ordenação.

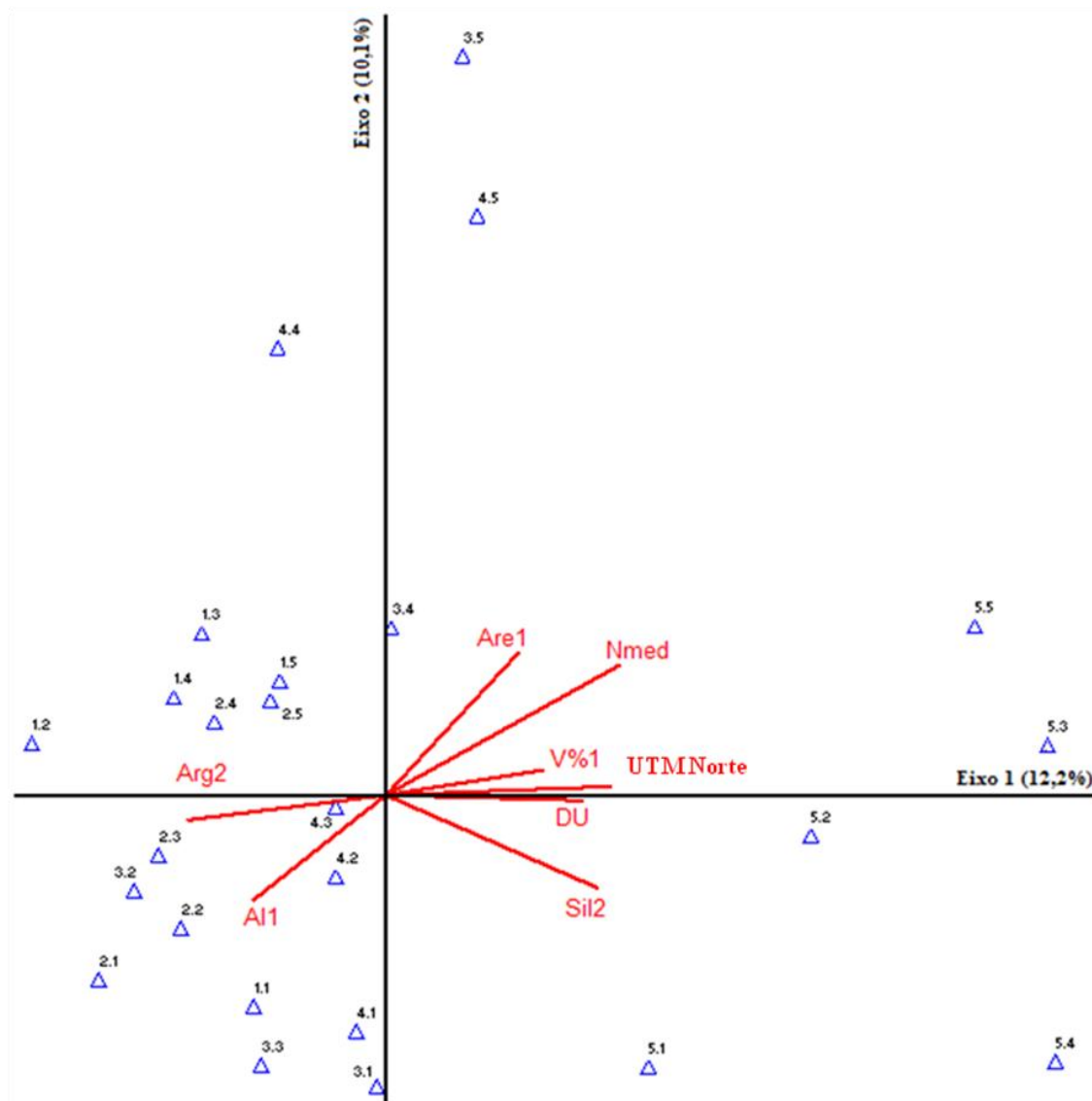


Figura 16 – Análise de correspondência canônica das parcelas da área de estudo com as variáveis das amostras de solo por horizonte superficial (identificadas pelo número 1) e subsuperficial (identificadas pelo número 2), UTM Norte, nível médio do freático (NMed) e nível do freático em período chuvoso (DU) selecionadas na CCA prévia.

O grupo florístico formado pelas parcelas 3.5 e 4.5, na análise de similaridade florística (Figura 15), encontra-se separado das demais parcelas na CCA (Figura 16), com alta correlação com o eixo 2 e sendo bastante influenciado pela areia no horizonte superficial e pelo nível médio do freático. A distância, representada pela UTM Norte, apresentou correlação baixa com o eixo 2, podendo não ser a responsável pela separação deste grupo (parcelas 3.5 e 4.5), como citado anteriormente. Porém, a correlação desta variável com o eixo 1 foi alta, influenciando as parcelas do transecto 5, mais afastado

dos demais, também relacionadas aos maiores níveis do freático, V% e areia no superficial, e silte no subsuperficial. Por apresentar-se em área de lençol freático mais profundo, seria de se esperar que o transecto 5 apresentasse menor saturação por bases, como é comum em solo sob vegetação de cerrado, porém isso não acontece. As parcelas 2.4 e 3.4, com maior similaridade florística, não se encontram muito próxima na CCA, sendo influenciadas por diferentes variáveis; já as parcelas 2.2 e 3.2, com o segundo maior valor de similaridade, encontram-se bem próximas, com associação positiva com o Al no superficial e argila no subsuperficial.

A maior profundidade do lençol freático, juntamente com maior teor de areia e maior V%, está associada a algumas espécies generalistas ou típicas de cerrado (Figura 17), como *Tapirira guianensis* (espécie generalista, encontrada em todas as formações vegetais e que suporta encharcamento e inundações), *Copaifera langsdorffii* (típica da transição cerrado/floresta, que suporta encharcamento e inundação), *Trichilia claussenii* (ocorrência preferencial em florestas pluviais e rara em matas ciliares), *Cordia trichotoma* (espécie indiferente em termos de solo) (CARDOSO-LEITE et al., 2004; MARQUES et al., 2003; PASTORE, 2003; SMITH, 1970). Algumas espécies associadas a estas características são conhecidas por ocorrerem em outros ambientes ou fisionomias, como *Sebastiania guianensis* (típica de solos encharcados), *Pera obovata* (ocorrência em floresta ombrófila densa), *Trichilia pallida* (frequente em florestas estacionais e ocorrente em matas ciliares e de brejo) e *Ficus guaranitica* (ocorrência em matas ciliares e floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila densa e cerrado) (CARDOSO-LEITE et al., 2004; MARQUES et al., 2003; PASTORE, 2003); destas últimas espécies, *F. guaranitica* ocorre somente na listagem de espécies ocorrentes em mata ciliar ou mata de galeria feita por MENDONÇA et al. (2008) (Tabela 2).

A associação das espécies com a menor profundidade do lençol incluiu *Cecropia pachystachya* (a qual também pode estar presente em outras formações como o cerrado), *Dendropanax cuneatus* (frequente em matas ciliares e solos encharcados, e floresta estacional semidecidual), *Guarea macrophylla* (referida como característica de solos encharcados), *Magnolia ovata*, *Piper mollicomum* (ocorrente em matas ciliares ou matas de galeria conforme Tabela 2) (CARDOSO-LEITE et al., 2004; FIASCHI et al., 2007; MARQUES et al., 2003; MENDONÇA et al., 2008). *Styrax camporum* e *Gochnatia polymorpha*, apesar de estarem situadas do lado esquerdo do gráfico, são típicas de cerrado e ocorrem frequentemente em terrenos secos.

TONIATO *et al.* (1998) encontraram *Aspidosperma cylindrocarpum*, *Copaifera langsdorffii* e *Myroxylon peruiferum* (algumas das encontradas na revisão sobre cerrado de CASTRO *et al.*, 1999 e MENDONÇA *et al.*, 2008) em estudo em mata de brejo em Campinas (SP), nas porções mais secas da área estudada, sendo também ocorrentes em florestas ripárias. Neste estudo, somente *Copaifera* aparece associada à maior profundidade do lençol freático. *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Tapirira guianensis* e *Trichilia pallida* (também presentes na revisão) são citadas para áreas secas, também encontradas na mata de brejo, mas capazes de se desenvolver em áreas com diferentes condições de umidade (TONIATO *et al.*, 1998). *Tapirira* e *Trichilia* encontram-se associadas ao maior nível do freático, enquanto que *Dendropanax* e *Guarea* associam-se à menor profundidade, o que também foi afirmado em estudo de TEIXEIRA & ASSIS (2009) que associou *G. macrophylla* a lençol freático superficial, mesmo na estação seca. *Myrsine gardneriana* e *Magnolia ovata*, com a menor associação com lençol freático profundo, são típicas de ambientes inundáveis em florestas de galeria e foram encontradas em solos mal drenados em Cristais Paulista, SP (TEIXEIRA & ASSIS, 2009).

Das espécies ditas como somente de cerrado por MENDONÇA *et al.*, (2008) e FELFILI *et al.* (2001), analisadas pela CCA, somente *Styrax camporum* encontra-se distribuída na área do gráfico relacionada ao menor valor de nível freático (lençol mais raso) e menor teor de areia; das espécies ditas como de mata ciliar/mata de galeria somente *Trichilia clausenii* encontra-se associados aos maiores valores de freático e de areia. Das espécies mais importantes da área (Tabela 3), *Trichilia pallida* está associada à maior profundidade de lençol freático e maior teor de areia, enquanto as demais (*Nectandra nitidula*, *Gochnatia polymorpha*, *Protium heptaphyllum* e *Dendropanax cuneatus*) estão mais associadas a lençol mais raso e solos com menor teor de areia. *N. nitidula* só não ocorre nas parcelas 5.3, 5.4 e 5.5, com maior abundância nas parcelas 3.5 e 4.5; *G. polymorpha* aparece, com exceção do transecto 1, preferencialmente nas parcelas mais afastadas do córrego e da represa (2.5, 3.5, 4.4, 4.5, 5.5); *P. heptaphyllum* e *D. cuneatus* têm maior abundância nas parcelas mais próximas ao córrego e à represa; *T. pallida*, associada a lençol mais profundo e maior teor de areia, também ocorre em quase todas as parcelas.

indicam que estes atributos do solo podem causar restrição no desenvolvimento das espécies, conforme observado em áreas de cerrado (GOODLAND, 1971b).

As parcelas mais próximas da área de impacto da pressão antrópica e dos fatores advindos das vias de circulação, ou seja, mais afastadas do córrego e com menor faixa de vegetação de amortecimento fora das parcelas (parcelas 3.5, 4.5 e 5.5), apresentam árvores com as menores alturas e diâmetros médios, o que pode estar associado à maior dificuldade de regeneração devido à possível influência antrópica mais elevada nestas áreas.

Além disso, a presença da represa na base da área, juntamente com o córrego, parece ser o maior determinante na separação de grupos, tanto com relação aos atributos do solo, aos parâmetros de estrutura da vegetação e ao regime freático.

5. CONCLUSÕES

Com relação à florística, a maior parte das espécies amostradas é conhecida por ocorrer tanto em cerrado quanto em floresta ripária, o que pode indicar que a área ainda não se estabilizou e que a vegetação ainda está em regeneração, o que influencia sua florística e estrutura.

A separação das parcelas em dois grupos com relação ao regime freático: parcelas com lençol freático mais raso e árvores mais altas, parcelas com lençol freático mais profundo e árvores mais baixas indica que lençol freático mais elevado favorece um maior crescimento das árvores.

O regime freático do solo, na área de estudo, está associado à distribuição de espécies de acordo com seu ambiente característico de ocorrência, já que espécies típicas de cerrado, mas não de ocorrência exclusiva, como *Copaifera langsdorffii*, *Erythroxylum suberosum* e *Gochnatia polymorpha*, ocorrem preferencialmente em área com lençol mais profundo e maior teor de areia, e espécies típicas de mata ciliar, como *Dendropanax cuneatus* e *Guarea macrophylla*, ocorrem em área com lençol mais raso e maior teor de argila.

O nível freático e a morfologia do solo analisados isoladamente não são suficientes para explicar as diferenças florísticas e de estrutura da vegetação na área de

estudo. Fatores adicionais como capilaridade dos solos e ação antrópica podem ser necessários e úteis para explicar essas diferenças.

Os atributos químicos não mostraram uma tendência ao longo do gradiente estudado, porém podem ser importantes para que ocorra a transição de floresta ripária para cerrado e não para outra fisionomia, como floresta estacional semidecidual, hipótese não testada neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.J. (ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 15-26.
- ARENS, K. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. *In*: FERRI, M.G. (coord.). **Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: EDUSP, 1963. p. 287-303.
- ASSIS, A.C.C; COELHO, R.M.; PINHEIRO, E.S.; DURIGAN, G. Water availability determines physiognomic gradient in an area of low-fertility soils under Cerrado vegetation. **Plant Ecology**, v. 212, n. 7, p. 1135–1147, 2011.
- BATALHA, M.A. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotrop.** v. 11, n. 1, p. 1-4, 2011.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- BOND, W.J. What Limits Trees in C4 Grasslands and Savannas? **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, v. 39, p. 641–59, 2008.
- BRASIL. Lei Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/madeiralegal/CodigoFlorestal.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.
- CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artemed, 2003. 255p.
- 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: IAC, 1986, 94p. (Boletim Técnico nº106).
- CAMPANILI, M.; SCHÄFFER, W.B. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. Brasília: MMA/SBF, 2010a. 96p.
- CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W.B. **Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros**/Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Floresta. Núcleo Mata Atlântica e Pampa. Brasília: MMA, 2010b. 408p.
- CAMPOS, C.E.B.; LANI, J.L.; REZENDE, S.B. Indicadores de campo para solos hidromórficos na região de Viçosa (MG). **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 1057-1066, 2003.

CARDOSO-LEITE, E.; COVRE, T.B.; OMETTO, R.G.; CAVALCANTI, D.C.; PAGANI, M.I. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar, em Rio Claro/SP, como subsídio à recuperação da área. **Rev. Inst. Flor.**, v. 16, n. 1, p. 31-41, 2004.

CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R., TAMASHIRO, J.Y.; SHEPHERD, G.J. How rich is the flora of Brazilian cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 86, p. 192-224, 1999.

CAVASSAN, O. O cerrado do Estado de São Paulo. In: KLEIN, A.L. (org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Editora UNESP, 2002. p. 93-106.

COSTA, A.A. & ARAÚJO, G.M. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasílica**, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2001.

COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Rev. Bras. Bot.**, v. 1, p. 17-23, 1978.

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

DURIGAN, G.; RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma nova perspectiva regional. **Hoehnea**, v. 30, p. 39-51, 2003.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; SIQUEIRA, M.F. A vegetação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. In: BITENCOURT, M.D. & MENDONÇA, R.R. (org.). **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2004a. p. 29-56.

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, 2004b. 474p.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C.; RATTER, J.A. Seleção de fragmentos prioritários para a criação de unidades de conservação do cerrado no estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, v. 18, p. 23-37, 2006.

FELFILI, J.N.; MENDONÇA, R.C.; WALTER, B.M.T.; SILVA JUNIOR, M.C.; NÓBREGA, M.G.G.; FAGG, C.W.; SEVILHA, A.C.; SILVA, M.A. Flora fanerogâmica das matas de galeria e ciliares do Brasil Central. In: RIBEIRO, J.F. ; FONSECA, C.E.L.; SOUSA-SILVA, J.C. (ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p. 195-263.

FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; HAIDAR, R.F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, 2005. 60p.

FERREIRA, D.A.C.; DIAS, H.C.T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.4, p. 617-623, 2004.

FERREIRA, I.C.M.; COELHO, R.M.; TORRES, R.B.; BERNACCI, L.C. Solos e vegetação nativa remanescente no Município de Campinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1319-1327, 2007.

FERRI, M.G.; MENEZES, N.L.; MONTEIRO-SCANAVACCA, W.R.M. **Glossário ilustrado de botânica**. São Paulo: EBRATEC: Ed. da Universidade de São Paulo, 1978. 197p.

FETTER, C. W. **Applied hydrogeology**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2001. 598p.

FIASCHI, P.; JUNG-MENDAÇOLLI, S.L.; CABRAL, L.C.; FRODIN, D.G. Araliceae. *In*: Wanderley, M.G.L.; Shepherd, G.J.; Giuliatti, A.M.; MELHEM, T.S. (coords.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. v. 5. São Paulo: Ed. Hucitec, 2003. p. 1-16.

FRANZMEIER, D.P.; YAHNER, J.E.; STEINHARDT, G.C.; SINCLAIR, H.R. Color patterns and water table levels in some Indiana soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 47, n. 6, p. 1196-1202, 1983.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer mapping system**. Version 9. Golden: Golden Software, 2009.

GOMES, B.Z.; MARTINS, F.R.; TAMASHIRO, J. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. **Rev. Bras. Bot.**, v. 27, n. 2, p. 249-262, 2004.

GOODLAND, R.A. A physiognomic analysis of the "cerrado" vegetation of Central Brazil. **Journal of Ecology**, v.59, p.411-419, 1971a.

GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. *In*: Ferri, M. G. (Ed.) III Simpósio sobre o cerrado. EdUSP, São Paulo, 1971b. p. 44- 60.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. San Diego: Academic Press, 1982. 364p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2004a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em 3 nov. 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Mapa de vegetação do Brasil. 3ª edição. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004b. (Mapa, escala 1:5.000.000)

ISHARA, K.L. Aspectos florísticos e estruturais de três fisionomias de cerrado no município de Pratânia, São Paulo. 2010. 154p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Botânica – UNESP, Botucatu).

JACOMINE, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.J. (ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 27-32.

JUHÁSZ, C.E.P.; CURSI, P.R.; COOPER, M.; OLIVEIRA, T.C.; RODRIGUES, R.R. Dinâmica físico-hídrica de uma topossequência de solos sob savana florestada (cerradão) em Assis, SP. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 30, p. 401-412, 2006.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C.A.; BERNACCI, L.C. Relação entre o solo e composição florística de remanescentes de vegetação natural no município de Ribeirão Preto, SP. **Rev. Bras. Bot.**, v. 28, n. 3, p. 541-562, 2005.

LIRA, S.A. Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações. 2004. 196p. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia dos Setores de Ciências Exatas e de Tecnologia – UFPR)

LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>>. Último acesso em 15 mai. 2012.

LOPES, A.S. & GUILHERME, L.R.G. **Acidez do solo e calagem**. São Paulo: ANDA, 1990, 22p. (Boletim Técnico, 1).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas de Brasil**, v. 1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002a. 376p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas de Brasil**, v. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002b. 376p.

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

MANLY, B.F.J. **Métodos estatísticos multivariados**: uma introdução. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229p.

MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. Florística do cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu, SP. **Acta Bot. Bras.**, v. 7, n. 1, p. 33-60, 1993.

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 Bot. Bras.**, v. 19, n. 4, p. 913-926, 2005.

MARQUES, M.C.M.; SILVA, S.M.; SALINO, A. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 17, n. 4, p. 495-506, 2003.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD: Multivariate Analysis of Ecological Data**. Versão 5. MjM Software, Gleneden Beach, OR, USA. 1999.

MELLO, M.H.A.; PEDRO JR, M.J.; ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R.R. Chuva e temperatura: cem anos de observações em Campinas. Campinas: IAC, 1994, 48p. (Boletim Técnico nº154).

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JUNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; SILVA, P.E.N.; FAGG, C.W. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. *In*: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F.. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora**, v. 2. Brasília: Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 421-1279.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). s/d. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=201>>. Acesso em 3 nov. 2011.

MOMOLI, R.S. Dinâmica da sedimentação em solos sob matas ciliares. 2011. 194p. Tese (Doutorado em Agronomia – ESALQ).

MOITA NETO, J.M.; MOITA, G.C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, v. 21, n. 4, p. 467-469, 1998.

MORENO, M.I.C.; SCHIAVINI, I.; HARIDASAN, M. Fatores edáficos influenciando na estrutura de fitofisionomias do cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 25, p. 173-194, 2008.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA, J.B. **Pedologia aplicada**. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592p.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A.; SHEPHERD, G.J. Floristic composition and community structure of a central brazilian gallery forest. **Flora**, v. 184, p. 103-117, 1990.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. & RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 52, p. 141-194, 1995.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J.; MELLO, J.M.; GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Rev. Bras. Bot.**, v. 17, n. 1, p. 67-85, 1994a.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, N.L. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, p. 438-508, 1994b.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CURI, N.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a

fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 58, n. 1, p. 139-158, 2001.

PASTORE, J.A. Meliaceae. *In*: Wanderley, M.G.L.; Shepherd, G.J.; Giulietti, A.M.; MELHEM, T.S. (coords.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. v.3. São Paulo: Ed. Hucitec, 2003. p. 225-240.

PINHEIRO, E.S. Análises ecológicas e sensoriamento remoto aplicado à estimativa de fitomassa de cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. 2008. 192p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental – USP, São Carlos).

PINHEIRO, E.S.; DURIGAN, G. Dinâmica espaço-temporal (1962 – 2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do cerrado no sudeste do Brasil. **Rev. Bras. Bot.**, v. 32, n. 3, p. 441-454, 2009.

PINHEIRO, M.H.O. Composição e estrutura de uma comunidade savânica em gradiente topográfico no município de Corumbataí (SP, Brasil). 2006. 119p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal – UNESP, Rio Claro).

PINHEIRO, M.H.O.; ARANTES, S.A.C.M.; JIMENEZ-RUEDA, J.; MONTEIRO, R. Caracterização edáfica de um ecótono savânico-florestal no sudeste brasileiro. **Iheringia, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 64, n.2, p. 15-24, 2009.

PIVELLO, V.R.; COUTINHO, L.M. A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. **Forest Ecology and Management**, v. 87, p. 127-138, 1996.

RABENHORST, M.C. & PARIKH, S. Propensity of soils to develop redoximorphic color changes. **Soil Science Soc. Am. J.**, v. 64, p. 1904-1910, 2000.

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

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997, 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAMOS, V.S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; SIQUEIRA, M.F.; RODRIGUES, R.R. **Árvores da Floresta Estacional Semidecidual: Guia de identificação de espécies**. São Paulo: EDUSP, 2008, 320p.

RATTER, J.A.; DARGIE, T.C.D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburg Journal of Botany**, v. 49, p. 235-250, 1992.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: Sano, S. M. & Almeida, S. P. (Ed.). **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p. 87–166.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As Matas de Galeria no contexto do bioma Cerrado. *In*: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.; SOUSA-SILVA, J.C. (ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p. 29-47.

RODRIGUES, R.R. Florestas ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. *In*: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.J. (ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 91-100.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In*: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.J. (ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 45-72.

RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G.J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. *In*: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.J. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 101-108.

ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A.; COELHO, R.M.; MENK, J.R.F.; ROCHA, F.T.; DeMARIA, I.C. Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 45-61, 2005.

RUGGIERO, P.G.C.; PIVELLO, V.R. O solo e a comunidade vegetal. *In*: PIVELLO, V.R.; VARANDA, E.M. (org.). **O Cerrado Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga, SP) - ecologia e conservação**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2005. p. 173-188.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C., SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. Viçosa: SBCS/UFV/Embrapa Solos/UFRRJ, 2005. 92 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il. Inclui apêndices.

SHEPHERD, G.J. Manual do FITOPAC. Departamento de Botânica, UNICAMP, Campinas. 1995.

SILVA, A.C.; HIGUCHI, P.; VAN DEN BERG, E. Effects of soil water table regime on tree community species richness and structure of alluvial forest fragments in Southeast Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 3, p. 465-471, 2010.

SMA (Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo). 2009. **Assembléia Legislativa aprova Lei do Cerrado para o estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/verNoticia.php?id=496>>. Acesso em 19 set. 2011.

SMITH, L.B. Boragináceas. *In: Flora ilustrada catarinense*. Itajaí: Herbario Barbosa Rodrigues, 1970. 110p.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGII. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 704p.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**: Genesis, composition, reactions. 2.ed. New York: John Wiley, 1994. 443p.

TAYLOR, C.J. & ALLEY, M.W. **Ground-water-level monitoring and the importance of longterm water-level data**. Denver: U.S. Geological Survey Circular, 2001, 70 p. (Circular, v. 1217).

TEIXEIRA, A.P.; ASSIS, M.A. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 23, n. 3, p. 843-853, 2009.

TER BRAAK, C.J.E. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, v. 69, p. 69-77, 1987.

TER BRAAK, C.J.F. Ordination. *In* Jongman, R.H.G.; ter Braak, C.J.F. & van Tongeren, O.F.R. (eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 91-173.

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

TOPPA, R. H. Estrutura e diversidade florística das diferentes fisionomias de cerrado e suas correlações com o solo na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP. 2004. 149p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais - UFSCar, São Carlos).

TORRES, R.B.; MATTES, L.A.F.; RODRIGUES, R.R. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. **Rev. Bras. Bot.**, v. 17, n. 2, p. 189-194, 1994.

VALENTIN, J.L. **Ecologia numérica**: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117p.

VENEMAN, P.; VEPRASKAS, M. J. & BOUMA, J. The physical significance of soil mottling in a Wisconsin toposequence. **Geoderma**, v. 15, p. 103-118, 1976.

WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; MELHEM, T.S.; GIULIETTI, A.M.; KIRIZAWA, M. (coords.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, v. 2. São Paulo: FAPESP & RIMA, 2002. 389p.

WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; MELHEM, T.S.; GIULIETTI, A.M.; KIRIZAWA, M. (coords.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, v. 3. São Paulo: FAPESP & RIMA, 2003. 367p.