

**Composição florística e distribuição de espécies  
arbóreas em florestas paludosas interioranas do  
sudeste e centro-oeste do Brasil**

Aloysio de Pádua Teixeira

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho”, *Campus* de Rio Claro, como  
parte dos requisitos para obtenção do título de  
Doutor em Ciências Biológicas (Biologia  
Vegetal).

Rio Claro  
Estado de São Paulo, Brasil  
Novembro de 2008

**Composição florística e distribuição de espécies  
arbóreas em florestas paludosas interioranas do  
sudeste e centro-oeste do Brasil**

Aloysio de Pádua Teixeira

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio de Assis

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho”, *Campus* de Rio Claro, como  
parte dos requisitos para obtenção do título de  
Doutor em Ciências Biológicas (Biologia  
Vegetal).

Rio Claro  
Estado de São Paulo, Brasil  
Novembro de 2008

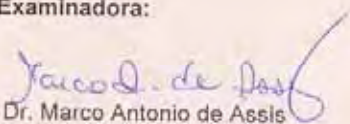
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
(BIOLOGIA VEGETAL)

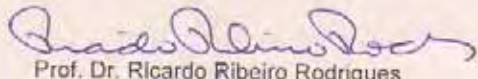
TESE DE DOUTORADO defendida em 18/12/2008:


"Composição florística e distribuição de espécies arbóreas em florestas  
paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste do Brasil"

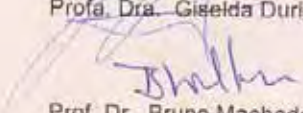
*ALOYSIO DE PADUA TEIXEIRA*


Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. Marco Antonio de Assis

  
Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues

  
Profa. Dra. Giselda Durigan

  
Prof. Dr. Bruno Machado T. Walter

  
Prof. Dr. Reinaldo Monteijo

*“O senhor estude: o buriti é das margens, ele cai seus cocos na vereda – as águas levam – em beiras, o coquinho as águas replantam; daí o buritizaí, de um lado e do outro se alinhando, acompanhando, que nem que por um cálculo”.*

*Riobaldo Tatarana, em Grande Sertão: Veredas (João Guimarães Rosa)*

*“Há um tal prazer nos bosques inexplorados;  
Há uma tal beleza na solitária praia;  
Há uma sociedade que ninguém invade;  
Perto do mar profundo e da música do seu bramir;  
Não que ame menos o homem, mas amo mais a natureza”.*

*Lord Byron*

*Dedico a minha mãe Cirlene, minha madrinha Irany e minhas irmãs Simone,  
Maysa e Claryssa*

### *Agradeço a:*

- Prof. Dr. Marco Antonio de Assis, pela orientação da tese, paciência, serenidade, ensinamentos, atenção, respeito e amizade;
- Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro, em especial ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal, pela oportunidade e pelas condições de desenvolver a tese;
- Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida para a realização do doutorado; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de auxílio à pesquisa (Processo 07/52613-5); Ideia Wild, pela doação de equipamentos de campo (binóculo e GPS);
- Membros da banca de doutorado: Dr. Marco Antonio de Assis, Dr. Reinaldo Monteiro, Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues, Dr. Bruno Machado T. Walter e Dra. Giselda Durigan, pelas inúmeras contribuições;
- Instituto Florestal, pela autorização do trabalho na Estação Ecológica de Itirapina, Itirapina, SP; ao Sr. Galvão e Sr. Antonio Matos, pela autorização dos trabalhos na fazenda Tamboril (Cristais Paulista, SP) e na fazenda dos Bambus (Jequara, SP), respectivamente;
- Profs. Marco A. Assis e Júlio A. Lombardi, pela oportunidade com o estágio de Docência;
- João B. Baitello (*Lauraceae*), Marcos Sobral (*Myrtaceae*), Renato Goldenberg (*Miconia*), Rodrigo A.S. Pereira (*Ficus*), Roseli B. Torres (*Casearia*), Sérgio Romaniuc Neto (*Pseudolmedia*) e Vinícius A.O. Dittrich (*Cyathea*), pela ajuda na identificação das espécies;
- José C. Casagrande e José G. Peres (UFSCar, Campus de Araras), pela análise das propriedades químicas e granulométricas das amostras de solo;
- Rodrigo Augusto S. Pereira, pelas inúmeras leituras de alguns capítulos da tese e manuscritos, dicas, discussão dos dados e principalmente pela paciência;
- Daniel Huet (Jerry), Eduardo M.B. Prata, Maria Luiza Carvalho (Tutti), Eliseu A.T. Neto (Bolinha), Alexandre C. Oliveira (Kimba), Débora C. Rother, Thiago P. Pádua, Dalila V. Freitas, Bruno G. Luize, João L.S. Tannus, Eurípedes E. Macedo (Oripada), Rodrigo Hipólito (Bozo), Eduardo Pássaro

*(Chubaquinha), Paulo Rubim e André A. Vasconcelos (Santos), pela imprescindível ajuda nos trabalhos de campo;*

*– Todos os companheiros de Pós-Graduação do Departamento de Botânica, que passaram ou continuam por aqui, pela convivência no Departamento, salas de aula, viagens e festas: Frederico A.G. Guilherme e família, Daniela Simão, João L.S. Tannus e família, Rodolpho Mafei e Maria Luiza Carvalho, Débora Rother, Luciana Pires, Paulo Rubim, Luís F. Coelho, Vinícius A.O. Dittrich, Valesca Zipparro, Fábio Socolowski e Daniela Vieira, Ângela Bieras, Edson Simão e Adriana Nakamura, Luiz Mania, Luis Alberti, Karina C. Barbosa, Eduardo A. Athayde, Julieta Genini, Amira Apaza, Leslie Calderon e Daneil, Fábio Diniz, Renata G. Udulutsch, Marcelo H.O. Pinheiro, Paula A.N. Reys, Everaldo R. Castro, Marina Cortez, Gabriela Camargo, Eliana Gressler, Eduardo Prata, Luzia F. Souza, Carolina M. Potascheff, Paulo R.M. Souza, Daniel Santa Cruz e Ivone V. Silva, entre tantos outros;*

*– Professores Reinaldo Monteiro, Vitor Cardoso, Massanori Takaki, Gustavo Habermann, Júlio A. Lombardi, Antonio Camargo, Flávio H.M. Schlittler, Harold G. Fowler, Miguel Petrere Jr., Vera L. Scatena e funcionários Celinha, Valnice, Zi, Eduard e Ary, pela convivência diária, favores, aulas, etc.;*

*– Toninho, D. Célia e Sr. Antônio (padoca), Dirceu (Sujinhos Bar), DJ, Tio Patinhas, D. Ana e Sr. João, Alemão (Lemons), Sr. Hélio, Téo (Rock República) e tantos outros donos de bar, pelos momentos de reflexão;*

*– Grandes amigos e amigas que se tornaram irmãos e irmãs ao longo de tantos anos em Rio Claro, especialmente à imensa família da Ecologia e agregados: Baló, Chubaquinha, Cíntia, Samile, Carolinas, Sarah, Jerry, Mineiro, Fabinho, Bozo, Mazinha, Renatão, Lisa, Baiano, Tutti, Lucas e Dani, Virgínia, Emiliana, Camila, Pedrisco, Salsicha, Maya, Léo, Arthur, Rubim, Santos, Tubarão, Marcelo (Randap), Bel, Pepininho, Tati, Natália, Otávio, Bia, Sabrina, André, Júlia, Kaveira, Décio, Robson, Bira, Sílvia, Tininha, Olavo e família, Maurício (Ribeirão), Brunão, Pardaí, Lenda, Mafalda, Pavani e tantos outros inevitavelmente esquecidos no momento;*

*– Repúblicas em que morei desde o tempo de graduação e respectivos moradores, pelo crescimento, envelhecimento, “embebedecimento” e tantas histórias de amizade e baladas: Fernandão, Pepino, Pintinho, Limão, Mineiro, Marcel, Bolinha, Alana, Simão e especialmente Júlio M. Kojima, grande amigo que foi morar com Deus;*

– Todos os primos, primas, tios e tias, pelo carinho, em especial ao Marco Antônio, Jociane, Thiago, L. Henrique e Gabi, Tia Iraci, Ira, Priscila, Guilherme e Bárbara, e Ricardo Teixeira, pela atenção, hospedagem ou jantares em dias de trabalho de campo;

– Meus amores, que tornam minha vida iluminada, divertida e verdadeiramente feliz: Bacana, meu boquer tricolor (Gordão, Lindão, Zé Maluco, Tourinho, Imperador, Bochecha, Cabeção, entre outros apelidos); e São Paulo Futebol Clube, mais glorioso e ilustre time do futebol brasileiro. Aproveito pra deixar um abraço pros guerreiros da Dragões da Real – Rio Claro, pelos inúmeros jogos juntos no Morumbi e interior.

– Minha querida e amada Pretinha, que na verdade é loirinha, pela companhia (minha “cola”), atenção, paciência nos dias de estresse, respeito e principalmente pelo amor compartilhado diariamente: Dalila V. Freitas. Além de participar de inúmeros campos, na reta final transformou-se em editora de imagens e tradutora. Amo você! Meu sogro Glênio, sogra Malca e cunhado Nicholas, pela confiança, atenção e inúmeras hospedagens em Atibaia, onde me sinto em casa;

– Minha mãe Cirlene, Sr. Valdir, minhas irmãs Simone, Maysa e Claryssa, minha madrinha Irany, meus cunhados Rodrigo e Marcinho, além do Gabriel, pelo amor, caráter, respeito e força compartilhada nos bons e nos maus momentos. Amo essa família;

– Meu pai Euwaldo, sempre presente no meu coração;

– Deus, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional (com erros e acertos), pela proteção diária e pelo emprego que vai me arrumar em breve (que assim seja)!



## ÍNDICE GERAL

<b>Resumo geral.....</b>	<b>01</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>02</b>
<b>Introdução geral.....</b>	<b>03</b>
As florestas paludosas.....	06
Objetivos.....	10
As três áreas de estudo.....	11
Referências bibliográficas.....	16
<b>Capítulo 1: Efeitos da heterogeneidade ambiental na composição florística e estrutural de uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP).....</b>	<b>24</b>
Abstract.....	24
Resumo.....	25
Introdução.....	26
Material e métodos.....	28
Caracterização da área de estudo.....	28
Procedimento de campo.....	29
Obtenção dos dados de solo, classificação da drenagem e luminosidade.....	31
Análise dos dados.....	32
Resultados.....	33
Comunidade de plantas.....	33
Análises multivariadas e condições ambientais.....	39
Discussão.....	44
Referências bibliográficas.....	47
<b>Capítulo 2: Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP,</b>	

<b>Brasil.....</b>	<b>54</b>
Resumo.....	54
Abstract.....	55
Introdução.....	56
Material e métodos.....	58
Caracterização da área de estudo.....	58
Procedimento de campo.....	60
Análise dos dados.....	63
Resultados.....	64
Variáveis ambientais.....	64
Florística e fitossociologia.....	67
Variáveis ambientais e distribuição das espécies.....	72
Discussão.....	77
Composição florística e estrutural.....	77
Distribuição de espécies e variações ambientais.....	80
Referências bibliográficas.....	84
<b>Capítulo 3: Relação entre heterogeneidade ambiental, composição florística e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Jeriquara, Estado de São Paulo).....</b>	<b>91</b>
Abstract.....	91
Resumo.....	92
Introdução.....	93
Material e métodos.....	95
Área de estudo.....	96
Amostragem da vegetação.....	97

Obtenção das variáveis ambientais.....	98
Avaliação da heterogeneidade interna da floresta paludosa.....	100
Resultados.....	101
Solos.....	102
Comunidade de plantas.....	104
Distribuição de espécies $x$ variáveis ambientais.....	109
Discussão.....	114
Referências bibliográficas.....	118
<b>Capítulo 4 – Uma síntese da composição florística de três florestas paludosas do interior paulista (Itirapina, Cristais Paulista e Jeriquara).....</b>	<b>125</b>
Introdução.....	125
Os solos.....	126
A riqueza de espécies.....	128
Classificação das espécies em grupos ecológicos.....	130
Habitat.....	130
Síndromes de dispersão.....	131
A sucessão florestal.....	133
Considerações finais.....	135
Referências bibliográficas.....	136
ANEXO 1. Listagem florística (indivíduos com PAP $\geq$ 10 cm) e densidade (por 0,6 ha amostrado em cada floresta) de três florestas paludosas estudadas nos Municípios de Itirapina, Cristais Paulista e Jeriquara, interior do Estado de São Paulo.....	141
<b>Capítulo 5: Relações florísticas entre florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste do Brasil.....</b>	<b>147</b>

Abstract.....	147
Resumo.....	147
Introdução.....	149
Material e métodos.....	151
Resultados.....	156
Discussão.....	162
Referências bibliográficas.....	166

## ÍNDICE DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1. Número de indivíduos (NI) e valor de importância (VI, em %), total e por trechos, das espécies arbustivas e arbóreas ( $PAP \geq 10$ cm) de uma floresta paludosa de Itirapina, SP.....	35
Tabela 2. Descritores florísticos e estruturais, total e por trechos, de uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP).....	39
Tabela 3. Propriedades químicas, drenagem e abertura do dossel de cada trecho amostrado em uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP).....	43

### Capítulo 2

Tabela 1. Variáveis físico-químicas, drenagem, profundidade do lençol freático e abertura do dossel de dois tipos de solo de uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil.....	66
Tabela 2. Espécies arbustivas e arbóreas ( $PAP \geq 10$ cm), ordenadas por famílias, encontradas em dois tipos de solos de uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista (SP), Brasil.....	68
Tabela 3. Espécies arbustivas e arbóreas ( $PAP \geq 10$ cm) encontradas sobre Cambissolos, em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista (SP), Brasil..	70
Tabela 4. Espécies arbustivas e arbóreas ( $PAP \geq 10$ cm) encontradas sobre Gleissolos, em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista (SP), Brasil.....	71
Tabela 5. Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre duas variáveis ambientais e 29 espécies com cinco ou mais indivíduos, em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil.....	76

### Capítulo 3

Tabela 1. Variáveis ambientais relacionadas a três classes de solos em uma floresta	
---	--

paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil.....	103
Tabela 2. Espécies arbustivas e arbóreas (PAP $\geq$ 10 cm) encontradas em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara (SP), Brasil, ordenadas por famílias.....	105
Tabela 3. Vinte espécies arbustivas e arbóreas (PAP $\geq$ 10 cm), mais importantes por classes de solos, em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil.....	108
Tabela 4. Descritores florísticos e estruturais, por classes de solo e total, de uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil.....	109
Tabela 5. Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre 38 espécies com cinco ou mais indivíduos e três variáveis ambientais em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil.....	112
<b>Capítulo 4</b>	
Tabela 1. Descritores florísticos e estruturais de três florestas paludosas estudadas no interior paulista.....	129
ANEXO 1. Listagem florística (indivíduos com PAP $\geq$ 10 cm) e densidade (por 0,6 ha amostrado em cada floresta) de três florestas paludosas estudadas nos Municípios de Itirapina, Cristais Paulista e Jeriquara, interior do Estado de São Paulo.....	141
<b>Capítulo 5</b>	
Tabela 1. Localização das florestas paludosas estudadas no interior do Estado de São Paulo, Minas Gerais e no centro-oeste do Brasil (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal), com suas siglas, altitude, dados climáticos e florísticos.....	154
Tabela 2. Matriz de coeficientes de similaridade Jaccard ( $S_j$ ) entre 21 florestas paludosas estudadas no Estado de São Paulo, Minas Gerais e no centro-oeste do Brasil (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal).....	158

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Introdução geral

Figura 1. Localização geográfica das três florestas paludosas estudadas no interior paulista.....	13
Figura 2: Floresta paludosa estudada na Estação Ecológica de Itirapina, SP.....	14
Figura 3: Vista externa e interna dos remanescentes de floresta paludosa estudados em Cristais Paulista e Jeriquara, SP.....	15

### Capítulo 1

Figura 1. Curvas de rarefação de espécies para três trechos de uma floresta paludosa no Sudeste do Brasil (Itirapina, SP).....	38
Figura 2. Distribuição dos indivíduos arbustivos e arbóreos, em classes de altura (A) e diâmetro (B), por trechos, em uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP).....	39
Figura 3. Dendrograma gerado pela classificação hierárquica utilizando o coeficiente de similaridade de Jaccard e o método de ligação UPGMA, para 60 parcelas em uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP).....	41
Figura 4. Análise de correspondência canônica: diagrama de ordenação de 60 parcelas, de acordo com a distribuição de 26 espécies com sete ou mais indivíduos (+) em três trechos amostrados de uma floresta paludosa no Sudeste do Brasil (Itirapina, SP), e suas correlações com variáveis ambientais.....	42

### Capítulo 2

Figura 1. Mapa com a distribuição de 60 parcelas, em seis trechos, utilizadas para amostragem do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil.....	61
---	----

Figura 2. Análise de correspondência canônica: diagramas de ordenação das parcelas de acordo com a densidade de espécies e variáveis ambientais em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil.....	73
---	----

### **Capítulo 3**

Figura 1. Mapa com a distribuição de 60 parcelas, em seis trechos, utilizadas para amostragem do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil.....	98
---	----

Figura 2. Análise de correspondência canônica: diagramas de ordenação das parcelas e espécies de acordo com a distribuição de 38 espécies com cinco ou mais indivíduos em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara (SP) e suas correlações com nove variáveis ambientais utilizadas na análise.....	111
--	-----

### **Capítulo 4**

Figura 1. Curvas de rarefação de espécies para três florestas paludosas do interior paulista.....	130
---	-----

### **Capítulo 5**

Figura 1. Mapa com as províncias fitogeográficas do Brasil, baseado Cabrera & Willink (1973), e a localização de 21 estudos utilizados na avaliação das similaridades e diferenças florísticas entre florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste brasileiro.....	153
---	-----

Figura 2. Cladograma, baseado no TWINSPLAN, com agrupamentos de 21 florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste brasileiro.....	159
---	-----

Figura 3. Diagramas, gerado pela DCA, com a ordenação de 21 florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste brasileiro, de acordo com a presença ou ausência de 202 espécies de arbustos ou árvores.....	161
---	-----



## Resumo geral

No presente estudo foi feita a caracterização florística e estrutural de três florestas paludosas localizadas no interior do Estado de São Paulo (Itirapina – 22°15'54''S, 47°40'51''W, Cristais Paulista – 20°25'58''S, 47°25'98''W e Jeriquara – 20°19'30''S, 47°37'10''W). Os objetivos foram: i) investigar as relações entre a estrutura da comunidade e a distribuição das espécies em relação às condições do substrato (propriedades químicas, granulometria e drenagem) e entrada de luz (abertura do dossel), para cada floresta; ii) avaliar as relações de similaridade e diferenças florísticas entre as florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste do Brasil. A floresta paludosa de Itirapina constitui-se de um capão naturalmente isolado de outras formações florestais, em meio a campos úmidos. As florestas de Cristais Paulista e Jeriquara são fragmentadas por ação antrópica, encontram-se em contato com manchas de cerrado (principalmente cerradão) e são caracterizadas por aclives no sentido interior-borda. Em cada floresta foram estabelecidas 60 parcelas de 10 x 10 m, onde foram quantificados e identificados os indivíduos com PAP  $\geq$  10 cm, classificados os solos e avaliadas suas propriedades químicas, textura, drenagem e, ainda, estimada a abertura de dossel. Nas três florestas foram quantificados 9.725 indivíduos, distribuídos em 109 espécies. Observou-se uma relação positiva entre o número de classes de solos e o número de espécies amostradas em cada floresta, com 37 espécies encontradas em Itirapina (sobre apenas uma única classe de solo), 61 em Cristais Paulista (sobre duas classes) e 72 em Jeriquara (sobre três classes). Além das condições edáficas, o contato das florestas com cerradão em Cristais Paulista e Jeriquara, possibilita a coexistência de espécies higrófilas e de cerrado, principalmente nas suas bordas, o que não foi observado em Itirapina, em função de seu isolamento espacial de outras florestas. Análises de correspondência canônica evidenciaram que a distribuição das espécies em cada floresta foi associada principalmente ao padrão de drenagem dos solos, seguida pelas suas propriedades químicas e abertura do dossel. De modo geral, as espécies associadas a solos mais alagados foram *Calophyllum brasiliense*, *Geonoma brevispatha*, *Hyeronima alchorneoides*, *Magnolia ovata*, *Tabebuia umbellata* e *Xylopia emarginata*. Espécies associadas a solos melhor drenados foram *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea corymbosa*, *O. pulchella*, *Piper arboreum*, *Siparuna guianensis*, *Siphoneugena densiflora* e *Virola sebifera*, entre outras. Como espécies associadas a trechos com maior abertura de foram têm-se *Cedrela odorata*, *Hedyosmum brasiliense*, *Mauritia flexuosa*, *Myrcia larutoteana*, *Ocotea tristis*, *Rapanea gardneriana*, *Tabebuia umbellata* e *Tapirira guianensis*, entre outras. As relações florísticas entre 21 florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste do Brasil foram avaliadas por meio de análises multivariadas (DCA e TWINSpan), que indicaram dois grupos floristicamente distintos, conforme a província fitogeográfica (Paranaense ou Cerrado) e suas condições de clima, fitofisionomias e composição de espécies, que complementam a flora das florestas paludosas. Dentro de uma mesma província, as condições edáficas e a distância geográfica, entre outros fatores, podem ser responsáveis por semelhanças ou dissimilaridades florísticas entre as florestas. Os resultados evidenciam que, apesar da baixa diversidade  $\alpha$ , a diversidade  $\gamma$  é alta para essas formações, em função de baixas similaridades florísticas entre os remanescentes e do elevado número de espécies exclusivas (54% do total de espécies). Conclui-se que as florestas paludosas interioranas do sudeste do Brasil e as florestas paludosas do Brasil central, denominadas de florestas de galeria inundáveis, tratam-se da mesma formação florestal, que além do ambiente de ocorrência, apresentam, em comum, espécies com elevadas densidades locais, como *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis*.

Palavras-chave: diversidade  $\alpha$ , diversidade  $\gamma$ , drenagem, matas de brejo, similaridade florística

### Abstract

Floristics and structural characterization of three swamp forests located in the countryside of São Paulo state (municipalities of Itirapina – 22°15'54''S, 47°40'51''W, Cristais Paulista – 20°25'58''S, 47°25'98''W and Jeriquara – 20°19'30''S, 47°37'10''W) were conducted with the following objectives: i) to investigate the relationships between community structure, species distribution, substrate (chemical properties, texture and drainage) and light entrance (canopy openness) for each forest; ii) to evaluate floristics similarities and differences amongst the swamp forests in countryside of southeastern and central-western Brazil. The Itirapina swamp forest is naturally isolated from other forests formations, because it is surrounded by wet fields. Cristais Paulista and Jeriquara swamp forests were fragmented by human action and occur in contact with patches of cerrado (mainly cerradão). They were characterized by slope towards stream-edge. In each forest, 60 quadrats of 10 x 10 m were established, which all individuals with CBH  $\geq$  10 cm were quantified and identified. Soil was classified and evaluated by its chemical properties, texture and drainage, and canopy openness was also estimated. On the three forests 9,725 individuals were sampled, distributed in 109 species. It was found a positive relationship between the number of soil's classes and the number of species in each forest, with 37 species found in Itirapina (on only one class of soil), 61 in Cristais Paulista (on two soil classes) and 72 in Jeriquara (on three classes). Apart from soil conditions, the contact with Cristais Paulista and Jeriquara swamp forests with cerradão allows the coexistence of hygrophilous and savannas species, which was not observed in Itirapina forest because of its spatial isolation. A Canonical correspondence analysis showed that the distribution of species in each forest was mainly associated to the drainage patterns of the soils, followed by their chemical properties and canopy openness. The species such as *Calophyllum brasiliense*, *Geonoma brevispatha*, *Hyeronima alchorneoides*, *Magnolia ovata*, *Tabebuia umbellata* and *Xylopia emarginata* were predominant in poorly drained soils; *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea corymbosa*, *O. pulchella*, *Piper arboreum*, *Siparuna guianensis*, *Siphoneugena densiflora* and *Virola sebifera*, among others, in the drained ones, and *Cedrela odorata*, *Hedyosmum brasiliense*, *Mauritia flexuosa*, *Myrcia laruotteana*, *Ocotea tristis*, *Rapanea gardneriana*, *Tabebuia umbellata* and *Tapirira guianensis*, among others, in sites presenting higher canopy openness. The floristic relationships among 21 swamp forests of southeastern and central-western Brazil were evaluated by multivariate analysis (TWINSPAN and DCA). The analysis indicated two floristically distinct groups, according to the phytogeographical province (Paranaense or Cerrado) and its conditions of climate, vegetation and species composition, which complement the flora of the swamp forests. In the same province, soil conditions and geographic distance, among other factors, may be responsible for floristic similarities or dissimilarities between the forests. The results indicated that, despite the low  $\alpha$  diversity,  $\gamma$  diversity is higher for these forests, as a result of the low floristic similarities between the remnants and the high number of unique species (54% of all species). Although floristically distinct, we concluded that the swamp forests in countryside of southeastern and the gallery swamp forests of central Brazil are the same forest formation. These forests have in common, besides the environmental occurrence, species that have high local densities, such as *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum* and *Tapirira guianensis*.

Key words:  $\alpha$  diversity,  $\gamma$  diversity, drainage, swamp forests, floristic similarity

## **Introdução geral**

Nas florestas tropicais, a grande diversidade de espécies vegetais, sua origem e os mecanismos que a mantém são pontos centrais de estudos em ecologia de comunidades de plantas. Nas últimas décadas, diversas teorias foram criadas para explicar essa diversidade, considerando processos bióticos ou abióticos (Terborgh *et al.* 2002). Como exemplos dessas teorias têm-se a do “escape no espaço” (Janzen 1970), a do distúrbio intermediário (Connell 1978), a da assembléia de nichos (Terborgh *et al.* 1996) e a do não equilíbrio (Hubbel 1979). A teoria da assembléia de nichos postula que diferentes espécies possuem preferências por habitats distintos, de forma que a heterogeneidade ambiental favorece a coexistência das espécies (Terborgh *et al.* 1996). A teoria do não equilíbrio, mais radical que as demais, sugere que as espécies são igualmente competitivas e que a composição florística seria atribuída ao acaso e não a heterogeneidade ambiental (Hubbel 1979). Enquanto a assembléia de nichos exerceria um maior papel na organização das comunidades em ambientes heterogêneos, os processos casuais teriam maior atuação em comunidades estabelecidas em ambientes sujeitos a menor variação espacial (Potts *et al.* 2004).

A literatura científica é marcada por notáveis divergências quanto à aplicabilidade dessas teóricas na prática, principalmente em função dos métodos empíricos empregados (Silvertown 2004). O conjunto de fatores ambientais e biológicos afeta o estabelecimento, o desenvolvimento e a reprodução dos organismos e operam como um sistema dinâmico (Rieley & Page 1990). Em escalas maiores (regional, continental ou global), os processos biogeográficos são os principais responsáveis pela distribuição das diferentes formações vegetacionais e sua composição de espécies. Em uma escala mais refinada, variações topográficas determinam um complexo gradiente ambiental tanto em escalas locais ( $\leq 1 \text{ km}^2$ ) quanto em escalas de paisagem (meso-escala) (Basnet 1992, Clark *et al.* 1998, 1999). Fatores

que variam ao longo de gradientes topográficos, como ventos (Webb *et al.* 1999), textura, disponibilidade de nutrientes e água nos solos (Takyu *et al.* 2002, Wittmann *et al.* 2004), além de outros fatores como a dinâmica de clareiras (Brandani *et al.* 1988, Swaine & Hall 1988) e interferências humanas (Kellman *et al.* 1998, Toniato & Oliveira Filho 2004) podem promover a diversidade de habitats dentro de uma mesma formação vegetacional. Como as espécies vegetais requerem diferentes recursos e apresentam diferentes tolerâncias às condições ambientais (Swaine 1996), as espécies não se distribuem aleatoriamente ao longo desses gradientes (Clark *et al.* 1999).

Nas zonas ribeirinhas, distúrbios naturais criam um mosaico ambiental, no tempo e no espaço, pouco comum em outros sistemas (Naiman & Décamps 1997). O regime de chuvas e a fisiografia local determinam a ocorrência de diferentes sítios ao longo dos cursos d'água, que variam em função da deposição de sedimentos, erosão, fertilidade e textura dos solos, além da frequência, duração e altura da lâmina d'água durante as inundações (Ferreira & Stohlgren 1999, Junk 1989, Salo *et al.* 2000, Parolin *et al.* 2004a). Lateralmente ao curso d'água, a saturação hídrica do solo tende a diminuir conforme se distancia do canal, podendo ser encontrados trechos ecotonais da vegetação próxima ao canal para a formação vegetacional circundante, como florestas e cerrados (Rodrigues 1989, Rocha *et al.* 2005, Teixeira *et al.* 2008).

O mosaico ambiental determinado pelas condições edáficas, como os diferentes graus de hidromorfismo dos solos, tanto ao longo quanto perpendicularmente aos cursos d'água, a interface com a vegetação do entorno (sobre solos melhor drenados) e outros fatores, como a variação na entrada de luz na comunidade, com incidência solar mais alta tanto nas bordas dos remanescentes quanto nas margens dos rios e em clareiras naturais no interior da floresta, favorecem a existência de diferentes habitats e estão estreitamente relacionados com a composição e a distribuição das espécies vegetais nas formações ribeirinhas (e.g. Oliveira

Filho *et al.* 1994, Felfili 1995, Sampaio *et al.* 2000, Marimon *et al.* 2002, Budke *et al.* 2008). Dessa forma, nessas florestas, dois gradientes ambientais são freqüentemente observados: o de umidade do solo e o de intensidade de luz (Kellman *et al.* 1998, van den Berg & Oliveira Filho 1999), sendo que a umidade do solo diminui no sentido calha – borda, e a intensidade de luz geralmente aumenta. As bordas naturais ou formadas pela fragmentação florestal representam áreas mais susceptíveis às intrusões das condições atmosféricas externas, constituindo habitats geralmente ausentes em florestas contínuas, onde o incremento da iluminação é um fenômeno transiente, associado às aberturas temporárias de dossel (Kellman *et al.* 2008).

As peculiaridades ambientais de cada remanescente, quanto às condições fisiográficas, edáficas e climáticas, associadas ao histórico de perturbações antrópicas, refletem em grandes dissimilaridades florísticas entre as florestas ribeirinhas do Brasil (Rodrigues & Nave 2000, van den Ber & Oliveira Filho 2000, Martins *et al.* 2008). O estudo que compilou o maior número de amostras de florestas ribeirinhas na região extra-Amazônica foi conduzido por Rodrigues & Nave (2000), com o objetivo de avaliar as similaridades e diferenças florísticas entre estas florestas. Os autores listaram 947 espécies encontradas em 43 amostras das regiões Sul (PR), Sudeste (MG e SP) e Centro-oeste (MS, MT e DF) e, por meio de análises multivariadas, evidenciaram que os seguintes fatores foram responsáveis pelos agrupamentos florísticos: i) a formação vegetacional, ou seja, o tipo de floresta ribeirinha considerada – floresta ripária, paludosa ou mata de galeria, senso Rodrigues (1989), visto que as florestas paludosas formaram um grupo coeso e distinto dos demais; ii) as bacias hidrográficas, visto que as florestas estabelecidas na mesma bacia hidrográfica formaram grupos próprios; iii) a proximidade espacial, em função do agrupamento de florestas geograficamente próximas. Teixeira & Rodrigues (2006) sugeriram que fatores como o clima semelhante dentro de uma mesma bacia hidrográfica, em função da altitude, e as espécies compartilhadas entre as

florestas ribeirinhas e a vegetação circundante (como matas de galeria e cerrados ou florestas ripárias e semidecíduais), independentemente da distância geográfica ou da bacia hidrográfica, podem ser responsáveis pelas relações de similaridade entre amostras dessas florestas.

Além de resguardar uma grande diversidade florística, as florestas ribeirinhas são importantes pela elevada produção de biomassa, manutenção da qualidade da água, ciclo biogeoquímico do nitrogênio, enxofre, carbono e oxigênio, controle de erosão e inundações, filtro de poluentes, como os agrotóxicos, e refúgio para inúmeras espécies, como aves e mamíferos (Lugo *et al.* 1990, Kozłowski 2002).

### **As florestas paludosas**

Dentre as florestas ribeirinhas, as florestas paludosas caracterizam-se pela presença quase permanente de água na superfície do solo (Leitão Filho 1982), em função do afloramento do lençol freático, principalmente em depressões, baixadas, cabeceiras e margens dos cursos d'água (Ivanauskas *et al.* 1997). Essas florestas ocupam maiores extensões na Amazônia, onde as áreas inundáveis representam 8% da área (Parolin *et al.* 2004a). No sul e sudeste do Brasil, essas florestas ocorrem associadas principalmente às diferentes formações florestais das Províncias Paranaense e Atlântica, como as florestas estacionais semidecíduais interioranas (Rocha *et al.* 2005, Teixeira & Assis 2005) e as florestas ombrófilas na zona costeira (Scarano 2002, 2006). Na porção centro-norte do Estado de São Paulo, em grande parte do Estado de Minas Gerais e no Brasil central, as florestas paludosas ocorrem associadas às diferentes fitofisionomias do Cerrado, como florestas de galeria, cerradão e cerrado sentido restrito (Oliveira Filho *et al.* 1990, Gomes *et al.* 2004, Guarino & Walter 2005). Dentro de uma mesma Província, as florestas paludosas podem ocorrer sobre diferentes condições

edáficas, como depósitos arenosos (Scarano 2002) ou turfeiras (Sztutman & Rodrigues 2002, Dorneles & Waechter 2004), como observado na zona costeira.

Apesar de sua ampla ocorrência geográfica, a especificidade dos solos em que ocorrem determina a essas florestas o caráter de clímax edáfico (Scarano 2002). Por ocorrerem em porções bem definidas da paisagem, sobre solos hidricamente saturados, as florestas paludosas distribuem-se em manchas naturalmente fragmentadas, em meio a outras formações florestais ou campestres, ou ainda isoladas antropicamente por agricultura ou pecuária (Costa *et al.* 1997, Ivanauskas *et al.* 1997, Teixeira *et al.* 2008). A pequena área ocupada por essas florestas, associada à sua descontinuidade, determina uma área de borda extensa (Costa *et al.* 1997), que permite a ocorrência de espécies das formações florestais adjacentes, estabelecidas sobre solos bem drenados (Torres *et al.* 1994, Imbert *et al.* 2000, Scarano 2002, Marques *et al.* 2003). Estas espécies geralmente ocorrem com baixa densidade de indivíduos, por serem competitivamente desfavorecidas pela saturação hídrica dos solos (Duivenvoorden 1996, Webb & Peralta 1998).

Por outro lado, as condições ambientais adversas (saturação hídrica dos solos) determinam a ocorrência de poucas espécies vegetais melhor adaptadas, que concentram muitos indivíduos nas florestas paludosas (Lieberman *et al.* 1985, Webb & Peralta 1998, Imbert *et al.* 2000, Scarano 2002, Koponen *et al.* 2004). Adaptações reprodutivas, ecofisiológicas e respostas morfológicas na zona de raízes das árvores, como a formação de raízes adventícias e tabulares, hipertrofia de lenticelas, desenvolvimento de aerênquima nas raízes e troncos são comuns nas espécies sujeitas a inundações, determinando o sucesso na colonização e no estabelecimento desses ambientes (Naiman & Décamps 1997, Parolin *et al.* 2004b). A disponibilidade de água no solo ao longo de todo ano pode, também, estar relacionada a picos de floração de espécies de diferentes hábitos, mesmo na estação seca (Spina *et al.* 2001).

Nas florestas paludosas, variações locais no padrão de drenagem podem ser observadas em função do desnível topográfico ao longo do curso d'água (Teixeira & Assis 2005, Teixeira *et al.* 2008), perpendicular a ele (Marques *et al.* 2003) e também de variações microtopográficas associadas à flutuação do lençol freático, resultando em um mosaico de microsítios com solos melhor drenados (montículos de até 40 cm de altura e mais de dois metros de diâmetro), poças permanentes e canais naturais, temporários ou permanentes, de água corrente que circundam essas microelevações (Ivanauskas *et al.* 1997, Scarano *et al.* 1997, Toniato *et al.* 1998, Paschoal & Cavassan 1999, Souza & Martins 2005). Essas variações de pequena escala (poucos metros quadrados) possibilitam a coexistência de espécies com diferentes exigências ou tolerâncias à saturação hídrica.

Dos estudos que retrataram a composição florística e estrutural dos remanescentes de floresta paludosa no Brasil, poucos avaliaram a relação de fina escala entre as variações edáficas, a distribuição das espécies e a estrutura da vegetação, de forma que a heterogeneidade interna dessas florestas tem sido negligenciada (Souza & Martins 2005). Conforme a distribuição espacial e a prevalência dos sítios bem ou mal drenados, diferentes padrões de distribuição das espécies podem ser encontrados, com espécies tolerantes em sítios mal drenados e espécies complementares em sítios de melhor drenagem. Variações florísticas e estruturais em pequena escala foram observadas nessas florestas, em função das condições edáficas, principalmente relacionadas ao padrão de drenagem local (Scarano 2006, Loures *et al.* 2007, Teixeira *et al.* 2008).

Considerando uma escala regional, algumas populações higrófilas definem uma estrutura semelhante entre as poucas florestas paludosas estudadas no interior paulista, pela ocorrência freqüente e elevadas densidades locais (Costa *et al.* 1997, Ivanauskas *et al.* 1997, Paschoal & Cavassan 1999, Teixeira & Assis 2005). Embora estruturalmente semelhantes, esses fragmentos, quando somados, abrigam uma grande riqueza de espécies e se mostram



muito dissimilares floristicamente entre si, em função do estabelecimento de um grande número de espécies exclusivas em cada remanescente (Teixeira & Assis 2005). Entretanto, os estudos que buscaram encontrar padrões de distribuição de espécies, similaridades ou diferenças florísticas entre florestas paludosas consideraram uma porção restrita do Estado de São Paulo (*e.g.* Teixeira & Assis 2005) ou avaliaram a flora dessas florestas em conjunto com outras formações ribeirinhas (*e.g.* Rodrigues & Nave 2000, Silva *et al.* 2007).

Teixeira & Assis (2005) compararam a composição florística de oito remanescentes de floresta paludosa localizados no interior paulista e observaram que, em função das poucas amostras e da proximidade geográfica entre elas, com regimes semelhantes de chuva e temperatura, inferências melhor fundamentadas em relação à composição florística, estrutural e distribuição das espécies nesses remanescentes dependia de novos estudos em regiões distintas. Os estudos que avaliaram a composição florística dessas florestas juntamente com outras florestas ribeirinhas (Rodrigues & Nave 2000, Silva *et al.* 2007, Martins *et al.* 2008) confirmaram as florestas paludosas como um grupo de menor diversidade e composição florística peculiar, resultando em agrupamentos relativamente mais coesos em análises multivariadas.

Na região Sudeste, as condições climáticas, representadas pelo regime de chuvas, umidade, temperatura, existência e duração de uma estação seca ou geadas, foram apontadas como as principais responsáveis pelas variações florísticas e estruturais dos diferentes tipos de vegetação, como florestas estacionais semidecíduais, florestas ombrófilas e cerrados (Salis *et al.* 1995, Torres *et al.* 1997, Oliveira Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al.* 2001, Durigan *et al.* 2003).

No presente estudo foram avaliadas a composição florística, estrutural e as condições ambientais de três florestas paludosas, na tentativa de elucidar como se dão as variações florísticas e estruturais locais nessas florestas e fornecer novas amostras para avaliação da

distribuição de espécies, similaridades ou diferenças florísticas entre os remanescentes dessa formação.

## **Objetivos**

### *Objetivo geral*

No presente estudo, caracterizou-se a flora arbustivo-arbórea de três florestas paludosas situadas em diferentes Municípios do interior do Estado de São Paulo. O objetivo do estudo foi a comparação florística dessas florestas com outros estudos disponíveis, conduzidos nessa formação florestal peculiar, em diferentes porções da região Sudeste (com exceção das áreas costeiras) e centro-oeste, para investigação das possíveis variações na composição florística dessas florestas. Como a vegetação do entorno é tida como importante fator que contribui para a dissimilaridade entre os remanescentes, a predição era de que as florestas paludosas que fazem interface com cerrados apresentassem maiores similaridades florísticas entre si, em comparação com as florestas paludosas presentes no domínio de florestas, que por sua vez, formassem grupos próprios.

### *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos trataram da investigação do padrão de distribuição das espécies dentro de cada um dos três remanescentes de floresta paludosa. Partindo de observações prévias quanto aos diferentes padrões de drenagem locais, pretendeu-se avaliar como se davam as relações entre a estrutura da comunidade, a distribuição e a abundância das espécies em relação às variáveis ambientais relacionadas ao substrato (propriedades químicas,

granulometria e drenagem) e entrada de luz (porcentagem de abertura do dossel). Procurou-se, com o estudo, identificar grupos de espécies que ocupam ambientes similares, quanto às condições de drenagem dos solos e à luminosidade, na tentativa de contribuir com planos de restauração florestal de ambientes “brejosos”.

### **As três áreas de estudo**

As três florestas paludosas estudadas localizam-se nos Municípios de Itirapina (22°15'54''S, 47°40'51''W, 720 m de altitude), Cristais Paulista (20°25'58''S, 47°25'98''W, ca 980 m de altitude) e Jeriquara (20°19'30''S, 47°37'10''W, 840 m de altitude) (figura 1). A escolha das áreas deveu-se ao fato de que os remanescentes encontram-se relativamente bem conservados, visto que essas florestas estão bastante alteradas no Estado de São Paulo, e também em função da carência de estudos em florestas ribeirinhas no nordeste paulista, onde se encontram os Municípios de Cristais Paulista e Jeriquara.

Os três Municípios apresentam, em comum, a localização na zona de contato entre florestas e cerrados. Entretanto, diferenças pronunciadas entre as florestas são destacadas a seguir:

A floresta de Itirapina ocorre em forma de capão, naturalmente isolado em meio a formações campestres. Encontra-se sobre substrato orgânico  $\geq 1$  m de profundidade, pouco consolidado e saturado o ano todo. Uma variação no padrão de drenagem é observada ao longo do curso d'água, com drenagem difusa à montante do centro do remanescente e com leito definido do centro em diante (vide figura 2 A–D). Por ocorrer em um terreno muito plano, as variações microtopográficas são comuns por todo remanescente e os solos são os mais saturados entre as três florestas estudadas. No seu entorno predominam fisionomias campestres, com campos úmidos adjacentes e campos limpo e sujo à medida que se distancia

do remanescente. No capão, a água do solo, é proveniente tanto do afloramento do lençol freático quanto das bordas e jusante.

Em Cristais Paulista e Jariquera, as florestas apresentam forma semelhante, estreitas ( $\leq 80$  m de largura) e extensas ao longo do córrego ( $\geq 1$  km de comprimento). Ambas as florestas são fragmentadas por ação antrópica, sendo que a de Cristais Paulista é circundada por pastagem e plantio de eucaliptos e a de Jariquera por pastagem e cana-de-açúcar. Nessas florestas, a variação no padrão de drenagem é observada principalmente no sentido perpendicular ao curso d'água, com margens planas e inundáveis na estação chuvosa e com lençol freático próximo à superfície na estação seca, além de aclives em direção às bordas, em alguns trechos, que resultam em solos melhor drenados (figura 3 A–F). Entretanto, em Cristais Paulista, também se observa um declive ao longo do curso d'água, com cerradão ocupando a cabeceira da floresta, onde o leito encontra-se bastante encaixado. Já em Jariquera, o declive ao longo do curso d'água é pouco relevante, determinando a ocorrência de vereda na cabeceira. Os dois remanescentes fazem interface com pequenas manchas de cerrado sentido restrito, mas florestas estacionais semidecíduais também ocorrem nos Municípios.

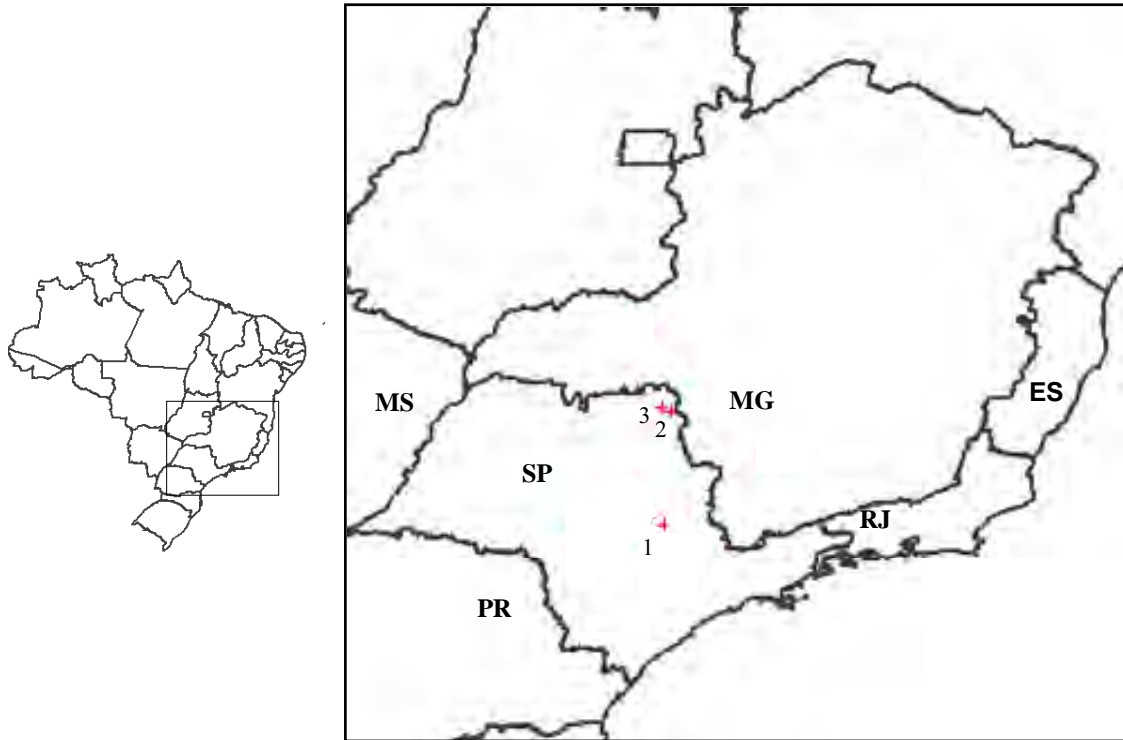


Figura 1. Localização geográfica das três florestas paludosas estudadas no interior paulista: 1 – Itirapina, 2 – Cristais Paulista, 3 – Jeriquara.



Figura 2: Floresta paludosa estudada na Estação Ecológica de Itirapina, SP. A – vista externa do remanescente. B a D – vista interna do remanescente (B – trecho à montante. C – trecho central. D – trecho à jusante).



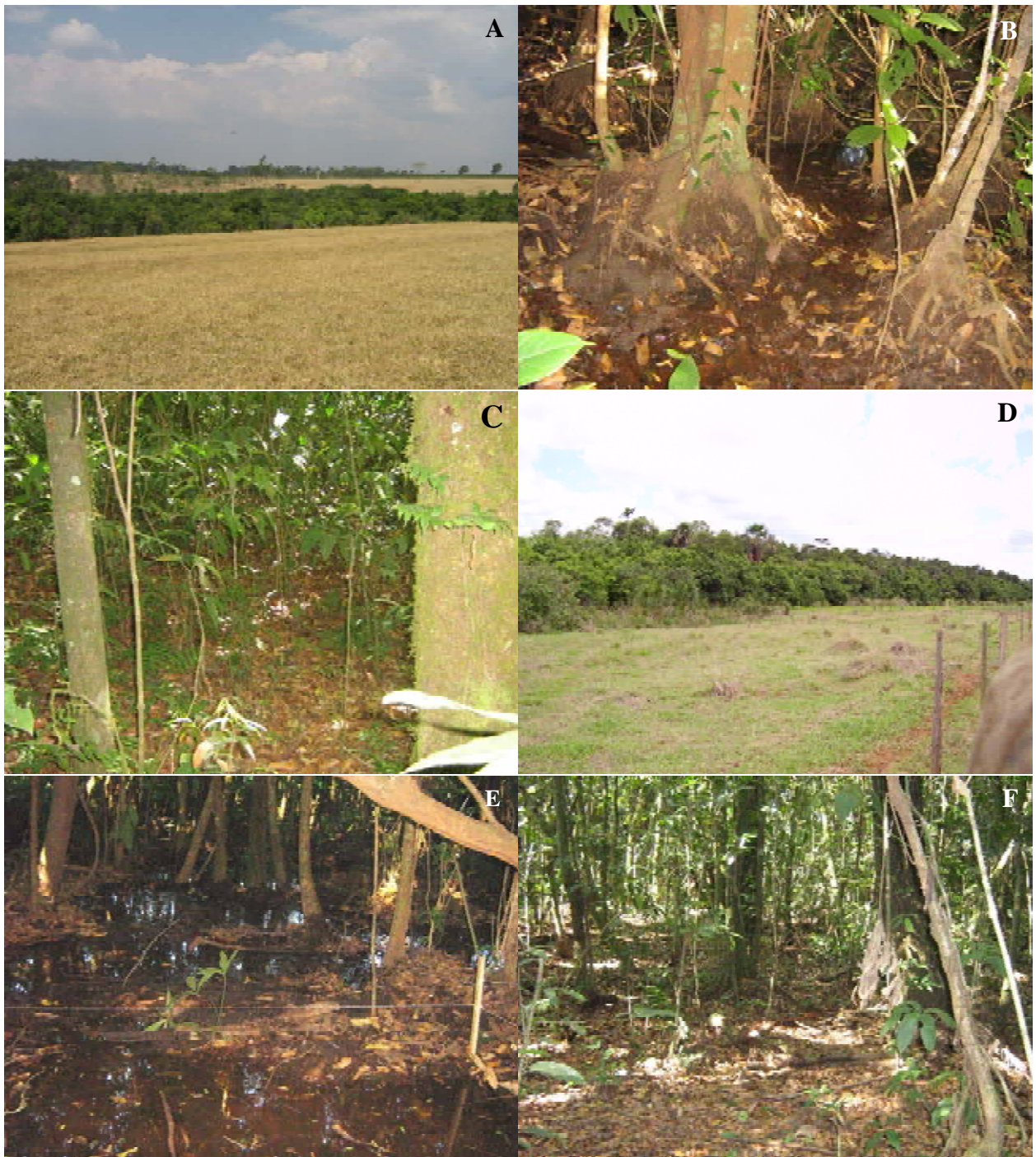


Figura 3: Vista externa e interna dos remanescentes de floresta paludosa estudados em Cristais Paulista (A – C) e Jeriquara, SP (D – F).

### **Referências bibliográficas**

- Basnet, K. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. *Biotropica* 24:31-42.
- Brandani, A., Hartshorn, G.S. & Orians, G.H. 1988. Internal heterogeneity of gaps and species richness in Costa Rica tropical wet forest. *Journal of Tropical Ecology* 4:99-119.
- Budke, J.C., Jarenkow, J.A. & Oliveira Filho, A.T. 2008. Tree community features of two stands of riverine forest under different flooding regimes in Southern Brazil. *Flora* 203:162-174.
- Clark, D.B., Clark, D.A. & Read, J.M. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology* 86:101-112.
- Clark, D.B., Palmer, M.W. & Clark, D.A. 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology* 80:2662-2675.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.
- Costa, F.R.C., Schlittler, F.H.M., César, O. & Monteiro, R. 1997. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um remanescente de brejo no Município de Brotas, SP. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 40:263-270.
- Dorneles, L.P.P. & Waechter, J.L. 2004. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18:815-824.
- Duivenvoorden, J.F. 1996. Patterns of tree species richness in rain forests of the middle Caquetá area, Colombia, NW Amazonia. *Biotropica* 28:142-158.
- Durigan, G., Siqueira, M.F., Franco, G.A.D.C., Bridgewater, S. & Ratter, J.A. 2003. The vegetation of priority areas for cerrado conservation in São Paulo State, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 60:217-241.



- Felfili, J.M. 1995. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio* 117:1-15.
- Ferreira, L.V. & Stohlgren, T.J. 1999. Effects of level fluctuation on plant species richness, diversity and distribution in a floodplain forest in Central Amazonia. *Oecologia* 120:582-587.
- Gomes, B.Z., Martins, F.R. & Tamashiro, J.Y. 2004. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 27:249-262.
- Guarino, E.S.G. & Walter, B.M.T. 2005. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de matas de galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19:431-442.
- Hubbell, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203:1299-1309.
- Imbert, D., Bonhême, I., Saur, E. & Bouchon, C. 2000. Floristic and structure of the *Pterocarpus officinalis* swamp forest in Guadeloupe, Lesser Antilles. *Journal of Tropical Ecology* 16: 5-68.
- Ivanauskas, N.M., Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. 1997. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasileira de Botânica* 20:139-153.
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 104:501-528.
- Junk, W.J. 1989. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonia. *In* Tropical forest botanical dynamics. Speciation and diversity (L.B Holm Nielsen, I.C.Nielsen & H. Balslev, eds.). Academic Press, London, p.47-64.

- Kellman, M., Tackaberry, R. & Rigg, L. 1998. Structure and function in two tropical gallery forest communities: implications for forest conservation in fragmented systems. *Journal of Applied Ecology* 35:195-206.
- Koponen, P., Nygren, P., Sabatier, D., Rousteau, A. & Saur, E. 2004. Tree species diversity and forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. *Plant Ecology* 173:17-32.
- Kozłowski, T.T. 2002. Physiological-ecological impacts of flooding on riparian forest ecosystems. *Wetlands* 22:550-561.
- Leitão Filho, H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo* 16A: 197-206.
- Lieberman, M., Lieberman, D., Hartshorn, G.S., & Peralta, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *The Journal of Ecology* 73:505-516.
- Loures, L., Carvalho, D.A., Machado, E.L.M & Marques, J.J.G.S.M. 2007. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21:885-896.
- Lugo, A.E., Brown, S., Brinson, M.M. 1990. Concepts in wetland ecology. *In Ecosystems of the world 15: Forested wetlands* (A.E. Lugo, M.M. Brinson & S. Brown, eds.), Elsevier, Amsterdam, p.53-85.
- Marimon, B.S., Felfili, J.M. & Lima, E.S. 2002. Floristic and phytosociology of the gallery forest of the Bacaba stream, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 59:303-318.
- Marques, M.C.M., Silva, S.M. & Salino, A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:495-506.

- Martins, S.V., Brito, E.R., Oliveira Filho, A.T. Silva, A.F. & Silva, E. 2008. Floristic composition of two wetland forests in Araguaian plain, state of Tocantins, Brazil, and comparison with other áreas. *Revista Árvore* 32:129-141.
- Naiman, R.J. & Décamps, H. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28:621-58.
- Oliveira Filho, A.T., Ratter, J.A. & Shepherd, G.J. 1990. Floristic composition and community structure of a Brazilian gallery forest. *Flora* 184:103-117.
- Oliveira Filho, A.T., Vilela, E.A., Carvalho, D.A. & Gavilanes, M.L. 1994. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10:483-508.
- Oliveira Filho, A.T. & Fontes, M.A. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil and influence of climate. *Biotropica* 32:793-810.
- Parolin, P., Ferreira, L.V., Albernaz, A.L.K.M. & Almeida, S.S. 2004a. Tree species distribution in várzea forests of Brazilian Amazonia. *Folia Geobotanica* 39:371-383.
- Parolin, P., Simone, O. Haase, K., Waldhoff, D., Rottenberger, S., Kuhn, U., Kesselmeier, J. Kieiss, B., Schmidt, W., Piedade, M.T.F. & Junk, W.J. 2004b. Central Amazonian floodplain forests: tree adaptations in a pulsing system. *The Botanical Review* 70:357-380.
- Paschoal, M.E.S. & Cavassan, O. 1999. A flora arbórea da mata de brejo do Ribeirão do Pelintra, Agudos, SP. *Naturalia* 24:171-191.
- Potts, M.D., Davies, S.J., Bossert, W.H., Tan, S. & Nur Supardi, M.N. 2004. Habitat heterogeneity and niche structure of trees in two tropical rain forests. *Oecologia* 139:446-453.
- Rieley, J. & Page, S. 1990. Ecology of plant communities. A phytosociological account of the British vegetation. Longman Scientific & Technical, London.

- Rocha, C.T.V, Carvalho, D.A., Fontes, M.A.L., Oliveira Filho, A.T., Van den Berg, E. & Marques, J.J.G.S.M. 2005. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:203-218.
- Rodrigues, R.R. 1989. Análise estrutural das formações florestais ripárias. *In* Simpósio sobre mata ciliar (L.M. Barbosa, ed.). Fundação Cargil, Campinas, p.99-119.
- Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In* Matas ciliares: conservação e recuperação (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo, p.45-71.
- Salis, S.M., Shepherd, J.G. & Joly, C.A. 1995. Floristic comparison of mesophytic semideciduous forests of the interior of the state of São Paulo, southeast Brazil. *Vegetatio* 119:155-164.
- Salo, J., Kalliola, R., Häkkinen, I., Mäkinen, Y., Niemelä, P., Puhakka, M. & Coley, P.D. 2000. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322:254-258.
- Sampaio, A.B., Walter, B.M.T. & Felfili, J.M. 2000. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na microbacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. *Acta Botanica Brasilica* 14:197-214.
- Scarano, F.R., Ribeiro, K.T., Moraes, L.F.D. & Lima, H.C. 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 13:793-803.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90:517-524.
- Scarano, F.R. 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. *Rodriguésia* 57:491-502.

- Scudeller, V.V., Martins, F.R. & Shepherd, G.J. 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the Atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 152:185-199.
- Silva, A.C., van den Berg, E., Higuchi, P. & Oliveira Filho, A.T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 30:257-269.
- Silvertown, J. 2004. Plant coexistence and the niche. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 605-611.
- Souza, A.F. & Martins, F.R. 2005. Spatial variation and dynamics of flooding, canopy openness, and structure in a Neotropical swamp forest. *Plant Ecology* 180:161-173.
- Spina, A.P., Ferreira, W.M. & Leitão Filho, H.F. 2001. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). *Acta Botanica Brasilica* 15:349-368.
- Swaine, M.D. & Hall, J.B. 1988. The mosaic theory of forest regeneration and determination of forest composition in Ghana. *Journal of Tropical Ecology* 4:253-269.
- Swaine, M.D. 1996. Rainfall and soil fertility as factors limiting forest species distribution in Ghana. *Journal of Ecology* 84:419-428.
- Sztutman, M. & Rodrigues, R.R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera-Açu, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 25:161-176.
- Takyu, M., Aiba, S.I. & Kitayama, K. 2002. Effects of topography on tropical lower montane under different geological conditions on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology* 159:35-49.

- Teixeira, A.P. & Assis, M.A. 2005. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Rio Claro (SP), Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:467-476.
- Teixeira, A.P. & Rodrigues, R.R. 2006. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20:803-813.
- Teixeira, A.P., Assis, M.A., Siqueira, F.R. & Casagrande, J.C. 2008. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 16:451-461.
- Terborgh, J., Pitman, N., Silman, M. Schlichter, H. & Nuñez, V. 2002. Maintenance of tree diversity in tropical forests. *In* Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation (D.J. Levey, W.R. Silva & M. Galetti, eds.). CAB international, New York, p.1-17.
- Toniato, M.T.Z., Leitão Filho, H.F. & Rodrigues, R.R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (Mata de brejo) em Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 21:197-210.
- Toniato, M.T.Z. & Oliveira Filho, A.T. 2004. Variations in tree community composition and structure in a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil related to different human disturbance histories. *Forest Ecology and Management* 198:319-339.
- Torres, R.B, Matthes, L.A.F., & Rodrigues, R.R. 1994. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 17:189-194.
- Torres, R.B., Martins, F.R. & Kinoshita, L.S. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 20:41-49.

- van den Berg, E. & Oliveira-Filho, A.T. 1999. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery forest in South-eastern Brazil. *Flora* 194:149-266.
- van den Berg, E. & Oliveira-Filho, A.T. 2000. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. *Revista Brasileira de Botânica* 23:231-253.
- Webb, E.L. & Peralta, R. 1998. Tree community diversity of lowland swamp forest in Northeast Costa Rica, and changes associated with controlled selective logging. *Biodiversity and Conservation* 7:565-583.
- Webb, E.L., Stanfield, B.J. & Jensen, M.L. 1999. Effects of topography on rainforest tree community structure and diversity in American Samoa, and implications for frugivore and nectarivore populations. *Journal of Biogeography* 26:887-897.
- Wittmann, F., Junk, W.J. & Piedade, M.T.F. 2004. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. *Forest Ecology and Management* 196:199-212.

**CAPÍTULO 1 – Efeitos da heterogeneidade ambiental na composição florística e estrutural de uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP)<sup>§</sup>**

**§ De acordo com as normas do periódico “Flora”**

**Abstract**

Effects of environmental heterogeneity in the floristic composition and structure of a swamp forest in southeastern Brazil (Itirapina, SP). We assessed whether environmental differences in substrate and canopy openness were related to floristic and structural variations of a swamp forest in southeastern Brazil (Itirapina, SP), considering a fine spatial scale (<5 ha). Sixty quadrats of 10 x 10 m were divided into three sample plots, located in the center and at both ends of the forest remnant (upstream and downstream), encompassing different environmental conditions related to the pattern of soil drainage. In each quadrat we quantified and identified individuals with CBH  $\geq$  10 cm, the chemical property of the soil, the drainage (flooded area) and the percentage of canopy openness. We found 5.124 individuals belonging to 37 species and 25 families. The number of species ranged from 15, in the site subjected to a lower frequency of flooding (downstream), to 31 in the more heterogeneous site (centre), which included different patterns of drainage and higher light incidence. A canonical correspondence analysis (CCA) separated the three sites, showing significant correlations in the distribution of species with the chemical properties of the soil (phosphorus, magnesium and total bases), drainage and percentage of canopy openness. The instability of the soil, due to the flood dynamics and to the poorly consolidated organic substrate, may influence the population dynamics in the swamp forest, the establishment of species with different amounts of tolerance to the light intensity and flood regime, and the architecture of trees and shrubs,



creating mosaics with different plant assemblages. The results suggest that heterogeneity is an important factor for the coexistence of species in the studied forest.

**Keywords:** Canonical correspondence analysis, canopy openness, drainage pattern, flooding

## Resumo

No presente estudo foram avaliadas se diferenças ambientais relacionadas ao substrato e à abertura do dossel estariam relacionadas com variações florísticas e estruturais de uma floresta paludosa no Sudeste do Brasil (Itirapina, SP), considerando uma escala espacial reduzida (< 5 ha). Sessenta parcelas de 10 m x 10 m foram distribuídas em 3 trechos com 20 parcelas cada, localizados no centro e em ambas as extremidades do remanescente, abrangendo diferentes condições ambientais relacionadas ao padrão de drenagem dos solos. Em cada parcela foram quantificados e identificados os indivíduos com PAP  $\geq 10$  cm, a propriedade química dos solos, a drenagem e a porcentagem de abertura do dossel. Foram encontrados 5.124 indivíduos pertencentes a 37 espécies e 25 famílias. O número de espécies variou de 15, no trecho sujeito à menor frequência de alagamentos, até 31 no trecho mais heterogêneo, que incluiu diferentes padrões de drenagem e maior incidência luminosa. Uma análise de correspondência canônica (CCA) separou os três trechos, indicando correlações significativas da distribuição das espécies com as propriedades químicas do solo (fósforo, magnésio e soma de bases), drenagem e porcentagem de abertura dossel. A instabilidade dos solos, relacionada à dinâmica de inundações e ao substrato orgânico pouco consolidado, pode determinar uma grande dinâmica das populações da floresta estudada, o estabelecimento de espécies com diferentes condições de tolerância à luminosidade e ao regime de inundação, e a arquitetura das árvores e arbustos, originando mosaicos com diferentes associações vegetais.

Os resultados sugerem que a heterogeneidade ambiental é um importante fator para a coexistência das espécies na floresta estudada.

**Palavras-chave:** Análise de correspondência canônica, abertura de dossel, alagamento, padrão de drenagem

## **Introdução**

Na Província do Cerrado, que ocupa cerca de 23% ou 2 milhões de km<sup>2</sup> do território brasileiro, são encontradas desde formações campestres até florestais (Goodland, 1971; Goodland and Pollard, 1973; Oliveira-Filho et al., 1989). Associados aos cursos d'água encontram-se diferentes tipos de vegetação, como campos úmidos, veredas, florestas de galeria e paludosas, de acordo com o nível de água no solo e suas variações sazonais (Ratter et al., 1973; Oliveira-Filho and Ratter, 2002; Tannus & Assis, 2004). As formações florestais associadas aos cursos d'água cobrem apenas 5% da área abrangida pelo Cerrado, entretanto resguardam uma grande diversidade de plantas, abrigam inúmeras espécies de animais terrestres e aquáticos e são responsáveis pela manutenção da qualidade hídrica dos solos (Marimon et al., 2002). Essas florestas mostram-se floristicamente heterogêneas tanto entre regiões distintas, em função de condicionantes geológicos, pedológicos, climáticos e antrópicos (Ab'Sáber, 2000; Teixeira & Rodrigues, 2006; Martins et al., 2008), quanto em curtas distâncias, em função da dinâmica de clareiras, de diferenças topográficas e de características físicas (drenagem e textura) e químicas (disponibilidade de nutrientes) do solo (Felfili, 1995; Oliveira-Filho et al., 1990; van den Berg & Oliveira-Filho, 1999; Marimon et al., 2002).

As florestas paludosas ocorrem em depressões, baixadas, cabeceiras e margens dos cursos d'água, sobre solos hidricamente saturados em caráter quase permanente ao longo do ano, em função do afloramento do lençol freático (Leitão-Filho, 1982; Ivanauskas et al., 1997). São ecossistemas frágeis, muitas vezes ilhados pela agricultura ou pastagem e, ainda, bastante ameaçados pela expansão agrícola, urbana e pela construção de represas de tamanhos diversos (Teixeira et al., 2008).

Nas florestas paludosas, pequenas diferenças topográficas associadas à variação de altura do lençol freático promovem alterações locais no padrão de drenagem (Scarano et al., 1997; Toniato et al., 1998). O mosaico de situações criadas pela microtopografia inclui solos melhor drenados, resultantes de pequenas elevações causadas por raízes de árvores de grande porte, poços permanentemente inundados e canais naturais de drenagem, com água permanente ou sazonal (Paschoal & Cavassan, 1999; Souza & Martins, 2005). Essas variações locais estão intimamente relacionadas com diferentes estratégias de colonização e sobrevivência das plantas, que podem ter desenvolvido mecanismos de tolerância ou de escape à saturação hídrica (Urquhart, 2004). Dessa forma, conforme o predomínio de solos relativamente melhor drenados ou mal drenados, diferentes padrões de distribuição espacial das espécies podem ser encontrados, resultando em comunidades estruturalmente distintas em diferentes trechos de um mesmo remanescente de floresta paludosa (Scarano, 2006; Loures et al., 2007; Teixeira et al. 2008).

Além da saturação hídrica do solo, a disponibilidade de luz na comunidade exerce um importante papel para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies (Brandani et al., 1988; Brokaw & Scheiner, 1989). Nas florestas paludosas, a instabilidade dos solos hidromórficos pode determinar uma grande variação no regime de luz, tanto no espaço quanto no tempo. Embora a relação das variações ambientais com a estrutura da vegetação e a distribuição das espécies seja bem documentada em diversos tipos vegetacionais, a

heterogeneidade interna nas florestas paludosas tem sido negligenciada (Souza & Martins, 2005). No presente estudo foram caracterizados três trechos de uma floresta paludosa no Sudeste do Brasil, situada sobre diferentes condições ambientais, basicamente relacionadas à saturação hídrica dos solos. O objetivo foi avaliar a relação entre as variações ambientais relacionadas ao substrato e à luminosidade e a composição florística e estrutural da comunidade em uma escala espacial reduzida (< 5 ha). A expectativa era que as variações no padrão de drenagem pudessem ser o principal fator associado às variações florísticas e estruturais na floresta estudada.

## **Material e métodos**

### **Caracterização da área de estudo**

A floresta paludosa estudada (22°15'54''S, 47°40'51''W, 720 m de altitude) localiza-se na Estação Ecológica de Itirapina (EEI), que se encontra em parte do Município de Itirapina e em parte do Município de Brotas, no Estado de São Paulo, Brasil. O clima da região, segundo o sistema de classificação de Köppen, é do tipo Cwa, sendo mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso. A precipitação média anual no período de 1980 a 2001 foi de 1.523 mm, com uma estação seca de abril a agosto (265 mm) e outra chuvosa de setembro a março (1.258 mm). As médias de temperatura mensais, no mesmo período, variaram de 17°C (mínimas) a 23°C (máximas) (Tannus & Assis, 2004).

A EEI possui uma área de aproximadamente 2.300 ha, sobre relevo de colinas amplas, com altitude de 700 a 760 m, caracterizado por formas suaves e onduladas de baixas amplitudes locais, com declividade predominantemente inferior a 6% (J.L.S. Tannus, L.S. Pinheiro, A.P. Teixeira, dados não publicados). Na EEI predomina o Cerrado *sensu lato* sobre

solos bem drenados dos interflúvios e vegetação higrófila (florestas e campos) sobre solos hidricamente saturados. As fisionomias campestres e savânicas representam mais de 90% da área, sendo o restante ocupado por cerradão, florestas de galeria e florestas paludosas (J.L.S. Tannus, L.S. Pinheiro, A.P. Teixeira, dados não publicados). Enquanto as florestas de galeria ocorrem de forma contínua ao longo dos córregos do Lobo e Itaqueri, as florestas paludosas ocorrem em capões naturalmente fragmentados, que formam pequenas ilhas de vegetação arbórea em meio aos campos úmidos.

O capão de floresta paludosa estudado possui aproximadamente 4,5 ha, sem indícios diretos de ação antrópica e encontra-se circundada em toda sua extensão por campo úmido. A floresta ocupa uma extensão de cerca de 450 m, com largura variando de cerca de 60 a 120 m e as principais variações na rede de drenagem são observadas ao longo do curso d'água principal, que percorre toda a extensão do remanescente. Este curso d'água é um tributário do córrego Itaqueri, um dos formadores da represa do Lobo, na EEI. O estrato herbáceo é pouco conspícuo, em função da saturação hídrica dos solos; trepadeiras são pouco freqüentes e as clareiras na floresta são de tamanho bastante reduzido, provocadas pela queda de galhos e pelo tombamento de árvores inteiras, pois o sistema radicular é bastante superficial (A.P. Teixeira, observação pessoal), em função da instabilidade dos solos. Na floresta, foram observados Organossolos Háplicos em todo remanescente, ou seja, solos hidromórficos de constituição orgânica em detrimento de minerais (matéria orgânica superior a 65%). Esses solos, com camada de matéria orgânica superior a 1 m de profundidade, apresentam coloração marrom escura à preta, resultante do acúmulo recente de restos vegetais depositados sob água permanente.

### **Procedimento de campo**

O trabalho de campo foi realizado de maio de 2005 a agosto de 2007. Foram estabelecidas 60 parcelas de 10 m x 10 m, distribuídas em três trechos com 20 parcelas contíguas cada, visando abranger variações ambientais relacionadas à drenagem dos solos e à incidência de luz na comunidade. A distância entre os trechos foi de cerca de 90 m. Em cada parcela, os indivíduos arbustivos e arbóreos com PAP (perímetro à altura do peito)  $\geq 10$  cm foram plaqueados, medidos e identificados. Os indivíduos ramificados foram incluídos na amostragem quando a soma da área basal dos caules correspondeu à área basal de um indivíduo com PAP  $\geq 10$  cm. As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do “Angiosperm Phylogeny Group” (APG II, 2003).

Os trechos amostrados foram a porção central e ambas as extremidades do capão: a porção inicial (montante em relação ao centro) e a porção final (a jusante em relação ao trecho central). Os três trechos serão doravante tratados como montante, centro e jusante. A montante é caracterizada por solos mais saturados hidricamente, com a drenagem formando uma rede difusa, com água proveniente tanto do exterior do remanescente quanto do afloramento do lençol freático. Na maior parte desse trecho, o solo apresenta-se com inundação acima da camada superficial durante todo o ano, com mosaicos de água estagnada ou corrente. Na porção central do remanescente, a rede de drenagem difusa converge para um único curso d'água, com largura inferior a 1 m. Dessa forma, observa-se uma mudança gradual das condições hídricas do solo, de alagados a relativamente melhor drenados, assim que o córrego vai sendo formado. Além disso, variações microtopográficas determinam um mosaico de micro-habitats, incluindo sítios alagados (acima da superfície), saturados (com lençol freático próximo à superfície) e melhor drenados, constituídos por montículos com até 2 m de diâmetro e 0,4 m de altura, circundados por muitos canais naturais de drenagem. A jusante caracteriza-se por solos mais homogêneos quanto às condições hídricas, com o lençol freático próximo à superfície durante todo ano (profundidade inferior a 30 cm na estação

seca) e pequenas porções inundadas. Nessa porção final, o córrego encontra-se com leito definido, com cerca de 1,5 m de largura.

### **Obtenção dos dados de solo, classificação da drenagem e luminosidade**

Foram coletadas amostras de solo, para caracterização das propriedades químicas, em pelo menos seis pontos aleatórios por parcela, a uma profundidade de 0 a 20 cm. As amostras de solo de cada parcela foram misturadas para obter-se uma amostra composta de cerca de 0,4 L e, posteriormente, foram submetidas ao Laboratório de Análise Química de Solo e Planta do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, *Campus* de Araras, onde foram calculados os teores de potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca), fósforo (P), matéria orgânica (M.O.), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), saturação por alumínio (m) e pH. Os procedimentos para análise química seguiram Rajj (1983). A análise granulométrica das amostras não foi realizada, visto que o teor de matéria orgânica dos solos foi superior a 50% e essa análise é realizada apenas para solos minerais.

As parcelas foram classificadas em classes de drenagem, de acordo com a área alagada acima da superfície do solo. As classes estabelecidas foram: área alagada entre 100 e 75%, entre 75 e 50%, entre 50 e 25%, entre 25 e 1%. Com o propósito de diminuir o erro da estimativa da área inundada, cada parcela foi dividida em quatro sub-parcelas de 5 m x 5 m. Esses registros foram tomados no fim da estação seca (no mês de agosto de 2007), visto que na estação chuvosa a distribuição de água na superfície do solo mostrou-se mais homogênea. Uma seqüência de valores de 1 a 4 foi atribuída das parcelas mais mal drenadas (alagadas entre 100 e 75%) para aquelas mais bem drenadas (entre 25 e 1%).

A entrada de luz na comunidade foi representada, em cada parcela, pela porcentagem de abertura do dossel, que foi quantificada pela média de quatro fotografias por parcela, obtidas com máquina fotográfica, filme e lente hemisférica “olho de peixe” Nikon 16 mm 1:2.8 D. As parcelas foram divididas em quatro sub-parcelas iguais de 5 x 5 m, onde as fotos foram tiradas no centro de cada sub-parcela, com auxílio de um tripé a uma altura média de 1,25 m. As fotografias foram digitalizadas e a porcentagem da abertura do dossel foi estimada com auxílio do programa GLA (Gap Light Analyzer) versão 2 (Frazer et al., 1999), sendo que consideramos apenas a parte central, equivalente a cerca de 1/9 da foto.

### **Análise dos dados**

Para cada trecho, foram calculados o índice de diversidade de Shannon & Weaver ( $H'$ ), considerando a base logarítmica natural, a equabilidade de Pielou ( $J'$ ) e o índice de valor de importância (VI) de cada espécie. O método de rarefação de espécies por indivíduos foi utilizado para comparar a riqueza de espécies entre os trechos amostras. Para esta análise foi utilizado o programa Past, versão 1.84 (Hammer et al., 2001). Histogramas com classes de altura e diâmetro foram utilizados para avaliar a estrutura da vegetação em cada trecho.

Análises multivariadas de classificação e ordenação foram utilizadas para verificar a similaridade florística entre as parcelas. Para a classificação foi empregada uma análise hierárquica aglomerativa, utilizando-se o coeficiente de similaridade de Jaccard (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974) e UPGMA (Unweighted Pair Groups Method using Arithmetic Averages) como método de ligação. Essa análise foi baseada nos dados de presença e ausência das espécies em cada parcela.

As inter-relações entre abundância das espécies, propriedades químicas do solo, drenagem e entrada de luz na comunidade foram avaliadas por meio de uma Análise de



Correspondência Canônica – CCA (ter Braak, 1987). Para essa análise foram construídas duas matrizes: uma de espécies e uma de variáveis ambientais. A matriz de espécies foi constituída pelo número de indivíduos por espécie (variáveis) por parcelas (objetos), sendo utilizadas as espécies com sete ou mais indivíduos na amostragem total (26 espécies). A matriz de dados ambientais incluiu as propriedades químicas do solo, as classes de drenagem (1 a 4) e a abertura do dossel por parcelas. Foi processada uma análise preliminar utilizando todas as variáveis ambientais e excluídas aquelas pouco correlacionadas com os eixos da ordenação (correlação abaixo de 0,4) e aquelas multicolineares (correlação entre variáveis acima de 0,7). As variáveis restantes utilizadas na CCA final foram P, Mg, SB, CTC, drenagem e abertura de dossel. A hipótese de independência entre as matrizes de abundância de espécies e de variáveis ambientais foi testada pelo teste de Mantel, por meio de 1.000 permutações de Monte Carlo (ter Braak 1987). As análises multivariadas foram processadas no programa PC-ORD versão 4.0 (McCune & Mefford, 1999). A análise dos dados foi restrita a análises exploratórias, visto que o desenho experimental não atende aos pressupostos teóricos necessários para análises de variância.

## **Resultados**

### **Comunidade de plantas**

No total foram quantificados 5.124 indivíduos, pertencentes a 37 espécies e 25 famílias (Tabela 1). As curvas de rarefação para os três trechos mostraram diferenças significativas para o número de espécies, com uma menor riqueza prevista para a jusante (Fig.1). Além disso, a jusante foi caracterizada pela menor diversidade ( $H'$ ), equabilidade ( $J'$ ) e densidade de indivíduos (Tabela 2). No trecho central foram encontrados o maior número e

a maior diversidade de espécies, assim como registrados os indivíduos de menor porte, tanto em altura (dossel entre 6 e 8 m) (Fig. 2A) quanto em diâmetro (apenas 2,5% dos indivíduos com  $DAP \geq 15$  cm) (Fig. 2B). No trecho à montante foram encontrados valores intermediários de densidade, número e diversidade de espécies e a distribuição dos indivíduos em classes de altura e diâmetro foi semelhante ao trecho à jusante.

**Tabela 1.** Número de indivíduos (NI) e valor de importância (VI, em %), total e por trechos, das espécies arbustivas e arbóreas (PAP  $\geq$  10 cm) de uma floresta paludosa de Itirapina, SP. Valores em negrito representam as 10 espécies mais importantes no total e em cada trecho.

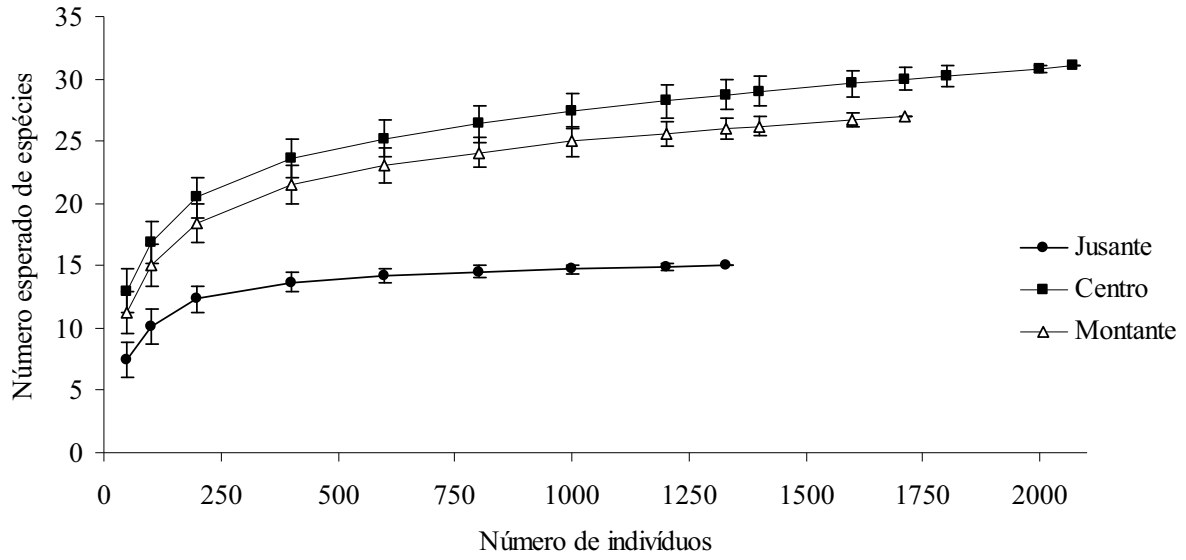
Famílias/Espécies	Siglas	Jusante		Centro		Montante		Total	
		NI	VI	NI	VI	NI	VI	NI	VI
Anacardiaceae									
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Tapi gui</i>	17	<b>12,36</b>	111	<b>24,96</b>	102	<b>27,57</b>	230	<b>22,17</b>
Annonaceae									
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	<i>Xilo ema</i>	57	<b>24,63</b>	216	<b>25,47</b>	217	<b>29,01</b>	490	<b>26,28</b>
Araliaceae									
<i>Dendropanax cuneatus</i> Decne & Planch.	<i>Dend cun</i>	12	6,15	27	6,93	27	<b>6,99</b>	66	6,72
Arecaceae									
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	<i>Eute edu</i>	774	<b>100,44</b>	14	3,21	15	3,72	803	<b>29,85</b>
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb.Rodr.	<i>Geon bre</i>	30	<b>9,27</b>	106	<b>12,66</b>	101	<b>12,93</b>	237	<b>11,79</b>
Bignoniaceae									
<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	<i>Tabe umb</i>	-	-	51	<b>9,30</b>	36	<b>8,88</b>	87	6,78
Burseraceae									
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	<i>Prot spr</i>	210	<b>57,63</b>	259	<b>28,77</b>	112	<b>17,49</b>	581	<b>33,15</b>
Clusiaceae									
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	<i>Calo bra</i>	141	<b>40,50</b>	616	<b>81,48</b>	767	<b>107,82</b>	1,524	<b>78,39</b>
<i>Clusia criuva</i> Cambess.		-	-	2	0,81	-	-	2	0,33
Ericaceae									
<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.		-	-	2	0,33	-	-	2	0,33
Erythroxylaceae									
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.)		-	-	1	0,15	-	-	1	0,15
O.E.Schulz									
Euphorbiaceae									
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.		-	-	-	-	1	0,15	1	0,15
<i>Pera obovata</i> (Klotzch) Baill.	<i>Pera obo</i>	-	-	14	3,57	3	1,32	17	1,92

Tabela 1. (Continuação)

Famílias/Espécies	Siglas	Jusante		Centro		Montante		Total	
		NI	VI	NI	VI	NI	VI	NI	VI
Lauraceae									
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	<i>Ocot aci</i>	8	5,07	-	-	-	-	8	1,23
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez		-	-	-	-	2	0,90	2	0,33
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	<i>Ocot lan</i>	-	-	6	1,89	4	2,04	10	1,50
<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez		-	-	1	0,39	1	0,54	2	0,36
<i>Persea punctata</i> Meisn.		-	-	1	0,15	-	-	1	0,15
<i>Persea venosa</i> Nees		-	-	1	0,15	-	-	1	0,15
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez	<i>Ocot tri</i>	-	-	7	1,92	-	-	7	0,78
Magnoliaceae									
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	<i>Magn ova</i>	25	<b>12,87</b>	24	6,63	69	<b>14,13</b>	118	<b>10,92</b>
Malphigiaceae									
<i>Byrsonima</i> cf. <i>ligustrifolia</i> A. St.-Hil.	<i>Byrs lig</i>	-	-	37	7,05	4	1,77	41	3,42
Melastomataceae									
<i>Miconia chamissois</i> Naudin		-	-	1	0,15	-	-	1	0,15
<i>Miconia elegans</i> Cogn.	<i>Mico ele</i>	1	0,69	2	0,78	9	2,43	12	1,35
<i>Miconia pseudonervosa</i> Cogn.		-	-	-	-	1	0,15	1	0,15
Meliaceae									
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	<i>Guar mac</i>	21	<b>8,19</b>	122	<b>14,13</b>	23	6,09	166	<b>9,66</b>
Moraceae									
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	<i>Pseu lae</i>	7	0,78	-	-	-	-	7	0,78
Myrsinaceae									
<i>Rapanea gardneriana</i> (A. DC.) Mez	<i>Rapa gar</i>	-	-	78	<b>9,45</b>	15	5,76	93	5,76
Myrtaceae									
<i>Myrcia laruottena</i> Cambess.	<i>Myrc lar</i>	-	-	34	5,70	4	1,38	38	2,79
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O. Berg) Kiaersk.	<i>Myrc sp.</i>	-	-	22	5,01	8	3,09	30	3,15
Ochnaceae									
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	<i>Oura cas</i>	-	-	11	2,97	1	0,42	12	1,35

Tabela 1. (Continuação)

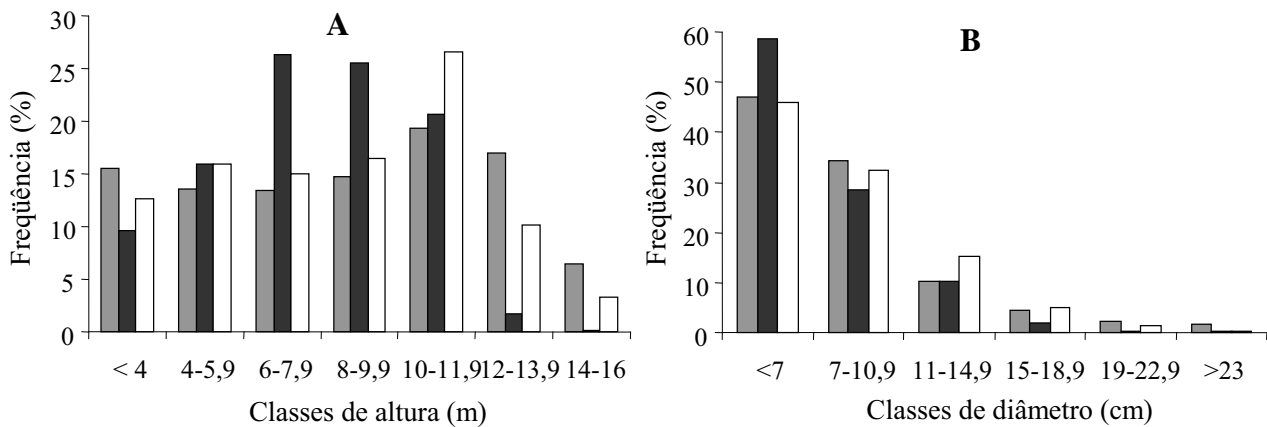
Famílias/Espécies	Siglas	Jusante		Centro		Montante		Total	
		NI	VI	NI	VI	NI	VI	NI	VI
Phyllantaceae									
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemao	<i>Hyer alc</i>	11	<b>7,05</b>	12	4,11	61	<b>12,81</b>	84	7,86
Podocarpaceae									
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzch ex Endl.	<i>Podo sel</i>	3	2,61	144	<b>15,96</b>	17	4,20	164	<b>8,22</b>
Rubiaceae									
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	<i>Poso lat</i>	-	-	23	5,94	19	6,18	42	4,59
Styracaceae									
<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	<i>Styr poh</i>	17	<b>9,24</b>	131	<b>17,40</b>	78	<b>15,36</b>	226	<b>14,52</b>
Thymelaeaceae									
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.		-	-	3	1,17	-	-	3	0,48
Urticaceae									
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	<i>Cecr pac</i>	-	-	-	-	14	2,31	14	2,31
Total		1.334	300	2079	300	1.711	300	5.124	300



**Fig. 1.** Curvas de rarefação de espécies para três trechos de uma floresta paludosa no Sudeste do Brasil (Itirapina, SP).

**Tabela 2.** Descritores florísticos e estruturais, total e por trechos, de uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP).

Descritores	Total	Jusante	Centro	Montante
Número de espécies	37	15	31	27
Diversidade (H')	2,39	1,47	2,45	2,08
Eqüabilidade (J')	0,66	0,54	0,71	0,63
Número de famílias	25	14	23	21
Densidade	5.124	1.334	2.079	1.711



**Fig. 2.** Distribuição dos indivíduos arbustivos e arbóreos, em classes de altura (A) e diâmetro (B), por trechos, em uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP). ■ - jusante; ■ - centro; □ - montante.

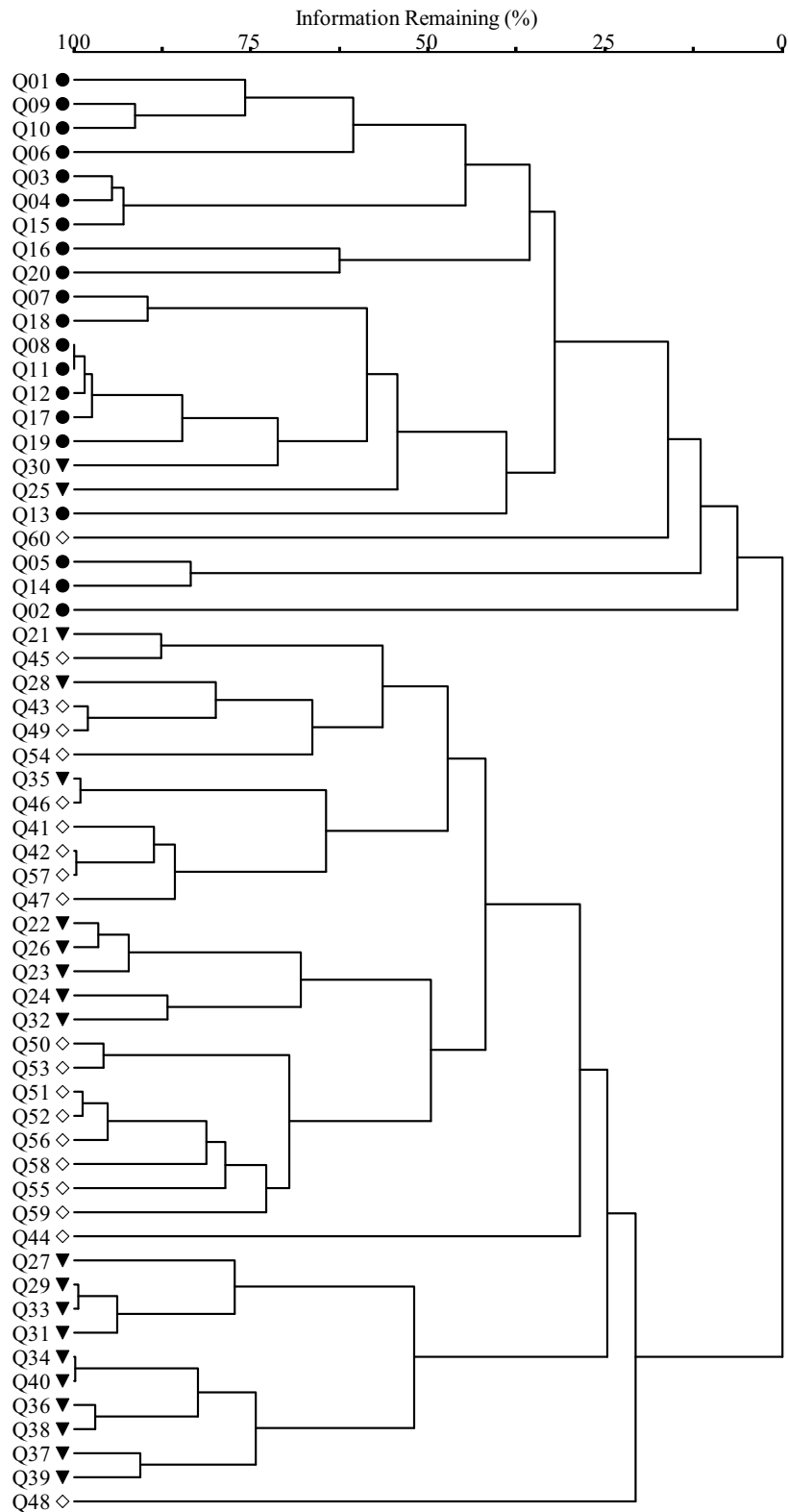
### Análises multivariadas e condições ambientais

A análise de classificação dividiu as parcelas basicamente de acordo com os trechos em que foram estabelecidas (Fig. 3). Entretanto, as parcelas da jusante formaram um grupo

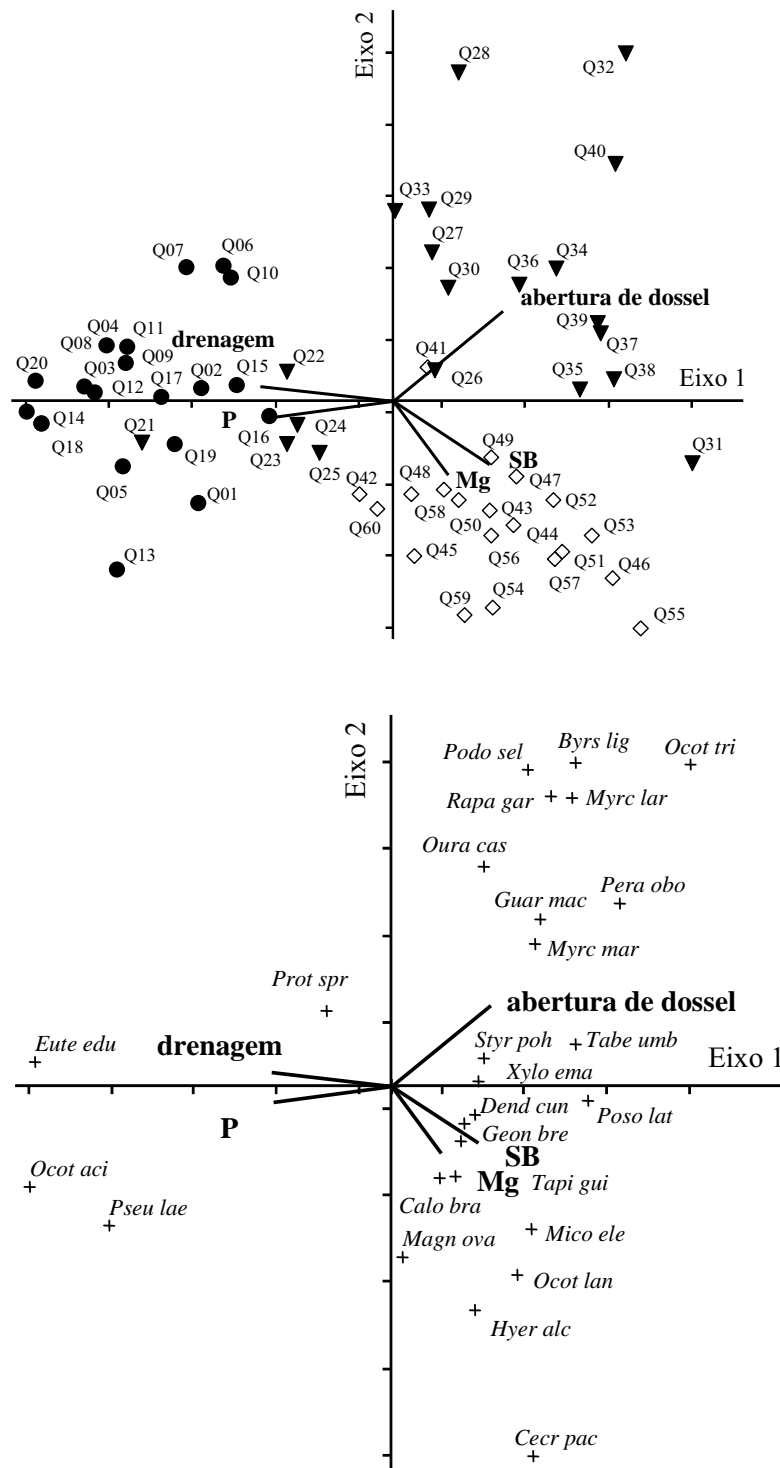
coeso, enquanto algumas parcelas do trecho central mostraram maior afinidade florística com parcelas da montante.

Na CCA foram encontradas altas correlações entre espécies e variáveis ambientais para os eixos 1 (81,8%) e 2 (62,8%) da ordenação ( $P = 0,002$  para os dois eixos). A CCA indicou que os trechos amostrados diferenciam-se quanto à densidade das espécies e às características ambientais (Fig. 4). *Euterpe edulis* apresentou uma densidade expressiva no trecho à jusante, caracterizado por solos relativamente melhor drenados (95% das parcelas enquadraram-se na classe 4 de drenagem, ou seja, alagamento entre 25 e 1%), pelo maior teor de fósforo e pela menor porcentagem de abertura de dossel em relação ao trecho central (entre 4,7 e 14,4%; média = 10,3%) (Tabela 3); outras espécies como *Guarea macrophylla*, *Myrcia laruottena*, *Rapanea gardneriana* e *Podocarpus sellowii* prevaleceram em parcelas do trecho central, onde foi observada maior variação na saturação hídrica do solo (45% das parcelas enquadradas na categoria 4, 10% na 3, 30% na 2 e 15% na 1) e maior porcentagem de abertura do dossel (de 8,4 a 28,3%, média = 17,9%); *Cecropia pachystachya*, *Hyeronima alchorneoides* e *Magnolia ovata*, entre outras, distribuíram-se principalmente nas parcelas alocadas na montante, caracterizada pela drenagem mais deficiente (55% das parcelas alagadas em mais de 50% da superfície), maior concentração de Mg e SB e por valores de abertura de dossel similares aos da jusante (de 10 a 18,6%, média = 12,8%).





**Fig. 3:** Dendrograma gerado pela classificação hierárquica utilizando o coeficiente de similaridade de Jaccard e o método de ligação UPGMA, para 60 parcelas em uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP). ● - jusante (parcelas de 1 a 20); ▼- centro (parcelas de 21 a 40), ◇ - montante (parcelas de 41 a 60).



**Fig. 4.** Análise de correspondência canônica: diagrama de ordenação de 60 parcelas, de acordo com a distribuição de 26 espécies com sete ou mais indivíduos (+) em três trechos amostrados de uma floresta paludosa no Sudeste do Brasil (Itirapina, SP), e suas correlações com variáveis ambientais (P = fósforo; SB = soma de bases; Mg = magnésio). Parcelas são identificadas por números (● - jusante, de 1 a 20; ▼ - centro, de 21 a 40; ◇ - montante de 41 a 60).

**Tabela 3.** Propriedades químicas, drenagem e abertura do dossel de cada trecho amostrado em uma floresta paludosa no sudeste do Brasil (Itirapina, SP). Valores são médias, seguidas por desvio padrão. N = 20 parcelas para cada trecho.

Variáveis ambientais	Jusante	Centro	Montante
P (mg/dm <sup>3</sup> )	81,1 ± 20,1	51,7 ± 10,6	60,3 ± 13,1
Matéria orgânica humificada (g.dm <sup>-3</sup> )	115,5 ± 25,8	104 ± 22,3	105,0 ± 16,1
pH (em CaCl <sub>2</sub> )	3,3 ± 0,1	3,3 ± 0,1	3,3 ± 0,2
K (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	3,2 ± 1,0	4,9 ± 1,6	6,2 ± 1,6
Ca (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	6,6 ± 3,1	9,0 ± 2,6	11,7 ± 3,7
Mg (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,8 ± 1,4	5 ± 2,1	7,9 ± 1,4
H + Al (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	290,4 ± 49,9	292,9 ± 45,8	311,9 ± 60,7
Al (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	50,2 ± 10,6	66,7 ± 20,8	63,5 ± 13,6
SB (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	14,7 ± 5,4	18,9 ± 4,6	25,8 ± 6,0
CTC (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	305,1 ± 50,7	311,9 ± 48,3	337,7 ± 64,5
Saturação por bases (V) (%)	4,9 ± 1,9	6,1 ± 1,3	7,7 ± 1,4
Saturação por Alumínio (m) (%)	77,4 ± 6,5	77,1 ± 6	71,0 ± 5,5
Drenagem (ranking)	3,9 ± 0,2	2,8 ± 1,2	2,2 ± 0,9
Abertura de dossel (%)	10,3 ± 2,9	17,9 ± 8,2	12,8 ± 3,8

## **Discussão**

Os resultados evidenciaram que a composição florística e estrutural da floresta paludosa é heterogênea, varia numa escala espacial de poucas centenas de metros e pode estar relacionada principalmente com as condições do substrato. As diferentes condições de drenagem provavelmente modificaram as condições químicas dos solos da área estudada, visto que os solos mais bem drenados estiveram relacionados com a maior concentração de fósforo e menor aporte de bases, como o Magnésio. A permanência da água na superfície do solo é apontada como um agente primário na determinação das características físicas, químicas e biológicas do solo (Hughes, 1990; Veneklaas et al., 2005) e exerce importante função na estruturação das comunidades vegetais em florestas ribeirinhas. Além das diferenças florísticas e estruturais observadas no presente estudo, considerando uma pequena escala espacial, as diferentes condições do regime hídrico dos solos contribuem para a partição da vegetação em tipos vegetacionais distintos ao longo da paisagem (Haase, 1990; Jirka et al., 2007).

Nas florestas ribeirinhas associadas a nascentes e cabeceiras de pequenos cursos d'água, como a floresta paludosa estudada, o regime de inundação é imprevisível e ocorre em qualquer estação do ano, em função da pluviosidade local e da topografia plana sob a floresta. A instabilidade dos solos, relacionada à dinâmica de inundações e ao substrato orgânico pouco consolidado, pode determinar uma grande dinâmica das populações da floresta estudada, o freqüente estabelecimento de espécies pioneiras e a arquitetura das árvores e arbustos, originando mosaicos com diferentes associações vegetais e condições de luminosidade na comunidade. O mosaico ambiental criado pelos distúrbios naturais é comum nas zonas ribeirinhas, mas não encontra precedentes em outros sistemas (Naiman & Décamps, 1997). Além das variações espaciais, Souza & Martins (2005) observaram uma grande flutuação temporal das condições hídricas dos solos e da luminosidade em uma floresta

paludosa no Brasil e relataram que essas flutuações podem exercer importantes conseqüências para a dinâmica de regeneração das plantas.

Nossos resultados sugerem que a heterogeneidade ambiental é um importante fator para coexistência das espécies, uma vez que a maior diversidade foi encontrada nos trechos de maiores variações locais nos padrões de drenagem e abertura de dossel (no centro e à montante da área estudada). Se a microtopografia atua como fonte de variação espacial do alagamento dentro de uma comunidade, há uma tendência de incremento da diversidade de espécies, em função dos diferentes sítios criados, que podem conter diferentes grupos funcionais (Pollock et al., 1998). Da mesma forma, a maior amplitude na abertura do dossel permite que espécies com maior demanda por luz coexistam com espécies menos tolerantes, como reportado por Budke et al. (2008). Dessa forma, as variações locais relacionadas ao substrato e à luminosidade parecem intimamente relacionadas às variações florísticas e estruturais reportadas, permitindo a coexistência das espécies com diferentes exigências ambientais.

O padrão descrito acima é apoiado pela relação da distribuição das espécies com as variáveis ambientais avaliadas. Espécies como *Byrsonima* cf. *ligustrifolia*, *Daphnopsis racemosa*, *Myrcia laruotteana*, *Ocotea tristis* e *Rapanea gardneriana* prevaleceram sobre sítios de maior incidência luminosa da floresta (trecho central) e foram observadas na borda do remanescente ou até mesmo esparsas em meio à vegetação campestre higrófila que circunda a floresta, evidenciando suas características heliófitas. Outras espécies como *Calophyllum brasiliense*, *Geonoma brevispatha*, *Hyeronima alchorneoides*, *Magnolia ovata*, *Tabebuia umbellata* e *Xylopia emarginata* tiveram incremento na densidade de indivíduos com o aumento da saturação hídrica dos solos e *Euterpe edulis*, *Ocotea aciphylla* e *Pseudolmedia laevigata* prevaleceram sobre solos relativamente melhor drenados. A relação da distribuição das espécies com as variações ambientais sugere que a coexistência das

espécies é resultado da especialização pelo habitat ou microhabitat, de forma que muitas espécies tropicais não se distribuem aleatoriamente sobre as diferentes condições edáficas (Clark et al., 1998). A relação da heterogeneidade ambiental, quanto à topografia e à drenagem, com a distribuição de espécies foi documentada para árvores (e.g. Oliveira Filho et al., 1990; Damasceno-Júnior et al., 2005; Budke et al. 2008), palmeiras e pteridófitas (e.g. Kahn & Castro, 1985; Svening, 1999; Vormisto et al., 2000), entre outros grupos, em diferentes tipos florestais.

Apesar das diferenças ambientais e florísticas reportadas, o número de espécies amostradas no total foi baixo, em comparação com outros estudos em florestas paludosas neotropicais que usaram o mesmo critério de inclusão de indivíduos e área amostral semelhante ao presente trabalho (e.g. Guarino & Walter, 2005; Scarano, 2006; capítulo 2; capítulo 3). O menor número de espécies encontradas em Itirapina pode ser atribuído principalmente ao isolamento espacial do fragmento. Como a vegetação circundante é de fisionomia campestre, que predomina amplamente por toda EEI, o isolamento espacial seria um fator limitante para o compartilhamento de espécies entre as florestas paludosas e formações florestais adjacentes. No Brasil, entre as espécies encontradas em florestas paludosas foram observados elementos de florestas semidecíduas (Toninato et al., 1998; Rocha et al., 2005; Teixeira & Assis, 2005), cerrados (Marques et al., 2003, capítulo 4) ou floresta Atlântica sentido restrito (Scarano, 2002), entre outras, confirmando a presença de florestas circundantes como agente responsável pelo incremento da diversidade local.

As florestas paludosas estabelecidas sobre solos orgânicos, além de serem consideradas ecossistemas extremamente frágeis e em ténue equilíbrio (Jacomine, 2000), desempenham importante papel no ciclo de carbono global, pelo resgate do carbono orgânico da atmosfera, via fotossíntese, e pelo acúmulo tanto na biomassa vegetal quanto nos solos (Lugo et al., 1990). Além dessa importância funcional, a floresta estudada é constituída de

mosaicos ambientais que abrigam populações com diferentes exigências edáficas e de condições de luz, incluindo a palmeira *Euterpe edulis*, cujo extrativismo desenfreado tem tornado suas populações profundamente modificadas ou mesmo extintas em diversas áreas do Brasil (Silva Matos & Bovi, 2002). Estas características atentam para a necessidade do incremento de estudos e conservação desses ecossistemas. Além disso, os grupos de espécies associadas às características ambientais, como solos saturados ou alagados e trechos sujeitos à maior entrada de luz, devem ser associadas aos diferentes microambientes em planos de reestauração vegetal dessa formação florestal.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a CAPES, pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor; FAPESP, pelo auxílio pesquisa (Processo 2007/52613-5); Idea wild, pela doação de equipamentos para trabalhos de campo (binóculo e GPS); Instituto Florestal, pela autorização do trabalho na Estação Ecológica de Itirapina (Processo 42.042/04); Rodrigo A.S. Pereira, pela leitura do manuscrito e sugestões; Prof. Dr. José Carlos Casagrande e técnicos do Laboratório de Análise Química de Solo e Planta do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, Campus de Araras, pela análise química dos solos; Dr. João B. Baitello (Instituto Florestal) e Renato Goldenberg (UFPR), pela ajuda na identificação das espécies de Lauraceae e Melastomataceae, respectivamente; André A. Vasconcelos, Daniel S. Huet, Débora C. Rother, Eduardo M.B. Prata, Eduardo Pássaro, Eliseu A.T. Neto, João L.S. Tannus, Maria Luiza Carvalho, Paulo Rubim e Rodrigo Hipólito, pela ajuda nos trabalhos de campo.

### **Referências bibliográficas**

- Ab'Saber, A.N., 2000. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F. (Eds.), *Matas ciliares: conservação e recuperação*. Edusp/Fapesp, São Paulo, pp.15–25.
- APG II – Angiosperm Phylogeny Group., 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Bot. J. Linn. Soc.* 141, 399–436.
- Brandani, A., Hartshorn, G.S., Orians, G.H., 1988. Internal heterogeneity of gaps and species richness in Costa Rica tropical wet forest. *J. Trop. Ecol.* 4, 99-119.
- Brokaw, N.V.L., Scheiner, S.M., 1989. Species composition in gaps and structure of a tropical forest. *Ecology* 70, 538-541.
- Budke, J.C., Jarenkow, J.A., Oliveira-Filho, A.T. 2008. Tree community features of two stands of riverine forest under different flooding regimes in Southern Brazil. *Flora* 203, 162-174.
- Clark, D.B., Clark, D.A., Read, J.M., 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a Neotropical rain forest. *J. Ecol.* 86, 101-112.
- Damasceno-Junior G.A., Semir, J., Santos, F.A.M., Leitão-Filho, H.F., 2005. Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. *Flora* 200, 119–135
- Felfili, J.M., 1995. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio* 117, 1–15.
- Frazer, G.W., Canham, C.D., Lertzman, K.P., 1999. *Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation*. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.



- Goodland, R., 1971. Physiognomic analysis of the “cerrado” vegetation of the central Brazil. *J. Ecol.* 59, 411–419.
- Goodland, R., Pollard, R., 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *J. Ecol.* 61, 219–224.
- Guarino, E.S.G., Walter, B.M.T., 2005. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de matas de galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta Bot. Brasil.* 19, 431–442.
- Haase, R., 1990. Community composition and soil properties in northern Bolivian savanna vegetation. *J. Veg. Sci.*, 345–352.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analyses. *Paleontologia Electronica* 4. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- Hughes, F.M.R., 1990. The influence of flooding regimes on forest distribution and composition in the Tana River floodplain, Kenya. *J. Apl. Ecol.* 27, 475–491.
- Ivanauskas, N.M., Rodrigues, R.R., Nave, A.G., 1997. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasil. Bot.* 20, 139–153.
- Jacomine, P.K.T., 2000. Solos sob matas ciliares. In: Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F. (Eds.), *Matas ciliares: conservação e recuperação*. Edusp/Fapesp, São Paulo, pp. 27-31.
- Jirka, S., McDonald, A.J., Johnson, M.S., Feldpausch, T.R., Couto, E.G., Riha, S.J., 2007. Relationships between soil hydrology and forest structure and composition in the southern Brazilian Amazon. *J. Veg. Sci.* 18, 183–194.
- Kahn, F., Castro, A., 1985. The palm community in a forest of central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 17, 210–216.
- Leitão-Filho, H.F., 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo* 16A, 197–206.

- Lugo, A.E., Brown, S., Brinson, M.M., 1990. Concepts in wetland ecology. In: Lugo, A.E., Brinson, M.M., Brown, S. (Eds.), *Ecosystems of the world 15: Forested wetlands*. Elsevier, Amsterdam, pp. 53–85.
- Loures, L., Carvalho, D.A., Machado, E.L.M., Marques, J.J.G.S.M., 2007. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. *Acta Bot. Brasil.* 21, 885–896.
- Marimon, B.S., Felfili, J.M., Lima, E.S., 2002. Floristic and phytosociology of the gallery forest of the Bacaba stream, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brazil. *Edinb. J. Bot.* 59, 303–318.
- Marques, M.C.M., Silva, S.M., Salino, A., 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. *Acta Bot. Brasil.* 17, 495–506.
- Martins, S.V., Brito, E.R., Oliveira Filho, A.T., Silva, A.F., Silva, E., 2008. Floristic composition of two wetland forests in Araguaian plain, state of Tocantins, Brazil, and comparison with other áreas. *Rev. Árvore* 32, 129–141.
- McCune, B., Mefford, M.J., 1999. *PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data*, version 4.0. MjM Software Design, Oregon Glaneden Beach.
- Müller-Dombois, D., Ellenberg, H., 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley, New York.
- Naiman, R.J., Décamps, H., 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 28, 621–658.
- Oliveira-Filho, A.T., Ratter, J.A., 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. In: Oliveira, P.S., Marquis, R.J. (Eds.), *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, pp. 91–120.

- Oliveira-Filho, A.T., Shepherd, G.J., Martins, F.R., Stubblebine, W.H., 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. *J. Trop. Ecol.* 5, 413–431.
- Oliveira-Filho, A.T., Ratter, J.A., Shepherd, G.J., 1990. Floristic composition and community structure of a Brazilian gallery forest. *Flora* 184, 103–117.
- Paschoal, M.E.S., Cavassan, O., 1999. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do Pelintra, Agudos, SP. *Naturalia* 24, 171–191.
- Pollock, M.M., Naiman, R.J., Hanley, T.A., 1998. Plant species richness in riparian wetlands: a test of biodiversity theory. *Ecology* 79, 94–105.
- Raij, B. van, 1983. Avaliação da fertilidade do solo. Editora Franciscana (LAFRAME), Piracicaba.
- Ratter, J.A., Richards, P.W., Argent, G., Gifford, D.R., 1973. Observations on the vegetation of Northeastern Mato Grosso: I. The wood vegetation types of the Xavantina-Cachimbo expedition area. *Phil. Trans. Roy. Soc. London B* 266, 449–492.
- Rocha, C.T.V., Carvalho, D.A., Fontes, M.A.L., Oliveira-Filho, A.T., van den Berg, E., Marques, J.J.G.S.M., 2005. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 28, 203–218.
- Scarano, F.R., 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Ann. Bot.* 90, 517–524.
- Scarano, F.R., 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. *Rodriguésia* 57, 491–502.
- Scarano, F.R., Ribeiro, K.T., Moraes, L.F.D., Lima, H.C., 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 14, 793–803.

- Silva Matos, D.M.S. & Bovi, L.M.A., 2002. Understanding the threats to biological diversity in southeastern Brazil. *Biodiversity Conserv.* 11, 1747–1758.
- Souza, A.F., Martins, F.R., 2005. Spatial variation and dynamics of flooding, canopy openness, and structure in a Neotropical swamp forest. *Plant Ecol.* 180, 161–173.
- Svenning, J.C., 1999. Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. *J. Ecol.* 87, 55–95.
- Tannus, J.L.S., Assis, M.A., 2004. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina-SP, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 27, 489–506.
- Teixeira, A.P., Assis, M.A., 2005. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Rio Claro (SP), Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 28, 467–476.
- Teixeira, A.P., Rodrigues, R.R., 2006. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. *Acta Bot. Brasil.* 20, 803–813.
- Teixeira, A.P., Assis, M.A., Siqueira, F.R., Casagrande, J.C., 2008. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. *Wet. Ecol. Manag.* 16, 451–461.
- ter Braak, C.J.F., 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69, 69–77.
- Toniato, M.T.Z, Leitão-Filho, H.F., Rodrigues, R.R., 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (Mata de brejo) em Campinas, SP. *Revista Brasil. Bot.* 21, 197–210.
- Urquhart, G.R., 2004. Flood-tolerance and flood-escape mechanisms for seeds and seedlings of common trees of Central America. *Trop. Ecol.* 45, 197–208.

- van den Berg, E., Oliveira-Filho, A.T., 1999. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery forest in south-eastern Brazil. *Flora* 19, 249–266.
- Veneklaas, E.J., Fajardo, A., Obregon, S., Lozano, J., 2005. Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Ecography* 28, 236–252.
- Vormisto, J., Phillips, O.L., Ruokolainen, K., Tuomisto, H., Vásquez, R., 2000. A comparison of fine-scale distribution patterns of four plant groups in an Amazonian rainforest. *Ecography* 23, 349–359.

## CAPÍTULO 2 – Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil<sup>§</sup>

### § De acordo com as normas do periódico “Acta Botanica Brasilica”

**RESUMO** – (Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil). No presente estudo foi caracterizada a composição florística e fitossociológica de uma floresta paludosa (20°25'33''S, 47°26'01''W) no Município de Cristais Paulista, nordeste do Estado de São Paulo, onde variações no padrão de drenagem ocorrem principalmente no sentido perpendicular ao curso d'água, em função da topografia. Nosso objetivo foi investigar a distribuição das espécies em relação ao substrato e a entrada de luz na comunidade. Foram alocadas 60 parcelas de 10 m x 10 m, distribuídas em seis grupos de 10 parcelas cada. Em cada parcela foram medidos e identificados os indivíduos com PAP  $\geq$  10 cm, avaliadas as propriedades químicas e a granulometria do solo, o desnível topográfico, a drenagem e a abertura do dossel. Foram registradas 88 espécies, das quais 61 foram observadas nas parcelas. Uma análise de correspondência canônica (CCA) indicou correlações entre a distribuição das 29 espécies com cinco ou mais indivíduos e drenagem, desnível topográfico e Fe no eixo 1 ( $P = 0,002$ ) e abertura do dossel no eixo 2 ( $P = 0,012$ ). O coeficiente de Spearman indicou correlações significativas entre 66% das 29 espécies e profundidade do lençol freático ou abertura do dossel. Como exemplo, *Calophyllum brasiliense* Cambess. e *Xylopia emarginata* Mart. prevaleceram em solos mal drenados; *Siphoneugena densiflora* O. Berg e *Virola sebifera* Aubl. em solos melhor drenados; *Myrcia laruotteana* Cambess. e *Xylopia sericea* A. St.-Hil. em parcelas com maior abertura de dossel. A heterogeneidade ambiental mostrou-se como um importante fator que determina a distribuição e a coexistência de espécies, resultando em um incremento na diversidade local.

**Palavras-chave:** abertura de dossel, drenagem, floresta de galeria inundável, floresta higrófila, florestas ribeirinhas, mata de brejo, inundação

**ABSTRACT** – (Environmental heterogeneity and species distribution relationship in a swamp forest from Cristais Paulista, São Paulo State, Brazil). In the present study, we characterized the floristic composition and tree structure of a swamp forest (20°25'33''S, 47°26'01''W) in Cristais Paulista, northeast of São Paulo State, Brazil, where the drainage pattern changes mainly across the water course due to the topography. We aimed to investigate the species distribution in relation to substrate and light entrance in the community. Sixty quadrats (10 m x 10 m) were divided into six groups of 10 plots. In each quadrat, individuals with PBH  $\geq$  10 cm were measured and identified. We also evaluated soil chemical properties, granulometry, topographic unevenness, drainage, and canopy openness. Eighty-eight species were recorded, from which 61 were detected in the quadrats. Canonical correspondence analysis (CCA) indicated correlations between the distribution of the 29 most abundant species and drainage, topographic unevenness and Fe in the axis 1 ( $P = 0.002$ ), and canopy openness in the axis 2 ( $P = 0,012$ ). Spearman's rank correlation coefficient indicated significant correlations between 66% from the 29 species and water table depth or canopy openness. As examples, *Calophyllum brasiliense* Cambess. and *Xylopia emarginata* Mart. were predominant in poorly-drained soils; *Siphoneugena densiflora* O. Berg and *Virola sebifera* Aubl., in the drained ones; and *Myrcia laruotteana* Cambess. and *Xylopia sericea* A. St.-Hil., in the quadrats presenting higher canopy openness. Environmental heterogeneity showed to be an important factor in determining the species distribution and coexistence, which increases local diversity.

**Key words:** canopy openness, gallery swamp forest, riverine forests, drainage patterns, flooding

## Introdução

As florestas paludosas caracterizam-se pela presença de água na superfície do solo em caráter quase permanente ao longo do ano, em função do afloramento do lençol freático. Ocorrem em baixadas, depressões, cabeceiras e margens de cursos d'água (Ivanauskas *et al.* 1997). Em função da ocorrência restrita a solos hidromórficos, ocorrem como em manchas associadas a outras formações vegetacionais, como cerrado (Oliveira Filho *et al.* 1990), florestas estacionais semidecíduais (Teixeira *et al.* 2008) e florestas pluviais (Lieberman *et al.* 1985; Scarano 2002) ou antropicamente isoladas em meio à agricultura e pastagens. Apesar de sua ampla ocorrência geográfica, a especificidade dos solos em que ocorrem determina a essas florestas o caráter de clímax edáfico. São ecossistemas extremamente frágeis e vulneráveis a ações antrópicas, embora sejam fundamentais para a conservação e proteção dos recursos hídricos, da fauna terrestre e aquática, porém bastante degradados no sudeste do Brasil (Torres *et al.* 1994; Ivanauskas *et al.* 1997; Teixeira *et al.* 2008).

A saturação hídrica dos solos nas florestas paludosas determina um ambiente altamente seletivo para as espécies vegetais, em função da pouca ou inexistente oxigenação (Lieberman *et al.* 1985; Joly 1991). Nesse ambiente estressante prevalecem poucas espécies arbóreas, que concentram muitos indivíduos e elevada biomassa, e determinam uma floresta com diversidade menor do que florestas estabelecidas sobre solos bem drenados (van Andel 2003; Koponen *et al.* 2004; Teixeira & Assis 2005; Scarano 2006). Variações no padrão de drenagem nessas florestas são observadas em função do desnível topográfico ao longo do curso d'água (Teixeira & Assis 2005; Teixeira *et al.* 2008) ou perpendicular a ele (Marques *et*



*al.* 2003), ou em função de variações microtopográficas associadas à variação da profundidade do lençol freático, que promovem um mosaico de microsítios com solos melhor drenados (montículos), poças permanentes e canais naturais temporários ou permanentes de água corrente (Ivanauskas *et al.* 1997; Scarano *et al.* 1997; Toniato *et al.* 1998; Paschoal & Cavassan 1999; Souza & Martins 2005, capítulo 1).

A presença de sítios de melhor drenagem pode determinar o incremento da diversidade florística local das florestas paludosas, por meio do estabelecimento de espécies menos tolerantes à saturação hídrica, que prevalecem nas formações florestais circundantes (Scarano 2002; Marques *et al.* 2003; Rocha *et al.* 2005; Teixeira *et al.* 2008). Dessa forma, diferenças florísticas e estruturais podem ser observadas dentro de um mesmo remanescente, em função das diferentes condições de drenagem (Loures *et al.* 2007; Teixeira *et al.* 2008) e entre diferentes remanescentes desse tipo florestal, conforme a influência da vegetação circundante (Costa *et al.* 1997; Ivanauskas *et al.* 1997; Paschoal & Cavassan 1999; Teixeira & Assis 2005). Embora a relação entre a estruturação da comunidade de plantas e as variações ambientais locais tenha sido explorada em diferentes florestas ribeirinhas (*e.g.* Oliveira Filho *et al.* 1990; Felfili 1995; Damasceno Junior *et al.* 2005), a heterogeneidade interna das florestas paludosas têm sido negligenciada (Souza & Martins 2005) e pouco se sabe sobre a distribuição das espécies arbóreas em relação a características ambientais, considerando uma pequena escala espacial.

No presente estudo analisou-se a composição da flora e a estrutura fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa localizada no Município de Cristais Paulista – SP. Essa floresta ocorre nas margens de um córrego e são observadas variações no padrão de drenagem principalmente no sentido perpendicular ao curso d'água, em função da topografia. Objetivou-se investigar as relações entre a composição florística e a heterogeneidade ambiental da floresta, relacionada ao substrato e à entrada de luz na

comunidade, considerando uma escala espacial reduzida (poucas centenas de metros). As expectativas eram de que as condições edáficas e a composição florística da floresta variassem com a topografia e que a drenagem do solo pudesse ser o principal fator responsável pela distribuição das espécies na floresta.

### **Material e métodos**

Caracterização da área de estudo – A floresta paludosa (20°25'33''S, 47°26'01''W) localiza-se na fazenda Tamboril (antiga fazenda Samello), no Município de Cristais Paulista, na porção nordeste do Estado de São Paulo. O Município está inserido no Planalto de Franca, entre as cotas de 950 e 1.050 m de altitude, com orientação no sentido norte-sul, estendendo-se dos Municípios de Franca a Pedregulho. Este Planalto constitui o primeiro dos grandes planaltos de reverso de Cuesta interna, situado entre os rios Grande e Sapucaí, e apresenta topografia uniforme a suavemente ondulada (Almeida 1974). O clima do Município enquadra-se no tipo “Cwb” de Köppen (Setzer 1966) e é caracterizado por duas estações bem definidas, sendo uma seca, de abril a setembro, e outra chuvosa, de outubro a março. De acordo com dados do Cepagri – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura, da Universidade de Campinas (UNICAMP), a precipitação média anual, no Município de Cristais Paulista, é de 1.591 mm, com cerca de 82% das chuvas concentradas na estação chuvosa. A temperatura média do mês mais frio (julho) é de 17,1°C e do mês mais quente (fevereiro) é de 22,2°C. Na região, a vegetação é caracterizada pela ocorrência de cerrados entremeados por florestas, sendo que diferentes fitofisionomias de cerrado estão associadas principalmente aos interflúvios, e remanescentes de floresta estacional semidecidual se encontram em encostas mais íngremes e próximas aos cursos d'água.

A floresta paludosa estudada pode ser denominada de floresta de galeria inundável (senso Ribeiro & Walter 1998), floresta latifoliada higrófila ou mata de brejo (senso Leitão Filho 1982). O remanescente florestal, com cerca de 10 ha, ocupa o entorno da nascente e ambas as margens de um afluente do ribeirão dos Cristais, que pertence à bacia hidrográfica do Rio Grande. O remanescente ocupa um trecho contínuo de cerca de 1,7 km, com as cotas altitudinais variando de 1.000 a 945 m ao longo do curso d'água, porém em uma faixa marginal que não ultrapassa os 80 m de largura. As principais variações topográficas e no padrão de drenagem do remanescente são observadas no sentido transversal ao curso d'água. O relevo é plano nas margens do córrego, onde os solos são permanentemente saturados ou com lençol freático próximo à superfície mesmo na estação seca e alguns trechos mais distantes do curso d'água, com aclive no sentido interior-borda, possuem o lençol freático menos superficial e água drenada mais rapidamente. Manchas de Cerrado *sensu stricto* podem ser observadas na borda da floresta, sobre solos bem drenados e textura mais arenosa.

O remanescente é circundado principalmente por pastagem, sendo que o gado adentra o interior da floresta em busca de água e sombra. Em menor proporção, o plantio homogêneo de eucaliptos faz interface com o remanescente. A estratificação vertical da floresta é caracterizada pelo dossel com predomínio de *Calophyllum brasiliense* Cambess., *Tapirira guianensis* Aubl., *Xylopia emarginata* Mart. e *Protium spruceanum* (Benth.) Engl.; árvores emergentes, representadas pelas três primeiras espécies, eventualmente atingem altura superior a 20 m; o estrato inferior é dominado principalmente por *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr., *Guarea macrophylla* Vahl., *Myrcia laruotteana* Cambess. e *Pseudolmedia laevigata* Trécul; o estrato herbáceo-subarbustivo é pouco conspicuo, representado principalmente por *Blechnum brasiliense* Desv.. Lianas e epífitas são pouco comuns, sendo que as primeiras são observadas principalmente nas bordas da floresta.

Procedimento de campo – Os trabalhos de campo estenderam-se de janeiro de 2006 até abril de 2008. Para a caracterização do componente arbustivo-arbóreo da floresta paludosa foram instaladas 60 parcelas de 10 m x 10 m, distribuídas em seis trechos distantes de 130 a 350 m entre si. Em cada trecho, um grupo de 10 parcelas foi estabelecido procurando abranger diferentes condições ambientais relacionadas à topografia e ao padrão de drenagem, que variam principalmente no sentido perpendicular ao curso d'água. A distribuição das parcelas em cada trecho deu-se de forma variada (Fig. 1), conforme a largura da floresta e as condições da vegetação, evitando-se trechos alterados em decorrência de quedas de grandes árvores ou entrada de gado, por exemplo. Em cada parcela foram amostrados os indivíduos com PAP (perímetro à altura do peito) maior ou igual a 10 cm. Indivíduos perfilhados foram incluídos na amostragem quando a soma da área basal dos caules correspondeu a área basal de um indivíduo com PAP  $\geq$  10 cm. Visando ao complemento do levantamento florístico, foram feitas coletas de material reprodutivo de indivíduos com PAP  $\geq$  10 cm não amostrados nas parcelas. As espécies foram listadas em famílias de acordo com o sistema de classificação do “Angiosperm Phylogeny Group” (APG II 2003).

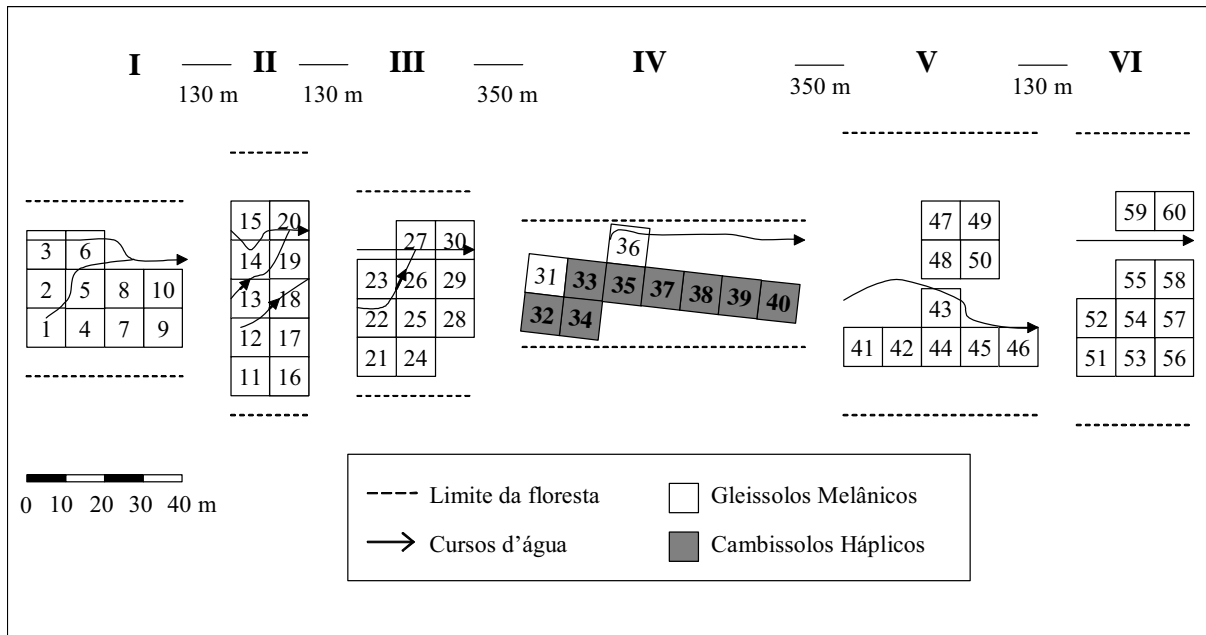


Figura 1. Mapa com a distribuição de 60 parcelas, em seis trechos, utilizadas para amostragem do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil.

O solo de cada parcela foi classificado em campo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa 1999). Com auxílio de um trado foram coletadas amostras no centro de cada parcela, até a profundidade de 1 m, e avaliadas as principais variações quanto à coloração e textura nos perfis do solo. Para a análise das condições químicas e granulometria dos solos, foram coletadas amostras em cinco pontos por parcela, a uma profundidade de 0 a 20 cm: no centro e próximo de cada vértice. As amostras de solo de cada parcela foram misturadas para obter-se uma amostra composta de cerca de 0,5 L, sendo posteriormente enviadas ao Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, Campus de Araras, para análise química no Laboratório de Análise Química de Solo e Planta, e análise granulométrica no Laboratório de Física do Solo. Foram calculados os teores de Fósforo (P), matéria orgânica humificada, pH, Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), Alumínio (Al), saturação por Alumínio (m), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe),

Manganês (Mn) e Zinco (Zn). Os procedimentos para análise química seguiram Raij (1983). Como a maioria das amostras apresentou elevados teores de matéria orgânica, tiveram que ser incineradas com o auxílio de uma mufla, a uma temperatura de 500° C, por três horas, para eliminação do material orgânico e posterior determinação da porcentagem de argila, areia e silte.

As parcelas foram enquadradas em classes de declividade, conforme o declive no sentido perpendicular ao curso d'água. As classes consideradas foram: declive  $\leq 5\%$ , entre 5 e 10% e declive entre 10 e 15%. As condições de drenagem foram avaliadas de acordo com a porcentagem da área da parcela com alagamento (água acima da superfície do solo) e com a profundidade do lençol freático. Cada parcela foi classificada em classes de drenagem, conforme a área alagada acima da superfície do solo, sendo consideradas cinco classes: área da parcela alagada entre 100 e 75%, entre 75 e 50%, entre 50 e 25%, entre 25 e 1% e sem alagamento (0%). Com o propósito de diminuir o erro da estimativa da área alagada, cada parcela foi dividida em quatro sub-parcelas de 5 m x 5 m. Esses registros foram tomados na estação seca (setembro de 2007) e novamente na estação chuvosa (fevereiro de 2008). Em setembro de 2007, a profundidade do lençol freático foi medida no centro de cada parcela, com uma vara graduada de 1 m. Para essa medição foi aproveitada a tradagem utilizada para a classificação dos solos.

A entrada de luz na comunidade foi estimada, em cada parcela, pela porcentagem de abertura do dossel. Os valores foram determinados pela média de duas fotografias por parcela, obtidas com máquina fotográfica e um tripé de 1,25 m de altura, filme e lente hemisférica “olho de peixe” Nikon de 16 mm. As fotografias foram digitalizadas e a porcentagem da abertura do dossel foi estimada no programa GLA (Gap Light Analyzer) versão 2 (Frazer *et al.* 1999), sendo que foi considerada apenas a parte central equivalente à cerca de 1/9 da foto.

Análise dos dados – Foram encontrados dois tipos de solo na área de estudo, de forma que os descritores fitossociológicos foram calculados para cada tipo de solo. Os cálculos foram processados no programa Fitopac (Shepherd 1994) e os descritores utilizados foram os valores absolutos de densidade, dominância e frequência, o índice de valor de importância (VI), o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), considerando a base logarítmica natural, e a equabilidade de Pielou ( $J'$ ). Como um número distinto de parcelas foi alocado em cada tipo de solo, o esforço amostral foi padronizado pelo método de rarefação, visando à comparação do número de espécies e famílias entre os tipos de solo. Para esses cálculos, foi utilizado o programa Analytic Rarefaction 1.3, de autoria do Dr. Steven M. Holland, disponível gratuitamente no site <http://www.uga.edu/strata/software/AnRareReadme.html>.

As variáveis ambientais foram comparadas entre os dois tipos de solo por meio de testes não paramétricos (Mann-Whitney  $U$  testes), visto que não foram verificadas normalidade e homocedasticidade dos dados residuais. Para as variáveis enquadradas em classes (desnível topográfico e drenagem), foram atribuídos valores para cada classe. Para o desnível topográfico, os valores considerados foram um (para parcelas com desnível  $\leq 5\%$ ), dois (para desnível entre 5 e 10%) e três (para desnível entre 10 e 15%). Para a drenagem, considerou-se um (alagamento entre 100 e 75% da área da parcela), dois (área alagada entre 75 e 50%), três (entre 50 e 25%), quatro (entre 25 e 1%) e cinco (parcelas não alagadas). Os testes foram processados no SYSTAT 11 software (SYSTAT Software Inc).

As inter-relações entre abundância das espécies, propriedades químicas e granulometria dos solos, desnível topográfico, drenagem, profundidade do lençol freático e abertura do dossel foram avaliadas por meio de uma análise de correspondência canônica – CCA (ter Braak 1987). Para essa análise foi construída uma matriz de espécies e outra de variáveis ambientais. A matriz de espécies foi constituída pelo número de indivíduos por espécie (variáveis) em cada parcela (objetos), sendo utilizadas as espécies com cinco ou mais

indivíduos na amostragem total ( $n = 29$  espécies). A matriz de dados ambientais incluiu as propriedades químicas do solo, a granulometria, as classes de desnível topográfico e drenagem na estação seca e na estação chuvosa, a profundidade do lençol freático na estação seca e a porcentagem de abertura do dossel por parcelas. Foi processada uma análise preliminar com todas as variáveis ambientais e, posteriormente, foram excluídas aquelas pouco correlacionadas com os eixos da ordenação (correlação abaixo de 0,5) e aquelas multicolineares (correlação entre variáveis acima de 0,7). Dessa forma, as variáveis restantes utilizadas na CCA final foram Fe, drenagem na estação chuvosa, profundidade do lençol freático, desnível topográfico e abertura do dossel. A hipótese de independência entre as matrizes de abundância de espécies e de variáveis ambientais foi avaliada pelo teste de Mantel, por meio de 1.000 permutações de Monte Carlo (ter Braak 1987). Para processar as análises multivariadas foi utilizado o programa PC-ORD versão 4.0 (McCune & Mefford 1999). O coeficiente de Spearman ( $r_s$ ), juntamente com a correção seqüencial de Bonferroni, foi utilizado para avaliar a correlação entre as 29 espécies mais abundantes e duas variáveis ambientais (mais correlacionadas com os eixos 1 e 2 da CCA), considerando significativo  $P \leq 0,05$  ( $\leq 0,025$  após correção).

## **Resultados**

Variáveis ambientais – Os solos observados na floresta paludosa foram: Cambissolos Hápicos ( $n = 8$  parcelas), principalmente nos trechos de maior declive e distantes do curso d'água; e Gleissolos Melânicos, nas áreas planas que margeiam o curso d'água e em algumas parcelas sobre maior declividade ( $n = 52$  parcelas). Os Cambissolos são constituídos por material mineral e horizonte B incipiente, com coloração amarronzada. Os Gleissolos são



caracterizados pelo horizonte glei mineral, de cor cinzenta, decorrente da presença de Fe reduzido.

Das 27 variáveis ambientais, 59% apresentaram diferenças significativas entre os tipos de solo (Tab. 1). Os Gleissolos apresentaram maior concentração de bases trocáveis (K, Ca e Mg), de alguns micronutrientes (B, Cu e Fe), matéria orgânica e silte, além de menor desnível topográfico, lençol freático mais superficial na estação seca e drenagem mais deficiente tanto na estação seca quanto na chuvosa. Enquanto nos Gleissolos 70% das parcelas mostraram-se com algum alagamento na estação seca e 80% na estação chuvosa, nos Cambissolos nenhuma parcela sofreu alagamento na estação seca e 13% (apenas uma parcela) alagou na estação chuvosa. Como características comuns, os solos apresentaram textura predominantemente arenosa, caráter álico [saturação por alumínio (m) > 50%], pH muito baixo, teor de fósforo (P) semelhante e porcentagem de abertura do dossel em torno de 20%.

Tabela 1. Variáveis físico-químicas, drenagem, profundidade do lençol freático e abertura do dossel de dois tipos de solo de uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. Os valores representam médias seguidas do desvio padrão. Médias seguidas por letras distintas indicam diferenças significativas entre si pelo teste de Mann-Whitney (\*  $P \leq 0,05$ , \*\*  $P \leq 0,01$ ). Ns = não significativo; Na = não se aplica, por não ter variância da média.

Variáveis ambientais	Cambissolos (n = 8)	Gleissolos (n = 52)	Mann-Whitney U test
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	6,0 ± 1,1	6,5 ± 2,4	ns
Matéria orgânica humificada (g.dm <sup>-3</sup> )	37,5 ± 11,5 a	72,1 ± 31,7 b	**
pH (em CaCl <sub>2</sub> )	3,9 ± 0,2	4,0 ± 0,2	ns
K (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,0 ± 0,1 a	1,5 ± 0,6 b	*
Ca (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,0 ± 0,0	4,8 ± 4,7	na
Mg (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,1 ± 0,3 a	2,8 ± 2,0 b	**
H + Al (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	103,4 ± 16,3	110,3 ± 33,4	ns
Al (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	17,7 ± 3,1	16,0 ± 6,1	ns
m (%)	84,6 ± 2,4 a	65,5 ± 15,5 b	**
Soma de bases (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	3,2 ± 0,4 a	9,2 ± 7,0 b	**
CTC (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	106,5 ± 16,5	119,5 ± 36,3	ns
V (%)	3,0 ± 0,5 a	7,4 ± 4,0 b	**
S (mg.dm <sup>-3</sup> )	6,5 ± 3,4 a	15,4 ± 5,3 b	**
B (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,2 ± 0,1 a	0,8 ± 0,4 b	**
Cu (mg.dm <sup>-3</sup> )	1,2 ± 0,2 a	0,8 ± 0,5 b	*
Fe (mg.dm <sup>-3</sup> )	83,5 ± 13,4 a	212,9 ± 57,2 b	**
Mn (mg.dm <sup>-3</sup> )	16,9 ± 6,2	18,0 ± 16,3	ns
Zn (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,6 ± 0,1	0,9 ± 0,6	ns
Argila (%)	8,8 ± 4,1	8,8 ± 4,8	ns
Areia (%)	72,9 ± 7,1	60,6 ± 18,0	ns
Silte (%)	6,5 ± 2,2 a	11,7 ± 7,4 b	*
Matéria orgânica (%)	11,9 ± 3,4	18,9 ± 11,1	ns
Desnível topográfico (%)	10,6 ± 2,6 a	4,7 ± 3,5 b	**
Drenagem na estação seca (%)	5,0	4,0 ± 0,8	na
Drenagem na estação chuvosa (%)	4,9 ± 0,4 a	3,6 ± 1,0 b	**
Profundidade do lençol freático (cm)	-95,9 ± 5,8 a	-18,9 ± 30,4 b	**
Abertura do dossel (%)	22,8 ± 3,7	19,9 ± 6,6	ns

Florística e fitossociologia – Nas 60 parcelas foram encontrados 2.036 indivíduos, distribuídos em 61 espécies e 36 famílias. A diversidade de espécies ( $H'$ ) foi de 2,71 e o valor de equabilidade ( $J'$ ) foi de 0,66. Fora das parcelas foram encontradas mais 27 espécies por meio de coletas casuais, totalizando 88 espécies, distribuídas em 41 famílias (Tab. 2). Pela riqueza de espécies destacaram-se Myrtaceae (nove espécies), Rubiaceae (sete), Lauraceae (seis), Annonaceae, Fabaceae, Melastomataceae (cinco) e Arecaceae, Euphorbiaceae, Moraceae e Myrsinaceae (três espécies cada). As famílias que detiveram maior VI foram Burseraceae (19,2% do total), Clusiaceae (17,7%), Anacardiaceae (12%), Annonaceae (11,1%) e Arecaceae (6,7%). Com exceção de Annonaceae, as famílias mais importantes foram representadas por uma só espécie.

Nos Cambissolos foram quantificados 206 indivíduos (equivalente a 2.575 indivíduos.ha<sup>-1</sup>), distribuídos em 30 espécies, que pertencem a 21 famílias (Tab. 3). As 10 espécies mais importantes perfizeram 78% do VI e 80% da densidade total. O índice de diversidade de Shannon para as espécies ( $H'$ ) foi de 2,74 e a equabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi de 0,81. Nos Gleissolos foram encontrados 1.830 indivíduos (correspondendo a 3.519 indivíduos.ha<sup>-1</sup>), pertencentes a 47 espécies e 30 famílias (Tab. 4). A análise de rarefação indicou que o número de espécies e famílias esperadas para 206 indivíduos, como nos Cambissolos, seria de 23 e 20, respectivamente. As 10 espécies mais importantes somaram 85% do VI e 89% da densidade, de forma que a maior dominância ecológica resultou em um menor valor de equabilidade ( $J' = 0,65$ ) e diversidade ( $H' = 2,51$ ) para os Gleissolos. Espécies como *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis* se destacaram em ambos os tipos de solo. *Siphoneugena densiflora* O. Berg, *Ocotea pulchella* Mart., *Virola sebifera* Aubl., e *Copaifera langsdorffii* Desf., entre outras espécies, obtiveram elevados valores de importância nos Cambissolos, enquanto outras espécies como *Calophyllum brasiliense*, *Xylopia emarginata*, *Geonoma brevispatha* e *Guarea macrophylla* se destacaram nos Gleissolos.

Tabela 2. Espécies arbustivas e arbóreas (PAP  $\geq$  10 cm), ordenadas por famílias, encontradas em dois tipos de solos de uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista (SP), Brasil. C = Cambissolos; G = Gleissolos; F = fora das parcelas. \* Espécie exótica.

Famílias/Espécies	C	G	F	Famílias/Espécies	C	G	F
ANACARDIACEAE				<i>Pera obovata</i> (Klotzch) Baill.		x	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	x	x		FABACEAE			
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch.			x	<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) J.F. Macbr.	x		
ANNONACEAE				<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	x	x	
<i>Duguetia lanceolata</i> A. St.-Hil.		x		<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms			x
<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.			x	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	x		
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.			x	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.			x
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	x	x		LACISTEMATACEAE			
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	x	x		<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	x		
ARALIACEAE				LAMIACEAE			
<i>Dendropanax cuneatus</i> Decne & Planch.		x		<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.			x
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin		x		<i>Vitex polygama</i> Cham.	x		
ARECACEAE				LAURACEAE			
<i>Euterpe edulis</i> Mart.			x	<i>Aniba heringeri</i> Vattimo		x	
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	x	x		<i>Nectandra nitidula</i> Nees		x	
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman			x	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.			x
BIGNONIACEAE				<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	x	x	
<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith			x	<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez		x	
BURSERACEAE				<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	x		
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	x	x		LYTHRACEAE			
CHLORANTHACEAE				<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	x		
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.		x		MAGNOLIACEAE			
CHRYSOBALANACEAE				<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.		x	
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.			x	MALPIGHIACEAE			
CLUSIACEAE				<i>Byrsonima</i> cf. <i>ligustrifolia</i> A. St.-Hil.		x	
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	x	x		<i>Byrsonima</i> sp.		x	
CYATHEACEAE				MALVACEAE			
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.		x		<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns			x
EUPHORBIACEAE				MELASTOMATACEAE			
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.			x	<i>Miconia chamissois</i> Naudin			x
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.		x		<i>Miconia elegans</i> Cogn.		x	
				<i>Miconia pseudonervosa</i> Cogn.		x	

Famílias/Espécies	C	G	F	Famílias/Espécies	C	G	F
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin			x	<i>Piper arboreum</i> Aubl.		x	
<i>Tibouchina</i> sp.			x	RUBIACEAE			
MELIACEAE				<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.			x
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.			x	<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.	x	x	
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl		x		Arg.			
MONIMIACEAE				<i>Coffea arabica</i> L.*			x
<i>Macropelus ligustrinus</i> (Tul.) Perk.	x	x		<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.			x
MORACEAE							
<i>Ficus citrifolia</i> Mill.			x	<i>Psychotria mapourioides</i> DC.			x
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D. Bouché			x	<i>Psychotria</i> sp.	x		
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	x	x		<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	x		
MYRISTICACEAE				SALICACEAE			
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	x	x		<i>Casearia mariquitensis</i> Kunth			x
MYRSINACEAE				<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	x	x	
<i>Cybianthus densicomus</i> Mart.		x		SAPINDACEAE			
<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez			x	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	x		
<i>Rapanea gardneriana</i> (A. DC.) Mez		x		<i>Matayba guianensis</i> Aubl.			x
MYRTACEAE				SIPARUNACEAE			
<i>Calyptanthes grandiflora</i> O. Berg		x		<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	x	x	
<i>Eugenia acutata</i> Miq.	x			SOLANACEAE			
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.		x		<i>Cestrum megalophyllum</i> Dunal			x
<i>Myrcia</i> cf. <i>palustris</i> DC.		x		STYRACACEAE			
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.			x	<i>Styrax pohlii</i> A. DC.			x
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	x			THEACEAE			
<i>Myrcia venulosa</i> DC.		x		<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng			x
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	x			THYMELAEACEAE			
<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg	x	x		<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling			x
NYCTAGINACEAE				URTICACEAE			
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	x			<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.			x
OCHNACEAE				<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul			x
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	x			VOCHYSIACEAE			
PHYLLANTHACEAE				<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.			x
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	x	x		WINTERACEAE			
PIPERACEAE				<i>Drimys brasiliensis</i> Miers			x

Tabela 3. Espécies arbustivas e arbóreas (PAP  $\geq$  10 cm) encontradas sobre Cambissolos, em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista (SP), Brasil. NI = número de indivíduos amostrados (em 0,08 ha); DeA = densidade absoluta (indivíduos.ha<sup>-1</sup>); DoA = dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); FA = frequência absoluta (%); VI = valor de importância (%).

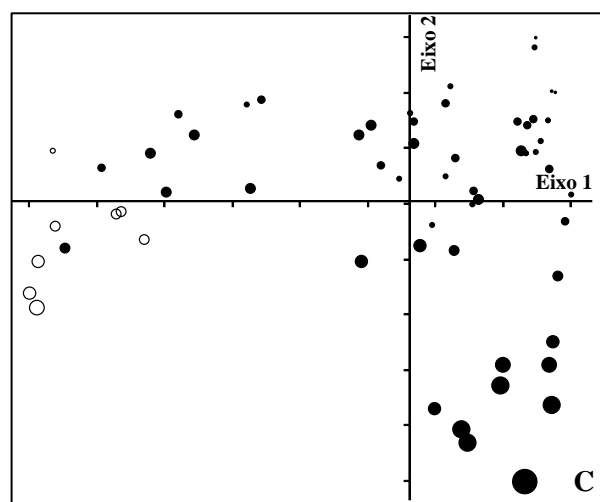
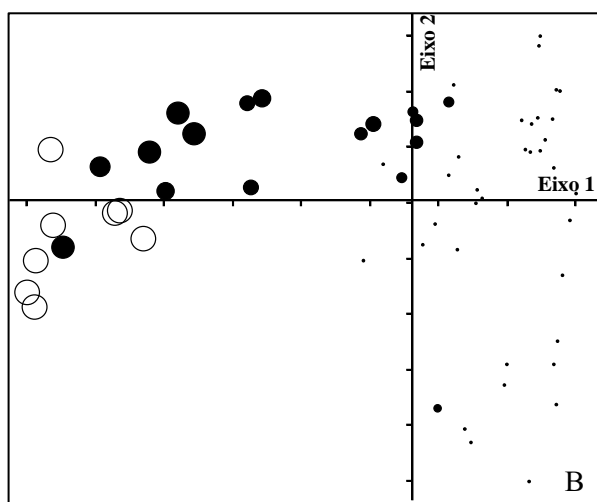
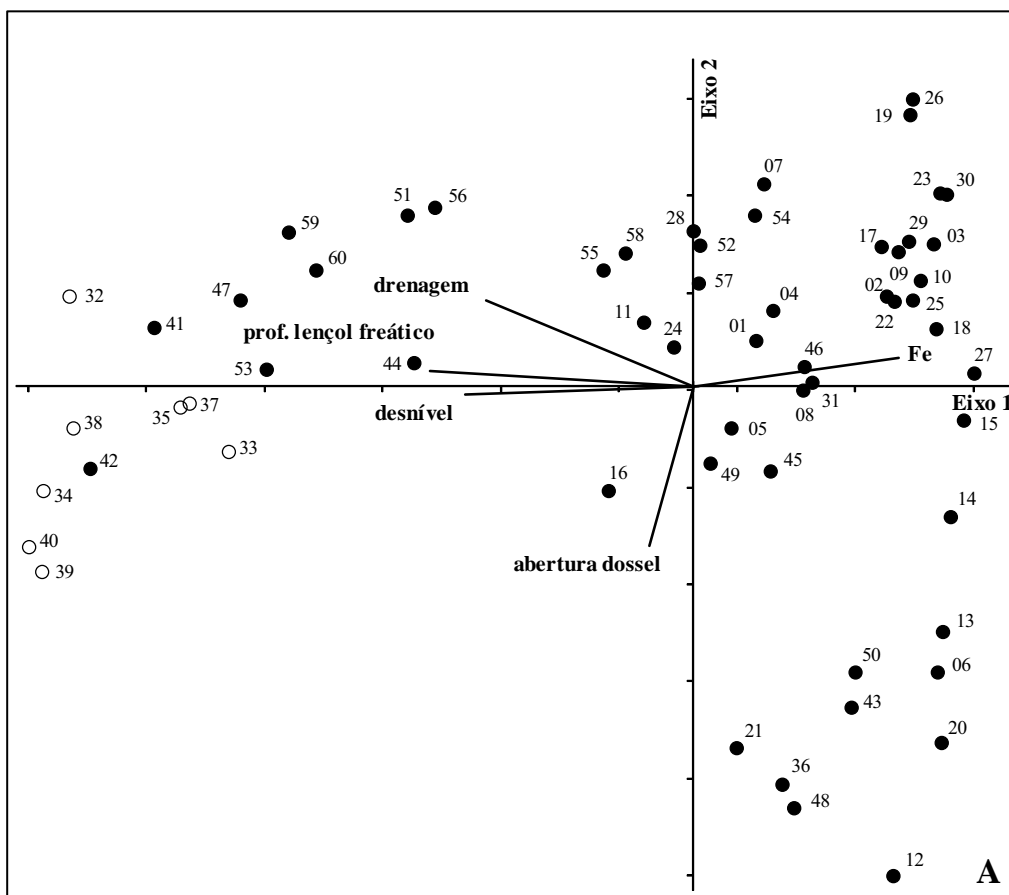
Espécies	NI	DeA	DoA	FA	VI	Espécies	NI	DeA	DoA	FA	VI
<i>Protium spruceanum</i>	43	538	5,84	100	16,66	<i>Coussarea</i>	2	25	0,32	25	1,44
						<i>hydrangeifolia</i>					
<i>Siphoneugena densiflora</i>	28	350	3,15	88	10,76	<i>Ocotea corymbosa</i>	2	25	0,07	25	1,14
<i>Tapirira guianensis</i>	10	125	4,50	63	8,66	<i>Myrciaria floribunda</i>	2	25	0,08	25	1,11
<i>Ocotea pulchella</i>	10	125	4,23	63	8,35	<i>Ouratea castaneifolia</i>	2	25	0,08	25	1,09
<i>Virola sebifera</i>	18	225	0,74	100	6,73	<i>Siparuna guianensis</i>	2	25	0,08	25	1,09
<i>Copaifera langsdorffii</i>	12	150	2,13	75	6,62	<i>Geonoma brevispatha</i>	2	25	0,08	13	0,72
<i>Xylopia sericea</i>	18	225	1,08	75	6,38	<i>Rudgea viburnoides</i>	1	13	0,08	13	0,66
<i>Calophyllum brasiliense</i>	7	88	1,23	75	4,78	<i>Guapira opposita</i>	1	13	0,08	13	0,58
<i>Lafoensia pacari</i>	2	25	3,13	25	4,67	<i>Eugenia acutata</i>	1	13	0,08	13	0,57
<i>Lacistema hasslerianum</i>	16	200	0,32	50	4,44	<i>Hyeronima</i>	1	13	0,08	13	0,56
						<i>alchorneoides</i>					
<i>Andira anthelmia</i>	3	38	0,59	38	2,27	<i>Macropelus</i>	1	13	0,08	13	0,56
						<i>ligustrinus</i>					
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	6	75	0,33	25	2,09	<i>Casearia sylvestris</i>	1	13	0,08	13	0,55
<i>Xylopia emarginata</i>	3	38	0,37	38	2,02	<i>Cupania vernalis</i>	1	13	0,08	13	0,55
<i>Vitex polygama</i>	5	63	0,33	25	1,93	<i>Platypodium elegans</i>	1	13	0,08	13	0,55
<i>Myrcia tomentosa</i>	4	50	0,14	38	1,92	<i>Psychotria</i> sp.	1	13	0,08	13	0,55

Tabela 4. Espécies arbustivas e arbóreas (PAP  $\geq$  10 cm) encontradas sobre Gleissolos, em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista (SP), Brasil. NI = número de indivíduos amostrados (em 0,52 ha); DeA = densidade absoluta (indivíduos.ha<sup>-1</sup>); DoA = dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); FA = frequência absoluta (%); VI = valor de importância (%).

Espécies	NI	DeA	DoA	FA	VI	Espécies	NI	DeA	DoA	FA	VI
<i>Protium spruceanum</i>	380	731	11,63	96	19,35	<i>Nectandra nitidula</i>	4	8	0,07	6	0,33
<i>Calophyllum brasiliense</i>	344	662	12,20	92	18,99	<i>Pera obovata</i>	4	8	0,06	4	0,26
<i>Tapirira guianensis</i>	146	281	8,39	88	12,31	<i>Cecropia pachystachya</i>	2	4	0,04	4	0,20
<i>Xylopia emarginata</i>	183	352	6,36	83	11,21	<i>Hedyosmum brasiliense</i>	3	6	0,01	4	0,20
<i>Geonoma brevispatha</i>	227	437	0,37	83	7,41	<i>Cestrum megalophyllum</i>	3	6	0,01	4	0,20
<i>Guarea macrophylla</i>	144	277	0,51	67	5,44	<i>Duguetia lanceolata</i>	2	4	0,02	4	0,19
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	43	83	1,02	42	3,10	<i>Myrcia cf. palustris</i>	2	4	0,01	4	0,18
<i>Myrcia laruotteana</i>	79	152	0,36	25	2,62	<i>Siparuna guianensis</i>	2	4	0,01	4	0,18
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	54	104	0,30	37	2,53	<i>Schefflera morototoni</i>	2	4	0,01	4	0,18
<i>Rapanea gardneriana</i>	31	60	0,41	33	2,06	<i>Siphoneugena densiflora</i>	2	4	0,02	2	0,12
<i>Magnolia ovata</i>	17	33	0,29	29	1,57	<i>Copaifera langsdorffii</i>	2	4	0,02	2	0,12
<i>Piper arboreum</i>	29	56	0,07	27	1,56	<i>Coussarea hydrangeifolia</i>	2	4	0,01	2	0,11
<i>Miconia pseudonervosa</i>	24	46	0,06	23	1,31	<i>Xylopia sericea</i>	1	2	0,03	2	0,11
<i>Styrax pohlii</i>	14	27	0,10	25	1,24	<i>Coffea arabica</i>	2	4	0,01	2	0,11
<i>Aniba heringeri</i>	11	21	0,06	17	0,87	<i>Dendropanax cuneatus</i>	1	2	0,02	2	0,10
<i>Macropeplus ligustrinus</i>	14	27	0,07	15	0,87	<i>Myrcia venulosa</i>	1	2	0,01	2	0,09
<i>Byrsonima cf. ligustrifolia</i>	8	15	0,08	13	0,69	<i>Ocotea lancifolia</i>	1	2	0,01	2	0,09
<i>Psychotria mapourioides</i>	8	15	0,01	13	0,64	<i>Daphnopsis fasciculata</i>	1	2	0,01	2	0,09
<i>Alchornea triplinervia</i>	5	10	0,32	8	0,62	<i>Byrsonima sp.</i>	1	2	0,01	2	0,09
<i>Virola sebifera</i>	7	14	0,19	8	0,55	<i>Casearia sylvestris</i>	1	2	0,01	2	0,09
<i>Miconia elegans</i>	6	12	0,02	12	0,54	<i>Posoqueria latifolia</i>	1	2	0,01	2	0,09
<i>Gordonia fruticosa</i>	6	12	0,06	8	0,44	<i>Calyptranthes grandiflora</i>	1	2	0,01	2	0,09
<i>Cyathea delgadii</i>	4	8	0,06	8	0,40	<i>Cybianthus densicomus</i>	1	2	0,01	2	0,09
<i>Ocotea corymbosa</i>	4	8	0,01	8	0,36						

Variáveis ambientais e distribuição das espécies – Altas correlações entre as variáveis ambientais e as espécies foram encontradas para os dois primeiros eixos da ordenação na CCA (81,6% para o eixo 1 e 63,4% para o eixo 2) e o teste de Mantel indicou que essas correlações foram significativas ( $P = 0,002$  para o eixo 1 e  $P = 0,012$  para o eixo 2). O eixo 1 separou as parcelas de acordo com as condições hídricas, desnível topográfico e propriedades químicas dos solos, evidenciando os Cambissolos como solos melhor drenados e com maior declive, e os Gleissolos, mais alagados, sobre topografia mais plana e com maior concentração de Fe (Fig. 2A). Entretanto, algumas parcelas estabelecidas sobre Gleissolos também foram caracterizadas por maior profundidade do lençol freático (Fig. 2B) e maior desnível topográfico, de forma que se agruparam, na ordenação, com parcelas sobre os Cambissolos. O eixo 2 separou principalmente o grupo de parcelas inseridas nos Gleissolos em dois subgrupos, de acordo com a porcentagem de abertura do dossel (Fig. 2C). No primeiro subgrupo (no vértice superior direito), a abertura de dossel variou entre 11% (parcela 23) e 20% (parcela 31), enquanto no segundo subgrupo (vértice inferior direito) variou entre 26% (parcela 13) e 43% (parcela 12). Cada grupo de parcelas teve um conjunto de espécies características (Fig. 2D) e as correlações dessas espécies com as variáveis ambientais mais importantes de cada eixo são apresentadas na Tab. 5.





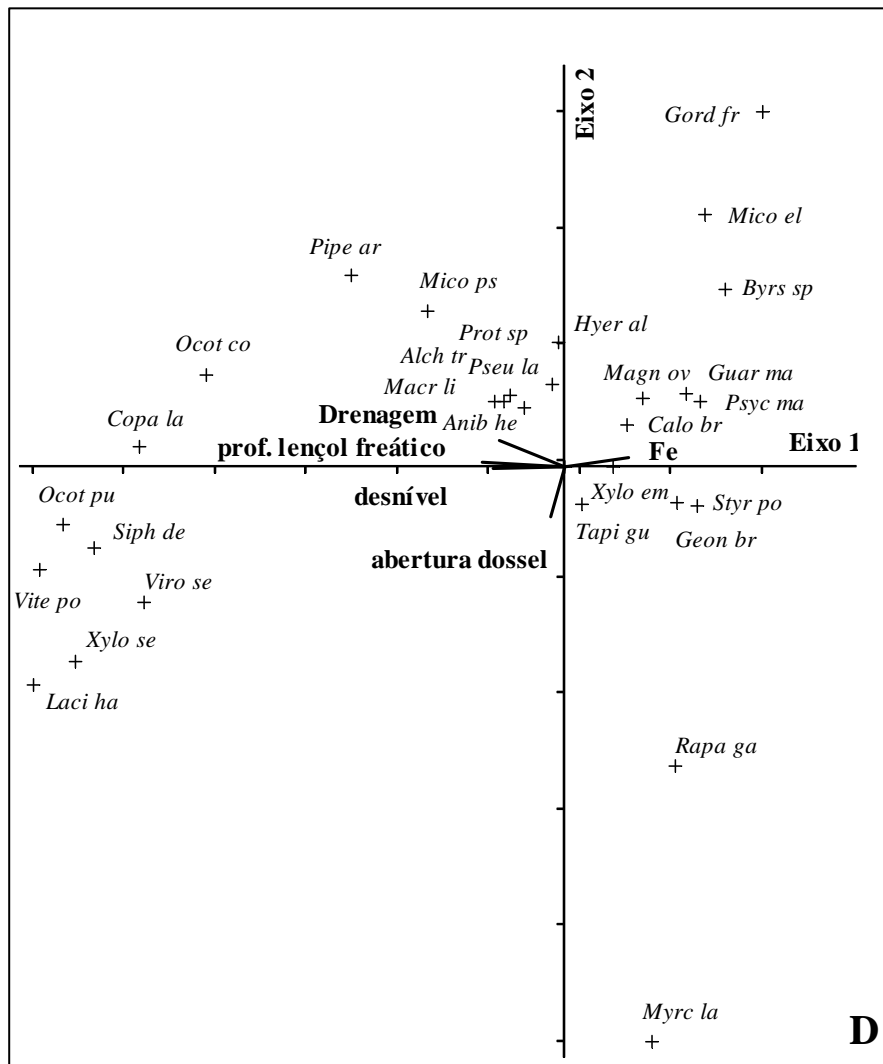


Figura 2. Análise de correspondência canônica: diagramas de ordenação das parcelas de acordo com a densidade de espécies e variáveis ambientais em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. A – ordenação das parcelas em função das cinco variáveis ambientais (profundidade do lençol freático, desnível topográfico, Ferro, drenagem na estação chuvosa e abertura do dossel) utilizadas na análise (○ = Cambissolos; ● = Gleissolos). B – representação das parcelas de acordo com a profundidade do lençol freático (símbolos maiores representam maior profundidade). C – representação das parcelas de acordo com a abertura do dossel (símbolos maiores representam maior porcentagem de abertura). D – ordenação das 29 espécies mais abundantes em função das cinco variáveis ambientais utilizadas na análise. A nomenclatura das espécies, cujos nomes foram abreviados, é dada na Tab. 5.

Das 29 espécies mais abundantes, 19 mostraram-se correlacionadas ou com a profundidade do lençol freático ou com a abertura do dossel (Tab. 5). Entretanto, um maior número de espécies (16) apresentou correlação com a profundidade do lençol, evidenciando a maior importância das condições hídricas na distribuição das espécies da floresta estudada. Espécies como *Calophyllum brasiliense*, *Geonoma brevispatha*, *Guarea macrophylla* e *Xylopia emarginata* estiveram associadas a solos com lençol freático superficial na estação seca, enquanto *Copaifera langsdorffii*, *Lacistema hasslerianum* Chodat, *Ocotea pulchella*, *Virola sebifera* e *Xylopia sericea* A. St.-Hil., entre outras, foram associadas a parcelas com lençol freático mais profundo. *C. brasiliense* e *G. macrophylla* também estiveram associadas a parcelas com menor abertura de dossel, enquanto *Myrcia laruotteana* e *X. sericea* foram associadas à maior porcentagem de abertura de dossel.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre duas variáveis ambientais e 29 espécies com cinco ou mais indivíduos, em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. Os valores de  $P$  estão representados entre parêntesis; o negrito indica correlações significativas para  $P \leq 0,05$  ( $\leq 0,025$  após correção seqüencial de Bonferroni). A abreviação das espécies foi utilizada na análise de correspondência canônica - CCA (Fig. 2B).

Espécies	Abreviatura	Lençol freático	Abertura de dossel
<i>Alchornea triplinervia</i>	<i>Alch tr</i>	0,011 (0,932)	-0,162 (0,216)
<i>Aniba heringeri</i>	<i>Anib he</i>	-0,085 (0,516)	-0,062 (0,637)
<i>Byrsonima cf. ligustrifolia</i>	<i>Byrs sp</i>	<b>-0,293 (0,023)</b>	-0,272 (0,035)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	<i>Calo br</i>	<b>-0,427 (0,001)</b>	<b>-0,359 (0,005)</b>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Copa la</i>	<b>0,474 (0,000)</b>	0,163 (0,212)
<i>Geonoma brevispatha</i>	<i>Geon br</i>	<b>-0,677 (0,000)</b>	-0,152 (0,248)
<i>Gordonia fruticosa</i>	<i>Gord fr</i>	-0,216 (0,098)	<b>-0,394 (0,002)</b>
<i>Guarea macrophylla</i>	<i>Guar ma</i>	<b>-0,576 (0,000)</b>	<b>-0,310 (0,016)</b>
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	<i>Hyer al</i>	-0,186 (0,155)	-0,184 (0,159)
<i>Lacistema hasslerianum</i>	<i>Laci ha</i>	<b>0,449 (0,000)</b>	0,250 (0,053)
<i>Macropelplus ligustrinus</i>	<i>Macr li</i>	-0,050 (0,706)	-0,129 (0,324)
<i>Magnolia ovata</i>	<i>Magn ov</i>	-0,265 (0,040)	-0,216 (0,098)
<i>Miconia elegans</i>	<i>Mico el</i>	-0,269 (0,037)	<b>-0,305 (0,018)</b>
<i>Miconia pseudonervosa</i>	<i>Mico ps</i>	0,191 (0,144)	-0,022 (0,869)
<i>Myrcia laruotteana</i>	<i>Myrc la</i>	-0,177 (0,176)	<b>0,296 (0,022)</b>
<i>Ocotea corymbosa</i>	<i>Ocot co</i>	<b>0,357 (0,005)</b>	0,077 (0,559)
<i>Ocotea pulchella</i>	<i>Ocot pu</i>	<b>0,506 (0,000)</b>	0,160 (0,221)
<i>Piper arboreum</i>	<i>Pipe ar</i>	<b>0,411 (0,001)</b>	0,087 (0,507)

*continua*

Tabela 5 (continuação)

Espécies	Abreviatura	Lençol freático	Abertura de dossel
<i>Protium spruceanum</i>	<i>Prot sp</i>	-0,017 (0,900)	-0,276 (0,032)
<i>Rapanea gardneriana</i>	<i>Rapa ga</i>	<b>-0,408 (0,001)</b>	0,152 (0,245)
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	<i>Pseu la</i>	-0,148 (0,259)	-0,146 (0,267)
<i>Psychotria mapourioides</i>	<i>Psyc ma</i>	-0,229 (0,078)	-0,152 (0,247)
<i>Siphoneugena densiflora</i>	<i>Siph de</i>	<b>0,541 (0,000)</b>	0,260 (0,045)
<i>Styrax pohlli</i>	<i>Styr po</i>	<b>-0,303 (0,018)</b>	-0,249 (0,055)
<i>Tapirira guianensis</i>	<i>Tapi gu</i>	-0,232 (0,075)	0,010 (0,937)
<i>Virola sebifera</i>	<i>Viro se</i>	<b>0,672 (0,000)</b>	0,279 (0,030)
<i>Vitex polygama</i>	<i>Vite po</i>	<b>0,312 (0,015)</b>	0,139 (0,291)
<i>Xylopia emarginata</i>	<i>Xylo em</i>	<b>-0,299 (0,020)</b>	-0,084 (0,525)
<i>Xylopia sericea</i>	<i>Xylo se</i>	<b>0,491 (0,000)</b>	<b>0,337 (0,008)</b>

## Discussão

Composição florística e estrutural – O número de espécies encontradas em Cristais Paulista foi superior ao observado em outras florestas paludosas no Brasil, que de modo geral detiveram de 30 a 60 espécies (ver Silva *et al.* 2007). Embora os diferentes critérios de inclusão dos indivíduos e os esforços amostrais muito distintos dificultem uma comparação mais precisa entre as florestas, a riqueza encontrada corrobora um padrão que emergiu com os estudos recentes: o incremento da riqueza florística dessas florestas tem sido relatado em função das diferentes condições edáficas locais e da interface com outros tipos florestais (Marques *et al.* 2003; Rocha *et al.* 2005; Teixeira *et al.* 2008), de forma que, sob essas

condições, o número de espécies pode chegar a 100 ou mais (Rocha *et al.* 2005; Loures *et al.* 2007).

A estrutura da vegetação estudada foi determinada pela acentuada concentração de muitos indivíduos em poucas espécies, principalmente nos trechos mal drenados (Gleissolos). De modo geral, destacaram-se *Protium spruceanum*, *Calophyllum brasiliense*, *Tapirira guianensis*, *Xylopia emarginata* e *Geonoma brevspatha*, que perfizeram 66% dos indivíduos quantificados. Essa prevalência de poucas espécies é responsável pelo baixo valor de diversidade dessas formações, cujos índices de Shannon quase sempre são inferiores a 3,0, podendo ser inclusive inferior ou próximo a 2,0 (Waechter & Jarenkow 1998; Teixeira & Assis 2005; Scarano 2006). A comparação com outras florestas paludosas estudadas no sudeste do Brasil (excluindo a região costeira) e no Brasil central, denominadas de floresta de galeria inundável, evidencia que muitas espécies importantes em cada comunidade são comuns às duas regiões, como *Calophyllum brasiliense*, *Dendropanax cuneatus* Decne & Planch., *Euterpe edulis* Mart., *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata* (A. St.-Hil.) Spreng., *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis* (Torres *et al.* 1994; Ivanauskas *et al.* 1997; Toniato *et al.* 1998; Guarino & Walter 2005; Teixeira & Assis 2005; Dietzsch *et al.* 2006). Entretanto, *Xylopia emarginata*, quarta espécie com maior valor de importância no presente estudo, e muito comum nas florestas paludosas do Brasil Central (Oliveira Filho *et al.* 1990; Guarino & Walter 2005; Dietzsch *et al.* 2006), tem sua distribuição restrita às florestas paludosas do sudeste inseridas em uma matriz de Cerrado ou zona de contato Cerrado – florestas estacionais semidecíduais. Nessa situação, a espécie teve grande importância em florestas paludosas estudadas em Uberlândia – MG (Nogueira & Schiavini 2003), Bauru – SP (Carboni 2007) e Itirapina – SP (capítulo 1). Outra espécie marcante das florestas de galeria do triângulo mineiro e do Brasil Central, principalmente no subtipo inundável, é *Pseudolmedia laevigata*, que deteve o oitavo VI em Cristais Paulista. Essa espécie ainda não

havia sido registrada em outras florestas paludosas no Estado de São Paulo. A afinidade florística entre as florestas paludosas do sudeste e do Brasil central foi destacada por Guarino & Walter (2005). Os autores observaram que, além das espécies, muitos gêneros são comuns às florestas paludosas das duas regiões, como *Cyathea*, *Ficus*, *Geonoma*, *Ilex*, *Ocotea*, *Protium* e *Styrax*. Desses gêneros, apenas *Ilex* não foi encontrado no presente estudo, confirmando a observação dos autores.

Das famílias representadas por um maior número de espécies em Cristais Paulista, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae e Myrtaceae estiveram, juntamente com Meliaceae, entre as mais ricas em florestas paludosas do interior do Brasil (Torres *et al.* 1994; Costa *et al.* 1997; Ivanauskas *et al.* 1997; Toniato *et al.* 1998; Paschoal & Cavassan 1999; Marques *et al.* 2003, Rocha *et al.* 2005; Guarino & Walter 2005; Teixeira & Assis 2005; Loures *et al.* 2007). Já a riqueza de Melastomataceae e Rubiaceae pode estar associada ao critério adotado para inclusão dos indivíduos, que possibilitou a amostragem de representantes de sub-bosque. Em outras florestas interioranas, como as semidecíduais e ribeirinhas sobre melhores condições de drenagem, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae e Myrtaceae foram, juntamente com Rutaceae, as mais bem representadas (Leitão Filho 1982; Pagano & Leitão Filho 1987; Rodrigues *et al.* 1989; Salis *et al.* 1994; Silva *et al.* 1995), de forma que a riqueza de espécies não se mostra um bom parâmetro para distinguir famílias típicas de florestas paludosas. Entretanto, enquanto as famílias mais ricas são também as mais importantes naquelas florestas, as poucas espécies prevalentes nas florestas paludosas influenciam no maior valor de importância das famílias às quais pertencem, sendo Anacardiaceae, Burseraceae, Clusiaceae, Magnoliaceae e Meliaceae destacadas como mais importantes na maioria dos estudos (e.g. Ivanauskas *et al.* 1997; Toniato *et al.* 1998; Marques *et al.* 2003; Teixeira & Assis 2005). Um fato marcante é que Fabaceae, muito expressiva tanto em número de espécies quanto em densidade de indivíduos nas formações Neotropicais, é uma família pouco

importante (em VI) em florestas paludosas interioranas do sudeste e do Brasil Central (Walter & Ribeiro 1997). Em ambientes mal drenados, a família é expressiva apenas em algumas florestas paludosas no domínio Amazônico, onde são favorecidas pela simbiose com bactérias noduladoras (Koponen *et al.* 2003; 2004).

Distribuição de espécies e variações ambientais – Os resultados demonstraram que as condições edáficas e a composição das espécies da floresta estudada variaram em uma escala espacial reduzida, de poucas centenas metros. Em função da maior permanência da água na superfície do solo, o fundo do vale foi caracterizado pelas maiores concentrações de matéria orgânica, por ter sua decomposição reduzida, soma de bases e Fe. No fundo de vale, a drenagem mais deficiente pode ter determinado vantagens competitivas para algumas espécies, resultando em uma maior dominância ecológica e menor diversidade em comparação com os trechos melhor drenados. A saturação hídrica do solo tem sido apontada como agente primário na determinação das características físicas, químicas e biológicas dos solos (Hughes 1990) e exerce importante função na estruturação das comunidades vegetais em florestas ribeirinhas. O incremento de matéria orgânica, bases e Fe com o aumento da saturação hídrica do solo também foi relatado por Budke *et al.* (2008) em uma floresta ribeirinha no sul do Brasil.

As condições topográficas associadas à geologia, aos solos e ao regime de chuvas local determinam o hidroperíodo, que é caracterizado principalmente pela frequência e duração da permanência da água no solo, assim como pela altura da lâmina d'água (Lugo *et al.* 1990). Nas margens do curso d'água da floresta estudada, a topografia mais plana e o lençol freático próximo à superfície favorecem a maior frequência de inundações em relação aos trechos mais declivosos. Dessa forma, as inundações no fundo de vale podem ocorrer de acordo com o regime pluviométrico local e permanecer por dias ou meses. Essas condições determinam maior instabilidade desses solos e, conseqüentemente, uma maior variação na



abertura do dossel (entre 11 e 43%), resultando em uma vegetação distinta e mais dinâmica do que aquela associada aos solos mais bem drenados. A diversidade de espécies nos Gleissolos (fundo de vale) foi inferior aos trechos de maior declive sobre Cambissolos, onde a água permanece por menos tempo na superfície, provavelmente em função da saturação hídrica, visto que poucas espécies desenvolveram mecanismos que possibilitam a colonização de ambientes mais estressantes (Joly 1991). A relação entre o incremento da saturação hídrica dos solos e o decréscimo dos valores de diversidade corrobora outros estudos em florestas paludosas Neotropicais (Koponem *et al.* 2004; Scarano 2006; Teixeira *et al.* 2008).

A heterogeneidade ambiental da área estudada mostrou-se como um importante fator que determina a distribuição e a coexistência de espécies com diferentes exigências às condições microambientais, visto que 66% das espécies mais abundantes estiveram associadas ou a profundidade do lençol freático na estação seca ou a abertura do dossel. Além disso, apenas *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis* estiveram entre as espécies de maior VI nos dois tipos de solo, independentemente das condições ambientais. Enquanto *T. guianensis* é uma espécie generalista, de ampla ocorrência geográfica, que ocorre nos cerrados e em diversos tipos florestais (Oliveira Filho & Ratter 1995), *P. sprucenaum* ocorre amplamente pelas florestas paludosas, em microsítios bem ou mal drenados (Silva *et al.* 2007; Teixeira *et al.* 2008). Por outro lado, espécies como *Calophyllum brasiliense*, *Geonoma brevispatha*, *Guarea macrophylla*, *Hyeronima alchorneoides* Allemão, *Rapanea gardneriana* (A. DC.) Mez e *Xylopia emarginata* prevaleceram nos Gleissolos, no fundo de vale, e juntamente com *Styrax pohlii* A. DC. estiveram associadas aos solos mal drenados. Essas espécies são destacadas como espécies típicas de ambientes inundáveis em florestas de galeria (Sampaio *et al.* 2000; Correia *et al.* 2001). Outras espécies típicas de solos mal drenados, que foram encontradas no presente estudo, incluem *Euterpe edulis*, *Macropeplus ligustrinus* (Tul.) Perk.,

*Magnolia ovata*, *Miconia chamissois* Naudin, *Psychotria mapourioides* DC. e *Tabebuia umbellata* (Sond.) Sandwith (Walter & Ribeiro 1997).

Espécies como *Copaifera langsdorffii*, *Lacistema hasslerianum*, *Ocotea corymbosa* (Meisn.) Mez, *O. pulchella*, *Siphoneugena densiflora*, *Virola sebifera* e *Xylopia sericea*, associadas aos solos de melhor drenagem da área de estudo (Cambissolos), são pouco comuns em florestas paludosas, mas apresentam incremento na densidade em florestas de galeria sobre solos bem drenados, florestas semidecíduais e também nos cerrados (Araújo & Haridassan 1997; Walter & Ribeiro 1997; Teixeira *et al.* 2004; Kotchetkoff Henriques *et al.* 2005; Teixeira & Rodrigues 2006). Outras espécies encontradas em Cristais Paulista e que também prevalecem sobre solos bem drenados incluem *Cupania vernalis* Cambess., *Matayba guianensis* Aubl., *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *M. tomentosa* (Aubl.) DC., *Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez, *Rudgea viburnoides* (Cham.) Benth., *Siparuna guianensis* Aubl., *Vitex polygama* Cham. e *Vochysia tucanorum* Mart., entre outras. A maioria dessas espécies foi observada em uma floresta de galeria não sujeita a alagamentos, na mesma microbacia hidrográfica da floresta estudada, sendo que *V. sebifera*, *T. guianensis*, *C. langsdorffii*, *M. splendens*, *S. guianensis*, *X. sericea* e *O. pulchella* figuraram entre as espécies com maiores VI da floresta (Teixeira & Rodrigues 2006). Dessa forma, a comunidade estabelecida sobre os Cambissolos apresenta elementos florísticos semelhantes às florestas de galeria não inundáveis.

As espécies em comum com os outros tipos vegetacionais como os cerrados, florestas de galeria e semidecíduais, encontradas principalmente sobre Cambissolos, evidenciam que muitas espécies generalistas são compartilhadas com a floresta estudada. Essa flora compartilhada é atribuída ao fato de que a umidade do solo nas bordas das florestas ribeirinhas é relativamente mais baixa do que no seu interior (Oliveira Filho & Ratter 1995). Esse fato permite o estabelecimento de espécies típicas de solos bem drenados tanto na borda

quanto em sítios bem drenados de florestas ribeirinhas. Já *Myrcia laruottena*, espécie comum de florestas paludosas e aluviais (Silva *et al.* 2007), esteve associada, juntamente com *X. sericea*, a trechos com maior abertura de dossel. Outras espécies encontradas na floresta estudada que ocorrem principalmente em trechos de maior incidência luminosa, como bordas e clareiras de florestas ribeirinhas, incluem *Cecropia pachystachya* Trecul e *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Sampaio *et al.* 2000).

As diferentes condições ambientais da área estudada, relacionadas aos tipos de solo, topografia, condições de drenagem e abertura de dossel determinam mosaicos de associações de espécies, que variam conforme o micro-ambiente. Nessas condições, espécies com diferentes exigências às condições edáficas e de luminosidade coexistem, resultando em um incremento na diversidade local. A heterogeneidade ambiental interna da floresta, associada à sua localização geográfica, são responsáveis por uma flora diversificada, que inclui elementos de diferentes tipos florestais e cerrados. Essas características devem ser consideradas nos planos de conservação e restauração dos remanescentes da região.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a CAPES, pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor; FAPESP, pelo auxílio pesquisa (Processo 07/52613-5); Idea Wild, pela doação de equipamentos para trabalho de campo; Sr. Galvão, pela autorização para desenvolver o trabalho na fazenda Tamboril; Jairo J. Rueda, pela ajuda na classificação dos solos; José C. Casagrande e José G. Peres, pela análise das propriedades químicas e granulométricas das amostras de solo; João B. Baitello (Lauraceae), Marcos Sobral (Myrtaceae), Rodrigo A.S. Pereira (*Ficus*), Sérgio Romaniuc Neto (*Pseudolmedia*), Renato Goldenberg (*Miconia*), Roseli B. Torres (*Casearia*) e Vinícius A.O. Dittrich (*Cyathea*), pela ajuda na identificação

das espécies; Dalila V. Freitas, pela tradução do abstract e confecção do mapa; Alexandre C. Oliveira, Dalila V. Freitas e Eliseu A.T. Neto, pela ajuda nos trabalhos de campo.

### Referências bibliográficas

- APG II – Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society** **141**: 399–436.
- Almeida, F.F.M. 1974. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia.
- Araújo, G.M. & Haridassan, M. 1997. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. **Naturalia** **22**: 115-129.
- Budke, J.C.; Jarenkow, J.A. & Oliveira Filho, A.T. 2008. Tree community features of two stands of riverine forest under different flooding regimes in Southern Brazil. **Flora** **203**: 162-174.
- Carboni, M. 2007. **Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecídua ribeirinha com influência fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru – SP**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Correia, J.R.; Haridassan, M.; Reatto, A.; Martins, E.S. & Walter, B.M.T. 2001. Influência dos fatores edáficos na distribuição de espécies arbóreas em matas de galeria na região do cerrado: uma revisão. Pp. 51-76. In: J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca & J.C. Souza-Silva (eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, Embrapa.

- Costa, F.R.C.; Schlittler, F.H.M.; César, O. & Monteiro, R. 1997. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um remanescente de brejo no Município de Brotas, SP. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** 40(2): 263-270.
- Damasceno Junior, G.A.; Semir, J.; Santos, F.A.M. & Leitão Filho, H.F. 2005. Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. **Flora** 200: 119-135.
- Dietzsch, L.; Rezende, A.V.; Pinto, J.R.R. & Pereira, B.A.S. 2006. Caracterização da flora arbórea de dois fragmentos de mata de galeria do Parque Canjerana, DF. **Cerne** 12(3): 201-210.
- Embrapa 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária & Centro Nacional de Pesquisa de Solos.
- Felfili, J.M. 1995. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. **Vegetatio** 117(1): 1-15.
- Frazer, G.W.; Canham, C.D. & Lertzman, K.P. 1999. **Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0**: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. New York, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies.
- Guarino, E.S.G. & Walter, B.M.T. 2005. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de matas de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(3): 431-442.
- Hughes, F.M.R. 1990. The influence of flooding regimes on forest distribution and composition in the Tana River floodplain, Kenya. **Journal of Applied Ecology** 27: 475-491.

- Ivanauskas, N.M.; Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. 1997. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica** 20(2): 139-153.
- Joly, C.A. 1991. Flooding tolerance in tropical trees. Pp. 23-43. In: M.B. Jackson, D.D Davies & H. Lambers (eds.). **Plant life under oxygen deprivation: ecology, physiology and biochemistry**. The Hague, SBP Academic Publishing.
- Koponen, P.; Nygren, P.; Domenach, A.M.; Roux, C.L.; Saur, E. & Roggy, J.C. 2003. Nodulation and dinitrogen fixation of legume trees in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** 19: 665-666.
- Koponen, P.; Nygren, P.; Sabatier, D.; Rousteau, A. & Saur, E. 2004. Tree species diversity and forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. **Plant Ecology** 173: 17-32.
- Kotchetkoff Henriques, O.; Joly, C.A. & Bernacci, L.C. 2005. Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 28(3): 541-562.
- Leitão Filho, H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo** 16A: 197-206.
- Lieberman, M.; Lieberman, D.; Hartshorn, G.S. & Peralta, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. **Journal of Ecology** 73: 505-516.
- Loures, L.; Carvalho, D.A.; Machado, E.L.M & Marques, J.J.G.S.M.. 2007. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 21(4): 885-896.
- Lugo, A.E.; Brown, S. & Brinson, M.M. 1990. Concepts in wetland ecology. Pp. 53-85. In: A.E. Lugo, M.M. Brinson & S. Brown (eds.). **Ecosystems of the world 15: Forested wetlands**. Amsterdam, Elsevier.

- Marques, M.C.M.; Silva, S.M. & Salino, A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **17**(4): 495-506.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1999. **PC-ORD**. Multivariate analysis of ecological data, version 4.0. Oregon Glaneden Beach, MjM Software Desing.
- Nogueira, M.F. & Schiavini, I. 2003. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de uma mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. **Bioscience Journal** **19**(2): 89-98.
- Oliveira Filho, A.T.; Ratter, J.A. & Shepherd, G.J. 1990. Floristic composition and community structure of a Brazilian gallery forest. **Flora** **184**: 103-117.
- Oliveira Filho, A.T. & Ratter, J.A. 1995. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plants species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany** **52**(2): 141-194.
- Pagano, S.N. & Leitão Filho, H.F. 1987. Composição florística do estrato arbóreo de mata mesófila semidecídua no Município de Rio Claro (Estado de São Paulo). **Revista Brasileira de Botânica** **10**: 34-47.
- Paschoal, M.E.S. & Cavassan, O. 1999. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do Pelintra, Agudos, SP. **Naturalia** **24**(1): 171-191.
- Raij, B. van., 1983. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, Editora Franciscana (LAFRAME).
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. Pp.89-166. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC.
- Rocha, C.T.V.; Carvalho, D.A.; Fontes, M.A.L.; Oliveira Filho, A.T.; van den Berg, E. & Marques, J.J.G.S.M. 2005. Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e

- de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28(2)**: 203-218.
- Rodrigues, R.R.; Morellato, L.P.C.; Joly, C.A. & Leitão Filho, H.F. 1989. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **12**: 71-84.
- Salis, S.M.; Tamashio, J.Y. & Joly, C.A. 1994. Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um remanescente de mata ciliar do Rio Jacaré Pepira, Brotas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **17(2)**: 93-103.
- Sampaio, A.B.; Walter, B.M.T. & Felfili, J.M. 2000. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na microbacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. **Acta Botanica Brasilica** **14(2)**: 197-214.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. **Annals of Botany** **90**: 517-524.
- Scarano, F.R. 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. **Rodriguésia** **57(3)**: 491-502.
- Scarano, F.R.; Ribeiro, K.T.; Moraes, L.F.D. & Lima, H.C. 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **14**: 793-803.
- Setzer, J. 1966. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, Comissão interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí.
- Shepherd, G.J. 1994. **Fitopac 1**. Manual do usuário. Departamento de Botânica. Universidade Estadual de Campinas.



- Silva, A.C.; van den Berg, E.; Higuchi, P. & Oliveira Filho, A.T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **30**(2): 257-269.
- Silva, F.C.; Fonseca, E.P.; Soares Silva, L.H.; Muller, C. & Bianchini, E. 1995. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do Rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, Município de Sapopema, PR. **Acta Botanica Brasilica** **9**(2): 289-302.
- Souza, A.F. & Martins, F.R. 2005. Spatial variation and dynamics of flooding, canopy openness, and structure in a Neotropical swamp forest. **Plant Ecology** **180**: 161-173.
- Teixeira, A.P. & Assis, M.A. 2005. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Rio Claro (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28**(3): 467-476.
- Teixeira, A.P. & Rodrigues, R.R. 2006. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **20**(4): 803-813.
- Teixeira, A.P.; Assis, M.A.; Siqueira, F.R. & Casagrande, J.C., 2008. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. **Wetlands Ecology and Management** **16**: 451-461.
- Teixeira, M.I.J.G.; Araújo, A.R.; Valeri, S.V. & Rodrigues, R.R. 2004. Florística e fitossociologia de área de cerrado s.s. no Município de Patrocínio Paulista, nordeste do Estado de São Paulo. **Bragantia** **63**(1): 1-11.
- ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio** **69**: 69-77.
- Toniato, M.T.Z.; Leitão Filho, H.F. & Rodrigues, R.R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **21**(2): 197-210.

- Torres, R.B.; Matthes, L.A.F. & Rodrigues, R.R. 1994. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 17(2): 189-194.
- van Andel, T.R. 2003. Floristic composition and diversity of three swamp forests in northwest Guyana. **Plant Ecology** 167: 293-317.
- Waechter, J.L. & Jarenkow, J.A. 1998. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim, Rio Grande do Sul. **Biotemas** 11(1): 45-69.
- Walter, B.M.T. & Ribeiro, J.F. 1997. Spatial floristic patterns in gallery forests in the cerrado region, Brazil. Pp. 339-349. In: J. Imanã-Encinas & C. Kleinn (eds.). **Proceedings of the International Symposium on assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests**. Brasília, University of Brasília.

**CAPÍTULO 3 – Relação entre heterogeneidade ambiental, composição florística e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Sudeste do Brasil (Jeriquara, Estado de São Paulo)<sup>§</sup>**

**§ De acordo com as normas do periódico “Revista Brasileira de Botânica”**

**ABSTRACT** – (Environmental heterogeneity, floristic composition and species distribution relationships in a swamp forest in Southeastern Brazil (Jeriquara, São Paulo State)). We aimed to investigate the relationship between environmental changes (on the soil substrate and canopy openness), floristic composition and species distribution in a swamp forest in Jeriquara, southeastern Brazil. This forest is located on different drainage patterns, as a result of the topographic variation mainly across the water course. Sixty quadrats (10 m x 10 m) were divided into six groups of 10 plots. In each quadrat we evaluated soil chemical and physical (drainage and texture) properties, canopy openness and also quantified individuals with PBH  $\geq$  10 cm. We identified three soil types on the forest. The increase of the soil water saturation has led to a lower number of species richness and diversity, but increase the importance of palm trees, density and basal area of individuals. Canonical correspondence analysis (CCA) indicated that the distribution of the 38 most abundant species (with five or more individuals) was related to the water table depth in the axis 1 and canopy openness and CEC in the axis 2. Spearman’s rank correlation coefficient indicated significant correlations between 50% from the 38 species and at least one of the three variables. This result shows that spatial heterogeneity is an important factor to determine the coexistence of species in the studied forest. As ecological groups, *Calophyllum brasiliense*, *Geonoma brevispatha*, *Magnolia ovata* and *Xylopia emarginata*, among others, were predominant in superficial water table; *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea corymbosa*, *O. pulchella* and *Virola sebifera*,

among others, in better drained soils, and *Cedrela odorata*, *Mauritia flexuosa* and *Tapirira guianensis* in quadrats with higher canopy openness.

Key words – canopy openness, adaptations, flooding, drainage, riverine forests

**RESUMO** – (Relação entre heterogeneidade ambiental, composição florística e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Sudeste do Brasil (Jeriquara, Estado de São Paulo)). O objetivo do presente estudo foi investigar a relação entre variações ambientais (substrato e luminosidade), composição florística e distribuição das espécies em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. Essa floresta está situada sobre diferentes condições de drenagem, que resultam da variação topográfica perpendicular ao curso d'água. Foram estabelecidas 60 parcelas de 10 x 10 m, distribuídas em seis trechos da floresta, com 10 parcelas cada. Em cada parcela foram determinadas as propriedades químicas e físicas (drenagem e textura) do solo, a abertura do dossel e quantificados os indivíduos com PAP  $\geq$  10 cm. Foram identificados três tipos de solos sob as parcelas e, entre eles, observou-se redução na riqueza e diversidade de espécies com o incremento da saturação hídrica. Entretanto, houve aumento na importância de palmeiras, densidade e área basal dos indivíduos. Uma CCA indicou que a distribuição de 38 espécies mais abundantes ( $n \geq$  cinco indivíduos) foi determinada principalmente pela profundidade do lençol freático no eixo 1 e pela abertura do dossel e CTC no eixo 2. O coeficiente de Spearman indicou correlações significativas para 50% dessas espécies com pelo menos uma dessas variáveis, evidenciando que a heterogeneidade espacial é um importante fator para a coexistência das espécies na floresta estudada. Como grupos ecológicos, *Calophyllum brasiliense*, *Geonoma brevispatha*, *Magnolia ovata* e *Xylopia emarginata*, entre outras, destacaram-se sobre solos com lençol freático superficial; *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea corymbosa*, *O. pulchella* e *Virola sebifera*,

entre outras, sobre solos melhor drenados; e *Cedrela odorata*, *Mauritia flexuosa* e *Tapirira guianensis* sob maior abertura de dossel.

Palavras chave – abertura de dossel, adaptações, alagamento, drenagem, florestas ribeirinhas

### Introdução

Nas zonas ribeirinhas distúrbios naturais criam um mosaico ambiental, no tempo e no espaço, pouco comum em outros sistemas (Naiman & Décamps 1997). A dinâmica dos processos fluviomórficos determina diferentes sítios ao longo dos cursos d'água, que variam em termos de sedimentação e erosão fluvial, disponibilidade de nutrientes e textura dos solos, além da frequência e duração das inundações (Ferreira & Stohlgren 1999, Salo *et al.* 2000, Maingi & Marsh 2006). O mosaico ambiental determinado pelas condições edáficas, assim como a influência de outros fatores, como o clima e a interface com a vegetação do entorno, são responsáveis por uma elevada riqueza de espécies vegetais nas florestas ribeirinhas, resultando em dissimilaridades florísticas entre os remanescentes desse tipo florestal (Medley 1992, Veneklaas *et al.* 2005, Teixeira & Rodrigues 2006) e dentro de um mesmo remanescente (Oliveira Filho *et al.* 1990, Felfili 1995, Marimon *et al.* 2002). Além de resguardar uma grande diversidade florística, essas florestas são importantes pela elevada produção de biomassa, manutenção da qualidade da água, ciclo biogeoquímico do nitrogênio, enxofre e oxigênio, controle de erosão e inundações, filtro de poluentes como os agrotóxicos e refúgio para muitas espécies da fauna, como aves e mamíferos (Lugo *et al.* 1990, Kozłowski 2002).

As florestas paludosas caracterizam-se pela presença de água na superfície do solo em caráter quase permanente ao longo do ano, em função do afloramento do lençol freático

(Leitão Filho 1982), ocorrendo em baixadas, depressões, cabeceiras e margens dos cursos d'água (Ivanauskas *et al.* 1997). Apesar de sua ampla distribuição geográfica, estão sempre associadas a solos hidromórficos, sendo, portanto, caracterizadas como florestas de clímax edáfico (Scarano 2002). A saturação hídrica dos solos nessas florestas determina um ambiente altamente seletivo para as espécies vegetais, em função da pouca ou inexistente oxigenação do substrato (Lieberman *et al.* 1985), resultando em uma floresta com diversidade mais baixa do que florestas estabelecidas sobre solos bem drenados (Koponen *et al.* 2004, Teixeira & Assis 2005, Scarano 2006). Outra característica dessas florestas é a existência de variações locais no padrão de drenagem, resultante do desnível topográfico ao longo do curso d'água (Teixeira *et al.* 2008), perpendicular a ele (Marques *et al.* 2003, capítulo 2) ou de pequenas variações topográficas associadas a flutuações de altura do lençol freático. Nesse último caso, diferentes microsítios, como poços permanentemente inundados, canais naturais de drenagem com água permanente ou sazonal e solos bem drenados em função de pequenas elevações causadas por raízes de árvores de grande porte, se distribuem de forma heterogênea (Torres *et al.* 1994, Ivanauskas *et al.* 1997, Toniato *et al.* 1998, Paschoal & Cavassan 1999, Souza & Martins 2005, capítulo 1).

As variações locais no padrão de drenagem, com diferentes períodos de permanência da água na superfície do solo, estão intimamente relacionadas com diferentes estratégias de colonização e sobrevivência das plantas, que podem ter desenvolvido mecanismos de tolerância ou de escape à saturação hídrica dos solos (Urquhart 2004). Dessa forma, diferentes padrões de distribuição espacial das espécies podem ser encontrados, resultando em comunidades estruturalmente distintas em diferentes trechos de um mesmo remanescente de floresta paludosa (Koponen *et al.* 2004, Scarano 2006, Teixeira *et al.* 2008). Além da saturação hídrica do solo, a disponibilidade de luz nas comunidades exerce um importante papel para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas (Brokaw & Scheiner 1989).

Conseqüentemente, com as variações na saturação hídrica dos solos e na abertura do dossel espera-se que espécies com diferentes exigências ambientais coexistam em um mesmo remanescente florestal.

Embora seja bem reportada a relação entre as variações ambientais e a estruturação da comunidade de plantas em diferentes tipos florestais, a heterogeneidade interna das florestas paludosas tem sido negligenciada (Souza & Martins 2005, Teixeira *et al.* 2008). No presente estudo, caracterizou-se a composição florística e estrutural de uma floresta paludosa no sudeste do Brasil. Esta floresta está situada sobre diferentes condições ambientais, relacionadas às variações topográficas no sentido perpendicular ao curso d'água. Essa característica atribui uma peculiaridade à floresta em questão, se comparada à outras florestas paludosas estudadas no Brasil (e.g. Scarano *et al.* 1997, Toniato *et al.* 1998, Paschoal & Cavassan 1999, Nogueira & Schiavini 2003, capítulo 1). As outras, diferentemente, apresentam declividade sutil e predomínio de variações microtopográficas. A variação topográfica observada determina diferentes condições de drenagem, com solos mal drenados nas margens do curso d'água e melhor drenados nos aclives em direção às bordas. Objetivou-se: i) investigar a relação entre a composição florística e estrutural da floresta com as condições edáficas (drenagem propriedades físicas e químicas do solo); ii) determinar grupos de espécies prevalentes nos diferentes microambientes (quanto às condições edáficas e à abertura do dossel). Era esperado que as condições edáficas, a composição florística e a estrutura da floresta variassem com a topografia e que a drenagem do solo pudesse ser o principal fator responsável pela distribuição das espécies na floresta.

### **Material e Métodos**

Área de estudo – A floresta estudada ( $20^{\circ}19'27''S$ ,  $47^{\circ}37'15''W$ , 840 m de altitude) situa-se na Fazenda dos Bambus, no Município de Jariquara, no nordeste do Estado de São Paulo. A fazenda é arrendada à Usina Buriti e destinada à monocultura de cana-de-açúcar. O clima do Município corresponde ao Cwa de Köppen (Setzer 1966), com duas estações bem definidas: uma chuvosa e quente, de outubro a março, e outra seca e fria, de abril a setembro. De acordo com dados do Cepagri – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura, da Universidade de Campinas (UNICAMP), a temperatura média anual do Município é de  $21,2^{\circ}C$ , a média dos meses mais frios (junho e julho) é de  $18,0^{\circ}C$  e a dos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) é de  $23^{\circ}C$ . A precipitação anual média é de 1.525 mm, com cerca de 85% da precipitação distribuída entre os meses de outubro a março.

A floresta paludosa estudada ocupa as margens do ribeirão do Brejinho, que percorre cerca de 3,5 km até desaguar no córrego Igarapava. Esses cursos d'água pertencem à bacia hidrográfica do Rio Grande. Na cabeceira do ribeirão do Brejinho observam-se veredas que, ao longo do curso d'água, são substituídas por floresta paludosa. Em alguns trechos, manchas de cerrado e campo úmido fazem interface com a floresta. Para o presente estudo investigou-se um trecho de aproximadamente 1.000 m, distante cerca de 700 m da nascente. No trecho escolhido, a floresta encontra-se com largura entre 50 e 80 m, totalizando cerca de 7,5 ha, e o ribeirão apresenta largura máxima de 1,5 m e profundidade média inferior a 50 cm. Em suas margens predomina um relevo plano, com solos permanentemente saturados ou com lençol freático próximo à superfície mesmo na estação seca. Esse fundo de vale plano estende-se por cerca de 50 m de largura, sendo mais estreito em alguns locais, onde aclives acentuados (entre 10 e 12%) são observados afastando-se perpendicularmente do curso d'água. Nesses pontos, o lençol freático encontra-se menos superficial e a água é drenada mais rapidamente. O gado adentra o interior da floresta em alguns trechos, em busca de água e sombra. Além disso, foi



observado corte de indivíduos da palmeira *Euterpe edulis* (palmito juçara), em algumas porções do remanescente.

Amostragem da vegetação – Para a caracterização do componente arbustivo-arbóreo da floresta paludosa foram alocadas 60 parcelas de 10 x 10 m, distribuídas em seis trechos da floresta, distantes de 100 a 140 m entre si. Em cada trecho foram estabelecidas 10 parcelas, distribuídas conforme a largura da floresta (figura 1), visando abranger diferentes condições ambientais relacionadas à topografia e ao padrão de drenagem. Com o objetivo de evitar um trecho com baixa cobertura arbórea, em função da queda de uma árvore de grande porte, uma das parcelas (parcela 53) foi alocada com dimensões distintas das demais (5 x 20 m). Margens com declividade mais acentuada foram observadas em locais esparsos, de forma que poucas parcelas (20% do total) foram estabelecidas sobre essa condição. Em cada parcela, os indivíduos com PAP (perímetro à altura do peito) maior ou igual a 10 cm foram identificados, tiveram o PAP medido e a altura total estimada, tendo como referência uma vara de coleta com 10 m de altura. Indivíduos perfilhados foram incluídos na amostragem quando a soma da área basal dos caules correspondeu a área basal de um indivíduo com PAP  $\geq$  10 cm. As espécies foram listadas em famílias de acordo com o sistema de classificação do “Angiosperm Phylogeny Group” (APG II 2003).

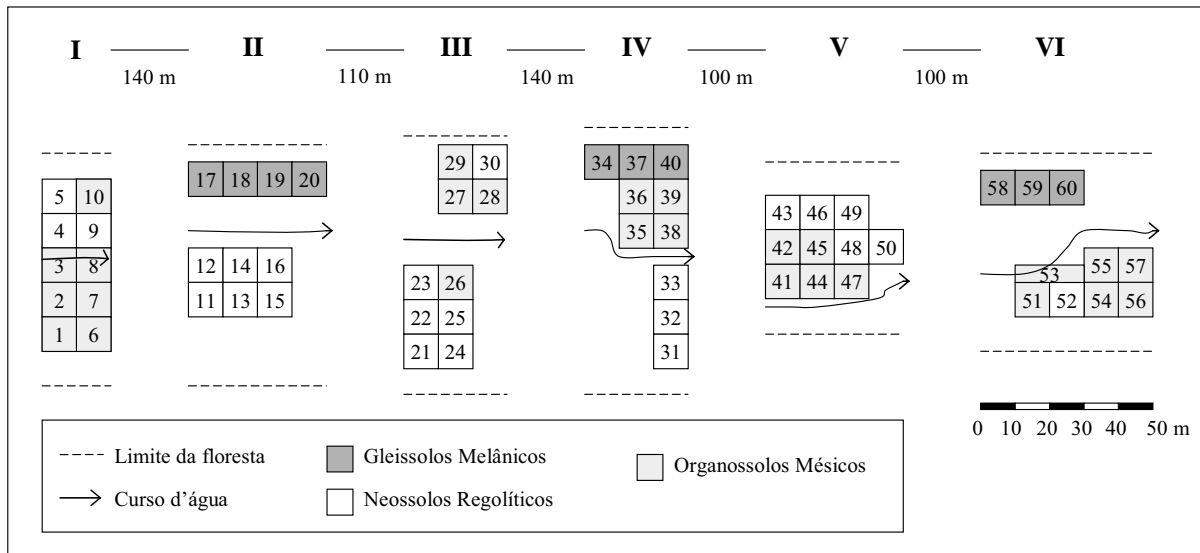


Figura 1. Mapa com a distribuição de 60 parcelas, em seis trechos, utilizadas para amostragem do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil.

Obtenção das variáveis ambientais – O solo de cada parcela foi classificado em campo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa 1999). Com auxílio de um trado foram coletadas amostras no centro de cada parcela, até a profundidade de 1 m, e avaliadas as principais variações quanto à coloração e textura nos perfis do solo. Foram registradas três classes de solo: Gleissolos Melânicos, principalmente nas parcelas situadas nos trechos com maior declive (n = 10 parcelas); Neossolos Regolíticos (n = 24 parcelas) e Organossolos Mésicos (n = 26 parcelas), nos trechos mais planos e, conseqüentemente, sujeitos a inundações. Os Gleissolos são caracterizados pelo horizonte glei mineral, de cor cinzenta decorrente da presença de Fe reduzido (Jacomine 2000). Os Neossolos são constituídos por material orgânico pouco espesso (inferior a 30 cm) e os Organossolos caracterizam-se pela constituição de material orgânico com espessura superior a 40 cm, parcialmente alterado por ação física e bioquímica (Embrapa 1999).

Para a análise das condições químicas e granulometria dos solos, foram coletadas amostras em cinco pontos por parcela, a uma profundidade de 0 a 20 cm: no centro e próximo de cada vértice. As amostras de solo de cada parcela foram misturadas para obter-se uma amostra composta de cerca de 0,5 L. Posteriormente foram enviadas ao Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, Campus de Araras, para análise química no Laboratório de Análise Química de Solo e Planta. Foram calculados os teores de Fósforo (P), matéria orgânica humificada, pH, Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), Alumínio (Al), saturação por Alumínio (m), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn). Os procedimentos para análise química seguiram Raij (1983). A análise granulométrica deu-se no Laboratório de Física do Solo, da mesma instituição, onde as amostras foram incineradas para eliminação da matéria orgânica, em função de seu elevado teor na maior parte das amostras. Para a incineração foi utilizada uma mufla, a uma temperatura de 500°C, por três horas. Além da porcentagem de matéria orgânica (M.O.), foi determinada a porcentagem de argila, areia e silte.

As parcelas foram classificadas em classes de drenagem, de acordo com a área alagada acima da superfície do solo. As classes estabelecidas foram: área alagada entre 100 e 75 %, entre 75 e 50%, entre 50 e 25%, entre 25 e 1%. Com o propósito de diminuir o erro da estimativa da área inundada, cada parcela foi dividida em quatro sub-parcelas de 5 m x 5 m. Esses registros foram tomados na estação seca (setembro de 2007) e novamente na estação chuvosa (fevereiro de 2008). Uma seqüência de valores foi atribuída para as classes de alagamento, considerando os seguintes valores: um (parcelas alagadas entre 100 e 75%), dois (alagamento entre 75 e 50%), três (alagamento entre 50 e 25%), quatro (área alagada entre 25 e 1%) e cinco (parcelas não alagadas). Essa seqüência foi considerada tanto para a estação seca quanto para a chuvosa. Em setembro de 2007, também foi avaliada a profundidade do

lençol freático no centro de cada parcela, aproveitando o buraco aberto pelo trado para classificação dos solos. Para essa medida foi utilizada uma vara graduada de 1 m de comprimento.

A entrada de luz na comunidade foi representada, em cada parcela, pela porcentagem de abertura do dossel. Os valores foram determinados pela média de duas fotografias por parcela, obtidas com máquina fotográfica, filme, lente hemisférica “olho de peixe” Nikon de 16 mm e um tripé de 1,25m de altura. As fotografias foram digitalizadas e a porcentagem da abertura do dossel foi estimada no programa GLA (Gap Light Analyzer) versão 2 (Frazer *et al.* 1999), sendo que foi considerada apenas a parte central equivalente à cerca 1/9 de cada foto, para evitar sobreposição com a outra foto da mesma parcela e, principalmente, com fotos das parcelas vizinhas.

Avaliação da heterogeneidade interna da floresta paludosa – Diferentes tipos de solo foram encontrados sob a floresta, de forma que, para cada solo, foram calculados os descritores florísticos e estruturais, considerando o índice de diversidade de Shannon & Weaver ( $H'$ ), com base logarítmica natural, a equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (Brower & Zar 1984) e o valor de importância de cada espécie ( $VI = \text{densidade relativa} + \text{freqüência relativa} + \text{dominância relativa}$ ). Como cada tipo de solo foi caracterizado por um número distinto de parcelas, o esforço amostral foi padronizado pelo método de rarefação (Martins & Santos 1999), visando à comparação do número de espécies e famílias entre os tipos de solo. Para esses cálculos, foi utilizado o programa Analytic Rarefaction 1.3, de autoria do Dr. Steven M. Holland, disponível gratuitamente no site <http://www.uga.edu/strata/software/AnRareReadme.html>.

Para a comparação das variáveis ambientais entre os tipos de solo, foram utilizadas análises de variância (one-way ANOVA). Para os valores significativos de F ( $P \leq 0,05$ ), as médias foram comparadas por meio de testes de Tukey (Zar 1996). Com objetivo de diminuir os desvios dos valores em relação à média, dados contínuos foram transformados pela

expressão  $\ln(x+1)$  e valores expressos em porcentagem pela função  $\text{Arcsen}(x/100)$ . Os testes foram processados no SYSTAT 11 software (SYSTAT Software Inc).

As inter-relações entre abundância das espécies, propriedades químicas e granulometria dos solos, drenagem, altura do lençol freático e abertura do dossel foram avaliadas por meio de uma Análise de Correspondência Canônica – CCA (ter Braak 1987). Para essa análise foram construídas duas matrizes: uma de espécies e uma das variáveis ambientais. A matriz de espécies foi constituída pelo número de indivíduos por espécie (variáveis) por parcelas (objetos), sendo utilizadas as espécies com cinco ou mais indivíduos na amostragem total (38 espécies). A matriz de dados ambientais incluiu as propriedades químicas do solo, a granulometria (argila, silte e areia), as classes de drenagem (1 a 5) na estação seca e na estação chuvosa, a profundidade do lençol freático na estação seca e a abertura do dossel por parcelas. Foi processada uma análise preliminar usando todas variáveis ambientais e excluídas aquelas pouco correlacionadas com os eixos da ordenação (correlação abaixo de 0,4) e aquelas multicolineares (correlação entre variáveis acima de 0,7). As variáveis restantes utilizadas na CCA final foram CTC, B, Fe, M.O., areia, silte, drenagem na estação chuvosa, profundidade do lençol freático na estação seca e porcentagem de abertura do dossel. A hipótese de independência entre as matrizes de abundância de espécies e de variáveis ambientais foi testada pelo teste de Mantel, por meio de 1.000 permutações de Monte Carlo (ter Braak 1987). Foi utilizado o programa PC-ORD versão 4.0 (McCune & Mefford 1999) para processar as análises. O coeficiente de Spearman ( $r_s$ ), juntamente com a correção seqüencial de Bonferroni, foi utilizado para avaliar a correlação entre as 38 espécies mais abundantes e as três variáveis mais correlacionadas com os eixos da CCA, considerando significativo o  $P \leq 0,05$  ( $\leq 0,017$  após a correção).

## Resultados

Solos – As três classes de solo (Gleissolos Melânicos, Neossolos Regolíticos e Organossolos Mésicos) apresentaram como característica comum o baixo pH ( $\leq 4.2$ ), valores semelhantes de bases trocáveis (K, Ca e Mg), de micronutrientes como Mn e Zn, teor de argila e caráter distrófico, ou seja, saturação por bases  $< 50\%$  (tabela 1). Os Neossolos e os Organossolos distinguiram-se dos Gleissolos principalmente por apresentarem CTC mais alta, maior concentração de Fe, M.O. e silte, além de textura menos arenosa e drenagem mais deficiente (solos mais alagados e lençol freático menos profundo). Já a abertura de dossel diferiu significativamente dentre as parcelas estabelecidas sobre Neossolos e Organossolos.

Tabela 1. Variáveis ambientais relacionadas a três classes de solos em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil. Os valores representam médias seguidas do desvio padrão. Médias seguidas por letras distintas indicam diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Ns = não significativo; Na = não avaliado, visto que não foi observada variância das médias.

Variáveis ambientais	Gleissolos (N = 10)	Neossolos (N = 24)	Organossolos (N = 26)	ANOVA	
				F	P
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	25,9 ± 13,7	26,8 ± 19,6	22,0 ± 13,6	0,63	ns
Mat. orgânica humificada (g.dm <sup>-3</sup> )	41,2 ± 17,9 a	108 ± 43,8 b	123,9 ± 34,1 b	25,26	< 10 <sup>-3</sup>
pH (em CaCl <sub>2</sub> )	4,1 ± 0,2	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,2	0,25	ns
K (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,1 ± 0,9	2,0 ± 0,7	1,7 ± 0,7	1,78	ns
Ca (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	9,4 ± 6,4	9,4 ± 5,6	10,9 ± 5,8	0,78	ns
Mg (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	3,7 ± 1,8	4,0 ± 2,3	4,2 ± 1,0	0,27	ns
H + Al (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	84,8 ± 16,7 a	113,0 ± 27,6 b	138,5 ± 34,8 c	14,96	< 10 <sup>-3</sup>
Al (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	7,0 ± 3,1 a	9,4 ± 3,6 ab	13,0 ± 6,3 b	7,88	0,001
m (%)	35,4 ± 22,8	40,6 ± 15,5	44,4 ± 16,4	0,90	ns
Soma de bases (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	15,2 ± 7,7	15,4 ± 7,5	16,7 ± 7,3	0,39	ns
CTC (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	100,0 ± 21,3 a	128,4 ± 28,9 b	155,2 ± 34,6 c	14,21	< 10 <sup>-3</sup>
V (%)	14,9 ± 6,5	11,7 ± 5,3	11,2 ± 5,3	1,51	ns
S (mg.dm <sup>-3</sup> )	12,6 ± 2,1 a	9,7 ± 3,0 b	14,5 ± 7,2 a	6,32	0,003
B (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,6 ± 0,1 a	0,8 ± 0,3 ab	0,9 ± 0,4 b	3,11	0,05
Cu (mg.dm <sup>-3</sup> )	3,3 ± 2,2 a	1,9 ± 1,4 b	1,7 ± 1,6 b	3,99	0,024
Fe (mg.dm <sup>-3</sup> )	127,3 ± 19,7 a	196,9 ± 41,5 b	213,1 ± 29,2 b	30,33	< 10 <sup>-3</sup>
Mn (mg.dm <sup>-3</sup> )	9,1 ± 4,4	6,6 ± 5,7	7,5 ± 6,4	1,37	ns
Zn (mg.dm <sup>-3</sup> )	07 ± 0,2	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,4	0,42	ns
Argila (%)	10,8 ± 1,8	13,7 ± 4,7	11,0 ± 4,8	1,93	ns
Areia (%)	72,2 ± 6,3 a	39,8 ± 19,2 b	38,5 ± 16,4 b	17,92	< 10 <sup>-3</sup>
Silte (%)	6,6 ± 3,8 a	20,2 ± 10,7 b	18,3 ± 8,6 b	8,35	0,001
Matéria orgânica (%)	10,4 ± 3,2 a	26,8 ± 11,7 b	32,2 ± 12,8 b	12,93	< 10 <sup>-3</sup>
Drenagem na estação seca (rank)	5,0	5,0 ± 0,2	4,7 ± 0,5	na	-
Drenagem na estação chuvosa (rank)	5,0	3,8 ± 0,7	3,8 ± 0,9	na	-
Prof. do lençol freático (cm)	- 99,0 ± 2,1 a	- 21,3 ± 6,4 b	- 27,7 ± 28,4 b	12,25	< 10 <sup>-3</sup>
Abertura de dossel (%)	17,5 ± 4,1 ab	19,6 ± 4,4 a	14,1 ± 3,3 b	12,55	< 10 <sup>-3</sup>

Comunidade de plantas – No total foram quantificados 2.565 indivíduos arbustivos e arbóreos, distribuídos em 72 espécies e 36 famílias (tabela 2). O índice de diversidade ( $H'$ ) para as espécies foi de 2,81 e a equabilidade ( $J'$ ) foi de 0,66. *Calophyllum brasiliense*, *Protium spruceanum*, *Xylopia emarginata*, *Tapirira guianensis* e *Magnolia ovata* perfizeram 71% da densidade e 57% do VI total. Fora das parcelas foram encontradas mais nove espécies, totalizando 81 espécies e 38 famílias.

Assim como observado para as propriedades químicas e granulometria dos solos, diferenças nos descritores florísticos e estruturais foram encontradas principalmente entre os Gleissolos e as demais classes de solo. As 20 espécies mais importantes em cada solo perfizeram 79% do VI nos Gleissolos, 95% nos Neossolos e 93% nos Organossolos (tabela 3). *Calophyllum brasiliense*, *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis* ocuparam as primeiras posições em importância (maior VI) nos três solos. Entretanto *Copaifera langsdorffii*, *Guarea kunthiana*, *Ocotea corymbosa*, *Tapirira obtusa*, *Virola sebifera* destacaram-se nos Gleissolos, enquanto *Euterpe edulis*, *Geonoma brevispatha*, *Guarea macrophylla* e *Xylopia emarginata* estiveram entre as mais importantes nos Neossolos e Organossolos. Nos Gleissolos, foi observada uma maior riqueza de espécies, que associada à melhor distribuição de indivíduos entre as populações, resultaram em valores mais altos de diversidade ( $H'$ ) e equabilidade ( $J'$ ) para esse solo (tabela 4).



Tabela 2. Espécies arbustivas e arbóreas (PAP  $\geq$  10 cm) encontradas em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara (SP), Brasil, ordenadas por famílias. NI = número de indivíduos; DoR = dominância relativa (%); FR = frequência relativa (%); VI = valor de importância (%). Os números entre parêntesis indicam a posição das espécies quanto ao VI. As espécies assinaladas com asterisco foram identificadas fora das parcelas utilizadas para o levantamento fitossociológico.

Famílias	Espécies	NI	DoR	FR	VI
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	3	0,10	0,28	0,16 (48)
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	147	12,51	6,19	8,15 (4)
	<i>Tapirira obtusa</i> J.D. Mitch.	12	1,91	1,12	1,16 (17)
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	4	0,05	0,56	0,26 (40)
	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	217	14,31	6,90	9,89 (3)
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> Decne & Planch.	38	0,78	3,80	2,01 (11)
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. Ex. Mart.*	-	-	-	-
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	101	2,69	3,23	3,28 (8)
	<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	198	0,65	4,20	4,20 (6)
	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	9	3,35	0,70	1,47 (14)
	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	1	0,02	0,14	0,07 (60)
Bignoniaceae	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	477	14,87	8,44	13,97 (2)
Cardiopteridaceae	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	10	0,41	0,70	0,5 (26)
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.	6	0,07	0,84	0,38 (31)
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	512	28,73	7,32	18,67 (1)
	<i>Clusia criuva</i> Cambess.	2	0,01	0,28	0,12 (55)
Cyatheaceae	<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	5	0,11	0,70	0,34 (35)
Ericaceae	<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.*	-	-	-	-
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E.Schulz	1	0,01	0,14	0,06 (67)
	<i>Erythroxylum</i> cf. <i>anguifugum</i> Mart.	1	0,01	0,14	0,06 (68)
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	5	0,53	0,56	0,43 (29)
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	3	0,31	0,28	0,24 (43)
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	2	0,04	0,14	0,09 (57)
	<i>Pera obovata</i> (Klotzch) Baill.	2	0,08	0,28	0,15 (49)
	<i>Acacia paniculata</i> Willd.	2	0,01	0,28	0,12 (54)
Fabaceae	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.*	-	-	-	-

*continua*

continuação

Famílias	Espécies	NI	DoR	FR	VI
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	6	2,48	0,56	1,09 (19)
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	2	0,03	0,28	0,13 (52)
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	2	0,02	0,28	0,13 (53)
Lacistemataceae	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	4	0,02	0,56	0,25 (42)
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	5	0,21	0,56	0,32 (37)
	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	1	0,01	0,14	0,06 (71)
Lauraceae	<i>Aniba heringeri</i> Vattimo	9	0,05	0,98	0,46 (27)
	<i>Nectandra nitidula</i> Nees	5	0,06	0,70	0,32 (38)
	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	8	0,79	0,56	0,56 (23)
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	4	0,05	0,42	0,21 (46)
	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	6	0,09	0,70	0,34 (34)
	<i>Persea venosa</i> Nees *	-	-	-	-
Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	204	4,87	7,32	6,72 (5)
Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.*	-	-	-	-
	<i>Byrsonima</i> cf. <i>ligustrifolia</i> A. St.-Hil.sp.	3	0,02	0,28	0,14 (51)
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.*	-	-	-	-
	<i>Cedrela odorata</i> L.	16	2,12	0,84	1,20 (15)
	<i>Guarea kunthiana</i> C. DC.	17	0,30	0,70	0,55 (24)
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	92	0,68	5,91	3,39 (7)
Moraceae	<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	3	0,13	0,42	0,22 (44)
	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	4	0,06	0,42	0,21 (45)
	<i>Ficus trigona</i> L.f.	14	0,54	1,69	0,92 (20)
	<i>Maclura tinctoria</i> D. Don ex Steud.	1	0,01	0,14	0,06 (69)
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	88	0,84	4,64	2,96 (9)
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	9	0,12	0,84	0,44 (28)
Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	2	0,07	0,28	0,14 (50)
	<i>Rapanea gardneriana</i> (A. DC.) Mez	84	1,12	3,51	2,63 (10)
	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart. ex DC.) Mez	1	0,03	0,14	0,07 (59)
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	13	0,08	1,12	0,57 (22)
	<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	25	0,24	2,11	1,11 (18)
	<i>Myrcia hartwegiana</i> (O. Berg) Kiaersk.	6	0,02	0,84	0,37 (32)
	<i>Myrcia venulosa</i> DC.	1	0,01	0,14	0,06 (62)
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	4	0,04	0,42	0,20 (47)

continua

continuação

Famílias	Espécies	NI	DoR	FR	VI
	<i>Psidium guineense</i> Sw.	1	0,01	0,14	0,06 (70)
Oleaceae	<i>Chionanthus trichotomus</i> (Vell.) P.S. Green	1	0,01	0,14	0,06 (61)
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	34	1,12	3,23	1,89 (12)
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	9	0,06	0,56	0,32 (36)
	<i>Piper crassinervium</i> Kunth	4	0,05	0,14	0,12 (56)
Proteaceae	<i>Euplassa cf. inaequalis</i> (Pohl) Engl.	12	0,40	1,40	0,75 (21)
Rubiaceae	<i>Chomelia pohliana</i> Müll. Arg.	2	0,01	0,14	0,08 (58)
	<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll. Arg.	4	0,05	0,56	0,25 (41)
	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	15	0,08	0,98	0,55 (25)
	<i>Psychotria mapourioides</i> DC.	7	0,03	0,98	0,43 (30)
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	0,01	0,14	0,06 (72)
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0,01	0,14	0,06 (63)
	<i>Casearia rupestris</i> Eichler	1	0,01	0,14	0,06 (64)
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	10	0,09	0,56	0,35 (33)
Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i> Dunal	1	0,01	0,14	0,06 (65)
	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal*	-	-	-	-
Styracaceae	<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	29	0,27	2,11	1,17 (16)
Symplocaceae	<i>Symplocos cf. nitens</i> (Pohl) Benth.	4	0,16	0,56	0,29 (39)
Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1	0,01	0,14	0,06 (66)
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovi</i> Snethl. *	-	-	-	-
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul	31	0,98	2,80	1,66 (13)
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.*	-	-	-	-
Total	81 espécies	2.565	100	100	100

Tabela 3. Vinte espécies arbustivas e arbóreas (PAP  $\geq$  10 cm), mais importantes por classes de solo, em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil. NI – número de indivíduos; VI = valor de importância.

Gleissolos (N = 10)			Neossolos (N = 24)			Organossolos (N = 26)		
Espécies	NI	VI	Espécies	NI	VI	Espécies	NI	VI
<i>Protium spruceanum</i>	67	14,6	<i>Calophyllum brasiliense</i>	261	17,2	<i>Calophyllum brasiliense</i>	237	22,4
<i>Copaifera langsdorffii</i>	6	8,5	<i>Protium spruceanum</i>	178	11,4	<i>Protium spruceanum</i>	232	16,0
<i>Calophyllum brasiliense</i>	14	6,7	<i>Xylopia emarginata</i>	104	10,9	<i>Xylopia emarginata</i>	107	11,4
<i>Tapirira obtusa</i>	6	6,6	<i>Tapirira guianensis</i>	99	10,5	<i>Magnolia ovata</i>	115	8,4
<i>Tapirira guianensis</i>	8	6,0	<i>Magnolia ovata</i>	79	6,4	<i>Tapirira guianensis</i>	40	6,7
<i>Ocotea corymbosa</i>	8	4,2	<i>Geonoma brevispatha</i>	122	5,6	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	63	4,2
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	9	3,5	<i>Rapanea gardneriana</i>	70	4,5	<i>Geonoma brevispatha</i>	76	4,1
<i>Guarea kunthiana</i>	14	3,0	<i>Mauritia flexuosa</i>	9	4,0	<i>Euterpe edulis</i>	46	3,6
<i>Virola sebifera</i>	9	3,0	<i>Guarea macrophylla</i>	49	3,8	<i>Guarea macrophylla</i>	35	3,4
<i>Magnolia ovata</i>	10	2,5	<i>Euterpe edulis</i>	49	3,8	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	16	2,2
<i>Siparuna guianensis</i>	10	2,5	<i>Cedrela odorata</i>	16	3,1	<i>Dendropanax cuneatus</i>	18	2,1
<i>Eugenia florida</i>	9	2,3	<i>Cecropia pachystachya</i>	18	2,4	<i>Myrcia laruotteana</i>	11	1,1
<i>Guarea macrophylla</i>	8	2,3	<i>Dendropanax cuneatus</i>	17	2,2	<i>Posoqueria latifolia</i>	13	1,0
<i>Ocotea pulchella</i>	6	2,2	<i>Styrax pohlii</i>	22	1,8	<i>Ficus trigona</i>	7	1,0
<i>Aegiphila sellowiana</i>	5	2,2	<i>Hyeronyma alchorneoides</i>	15	1,7	<i>Euplassa cf. inaequalis</i>	7	1,0
<i>Rapanea gardneriana</i>	6	2,2	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	16	1,6	<i>Rapanea gardneriana</i>	8	0,9
<i>Cecropia pachystachya</i>	6	2,1	<i>Myrcia laruotteana</i>	14	1,5	<i>Styrax pohlii</i>	7	0,9
<i>Piper arboreum</i>	8	1,9	<i>Ficus trigona</i>	7	1,0	<i>Cecropia pachystachya</i>	7	0,9
<i>Xylopia aromatica</i>	4	1,7	<i>Citronella gongonha</i>	9	0,8	<i>Myrcia venulosa</i>	5	0,7
<i>Coussarea</i>	4	1,6	<i>Alchornea triplinervia</i>	3	0,7	<i>Symplocos cf. nitens</i>	4	0,7
<i>hydrangeifolia</i>								
28 espécies restantes	58	20,7	17 espécies restantes	35	4,9	22 espécies restantes	46	7,1

Tabela 4. Descritores florísticos e estruturais, por classes de solo e total, de uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil. Valores entre parêntesis, para espécies e famílias, foram obtidos por rarefação para permitir a comparação de Neossolos e Organossolos com Gleissolos.

Descritores	Gleissolos (N = 10)	Neossolos (N = 24)	Organossolos (N = 26)	Total (N = 60)
Número de espécies	48	37 (26)	42 (28)	72
Número de famílias	26	24 (20)	28 (21)	36
Diversidade (H')	3,24	2,60	2,53	2,81
Eqüabilidade (J')	0,84	0,71	0,67	0,66
Densidade (indiv.ha <sup>-1</sup> )	2.750	4.963	4.227	4.275
Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	33,97	40,59	56,19	45,49

Distribuição de espécies x variáveis ambientais – Na CCA foram encontradas altas correlações entre espécies e variáveis ambientais para os eixos 1 (82,6%) e 2 (81,1%) da ordenação, e o teste de Mantel indicou que essas correlações foram significativas ( $P = 0,001$  para cada eixo). O eixo 1 da CCA separou as parcelas estabelecidas sobre Gleissolos daquelas estabelecidas sobre Neossolos e Organossolos, em função dos maiores teores de areia e melhor drenagem (figura 2). O eixo 2 separou principalmente algumas parcelas sobre Neossolos, associadas à maior abertura de dossel, de parcelas sobre os Organossolos, relacionadas aos maiores valores de CTC, B e M.O.

Como grupos ecológicos de espécies, destacam-se aquelas correlacionadas com um determinado microambiente, como *Aegiphila sellowiana*, *Copaifera langsdorffii*, *Eugenia florida*, *Guarea kunthiana*, *Ocotea corymbosa*, *O. pulchella*, *Piper arboreum*, *Siparuna*

*guianensis* e *Virola sebifera*, que ocorreram principalmente nos Gleissolos (figura 2) e foram associadas aos solos relativamente melhor drenados (tabela 5). Outras espécies como *Cedrela odorata*, *Mauritia flexuosa* e *Tapirira guianensis* ocorreram associadas a parcelas com maior abertura de dossel; *Calophyllum brasiliense*, *C. odorata*, *Geonoma brevispatha*, *Magnolia ovata* e *Xylopia emarginata* ocorreram principalmente sobre solos com lençol freático mais superficial; *Pseudolmedia laevigata*, *Protium spruceanum* e *Psychotria mapourioides* foram associadas a solos com maior CTC.

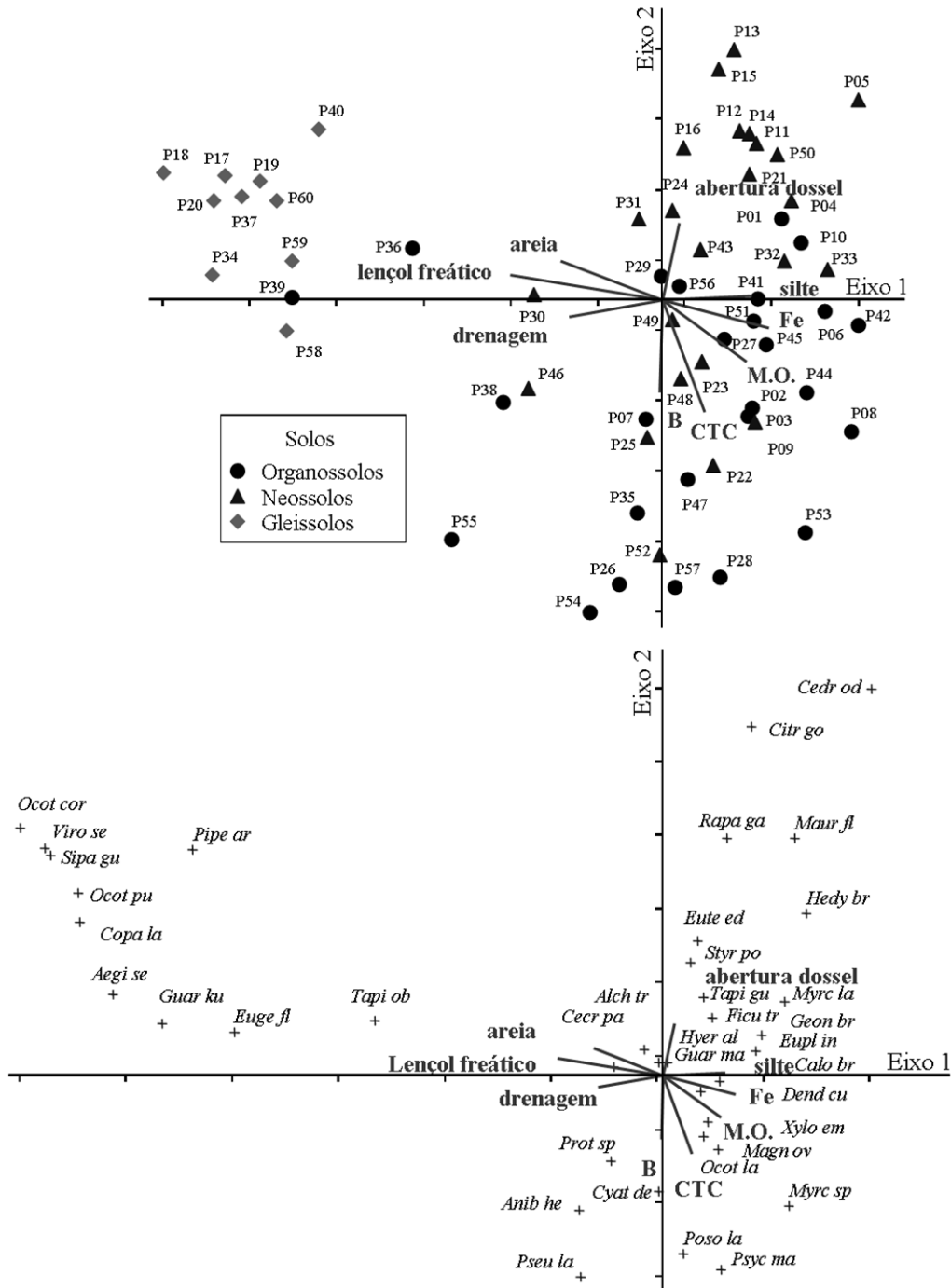


Figura 2. Análise de correspondência canônica: diagramas de ordenação das parcelas e espécies de acordo com a distribuição de 38 espécies com cinco ou mais indivíduos em uma floresta paludosa no Município de Jiquara (SP) e suas correlações com nove variáveis ambientais (B = Boro, CTC = capacidade de troca catiônica, M.O. = porcentagem de matéria orgânica, Fe = Ferro) utilizadas na análise. A nomenclatura das espécies é dada na tabela 4.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre 38 espécies com cinco ou mais indivíduos e três variáveis ambientais em uma floresta paludosa no Município de Jeriquara, SP, Brasil. Os valores de  $P$  estão representados entre parêntesis; o negrito indica correlações significativas para  $P \leq 0,05$  ( $\leq 0,017$  após correção seqüencial de Bonferroni). A abreviação das espécies foi utilizada na análise de correspondência canônica - CCA (figura 2).

Espécies	Sigla	Famílias	Correlação de Spearman ( $r_s$ )		
			Abertura dossel	Prof. lençol	CTC
<i>Aegiphila sellowiana</i>	<i>Aegi se</i>	Lamiaceae	0,0326 (0,805)	<b>0,372 (0,003)</b>	-0,141 (0,283)
<i>Alchornea triplinervia</i>	<i>Alch tr</i>	Euphorbiaceae	0,093 (0,480)	-0,037 (0,708)	-0,027 (0,835)
<i>Aniba heringerii</i>	<i>Anib he</i>	Lauraceae	0,002 (0,985)	0,152 (0,245)	0,276 (0,032)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	<i>Calo br</i>	Clusiaceae	-0,165 (0,208)	<b>-0,418 (0,001)</b>	0,026 (0,845)
<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Cecr pa</i>	Urticaceae	0,181 (0,166)	-0,036 (0,787)	0,020 (0,880)
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Cedr od</i>	Meliaceae	<b>0,357 (0,005)</b>	<b>-0,309 (0,016)</b>	-0,186 (0,156)
<i>Citronella gongonha</i>	<i>Citr go</i>	Cardiopteridaceae	0,089 (0,496)	-0,031 (0,812)	-0,057 (0,665)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Copa la</i>	Fabaceae	-0,022 (0,867)	<b>0,372 (0,003)</b>	-0,256 (0,048)
<i>Cyathea delgadii</i>	<i>Cyat de</i>	Cyatheaceae	0,103 (0,435)	0,003 (0,979)	0,094 (0,475)
<i>Dendropanax cuneatus</i>	<i>Dend cu</i>	Araliaceae	0,059 (0,652)	-0,268 (0,038)	-0,009 (0,947)
<i>Eugenia florida</i>	<i>Euge fl</i>	Myrtaceae	-0,157 (0,230)	<b>0,315 (0,014)</b>	-0,003 (0,980)
<i>Euplassa cf. inaequalis</i>	<i>Eupl in</i>	Proteaceae	0,044 (0,738)	-0,256 (0,048)	-0,054 (0,705)
<i>Euterpe edulis</i>	<i>Eute ed</i>	Arecaceae	-0,159 (0,224)	0,102 (0,438)	-0,017 (0,896)
<i>Ficus trigona</i>	<i>Ficu tr</i>	Moraceae	-0,117 (0,373)	-0,011 (0,933)	0,015 (0,907)
<i>Geonoma brevispatha</i>	<i>Geon br</i>	Arecaceae	-0,176 (0,179)	<b>-0,305 (0,017)</b>	0,090 (0,494)
<i>Guarea kunthiana</i>	<i>Guar ku</i>	Meliaceae	-0,153 (0,243)	0,198 (0,123)	0,076 (0,563)
<i>Guarea macrophylla</i>	<i>Guar ma</i>	Meliaceae	0,085 (0,519)	-0,195 (0,136)	0,114 (0,385)
<i>Hedyosmum brasiliense</i>	<i>Hedy br</i>	Chloranthaceae	-0,013 (0,922)	-0,108 (0,411)	-0,058 (0,661)
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	<i>Hyer al</i>	Phyllanthaceae	0,052 (0,692)	0,006 (0,961)	-0,003 (0,984)
<i>Nectandra nitidula</i>	<i>Nect ni</i>	Lauraceae	0,030 (0,822)	-0,112 (0,394)	0,139 (0,288)
<i>Magnolia ovata</i>	<i>Magn ov</i>	Magnoliaceae	<b>-0,317 (0,013)</b>	<b>-0,365 (0,004)</b>	0,226 (0,082)
<i>Mauritia flexuosa</i>	<i>Maur fl</i>	Arecaceae	<b>0,338 (0,008)</b>	-0,127 (0,332)	-0,117 (0,374)

continua



continuação

Espécies	Sigla	Famílias	Correlação de Spearman ( $r_s$ )		
			Abertura dossel	Prof. lençol	CTC
<i>Myrcia laruotteana</i>	<i>Myrc la</i>	Myrtaceae	0,037 (0,780)	-0,210 (0,108)	-0,115 (0,383)
<i>Myrcia martwegiana</i>	<i>Myrc sp</i>	Myrtaceae	-0,176 (0,177)	-0,084 (0,524)	0,223 (0,087)
<i>Ocotea corymbosa</i>	<i>Ocot co</i>	Lauraceae	0,078 (0,546)	<b>0,372 (0,003)</b>	<b>-0,409 (0,001)</b>
<i>Ocotea pulchella</i>	<i>Ocot pu</i>	Lauraceae	0,066 (0,615)	<b>0,420 (0,000)</b>	-0,293 (0,023)
<i>Piper arboreum</i>	<i>Pipe ar</i>	Piperaceae	0,003 (0,977)	<b>0,318 (0,013)</b>	-0,179 (0,170)
<i>Posoqueria latifolia</i>	<i>Poso la</i>	Rubiaceae	-0,166 (0,204)	-0,07 (0,578)	0,027 (0,834)
<i>Protium spruceanum</i>	<i>Prot sp</i>	Burseraceae	<b>-0,416 (0,001)</b>	-0,027 (0,838)	<b>0,504 (0,000)</b>
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	<i>Pseu la</i>	Moraceae	<b>-0,334 (0,009)</b>	0,209 (0,109)	<b>0,390 (0,002)</b>
<i>Rapanea gardneriana</i>	<i>Rapa ga</i>	Myrsinaceae	0,278 (0,031)	0,056 (0,668)	<b>-0,425 (0,000)</b>
<i>Psychotria mapourioides</i>	<i>Psyc ma</i>	Rubiaceae	-0,166 (0,204)	0,011 (0,936)	<b>0,355 (0,005)</b>
<i>Siparuna guianensis</i>	<i>Sipa gu</i>	Siparunaceae	-0,019 (0,885)	<b>0,372 (0,003)</b>	<b>-0,396 (0,002)</b>
<i>Styrax pohlii</i>	<i>Styr po</i>	Styracaceae	0,170 (0,193)	-0,007 (0,957)	-0,265 (0,041)
<i>Tapirira guianensis</i>	<i>Tapi gu</i>	Anacardiaceae	<b>0,366 (0,004)</b>	-0,195 (0,135)	-0,138 (0,291)
<i>Tapirira obtusa</i>	<i>Tapi ob</i>	Anacardiaceae	-0,093 (0,480)	0,192 (0,141)	-0,216 (0,096)
<i>Virola sebifera</i>	<i>Viro se</i>	Myristicaceae	0,094 (0,474)	<b>0,464 (0,000)</b>	<b>-0,447 (0,000)</b>
<i>Xylopiya emarginata</i>	<i>Xylo em</i>	Annonaceae	-0,163 (0,213)	<b>-0,443 (0,000)</b>	0,098 (0,457)

## Discussão

Os resultados evidenciaram que as condições ambientais, a composição florística e a estrutura da vegetação diferiram principalmente em função das condições hídricas dos solos. Nos Gleissolos, a textura mais arenosa e a maior declividade permitem uma melhor percolação e escoamento da água, determinando solos relativamente melhor drenados. Por outro lado, a maior permanência de água na superfície dos solos nos trechos mais planos é responsável pela redução da decomposição de matéria orgânica e alteração das propriedades químicas do solo, resultando nos maiores valores de M.O., Fe e CTC nos Neossolos e Organossolos. Alterações nas propriedades químicas e no teor de matéria orgânica associados ao tempo de permanência da água na superfície do solo também foram relatadas por Budke *et al.* (2008), que observaram maior concentração de matéria orgânica, bases e CTC em trechos sujeitos a maior frequência de inundações em uma floresta ribeirinha no sul do Brasil.

A maior frequência de alagamentos e permanência de água nos Neossolos e Organossolos resultou, além das diferenças edáficas, em uma vegetação floristicamente distinta daquela observada sobre os Gleissolos. Espécies como *Calophyllum brasiliense*, *Cedrela odorata*, *Euterpe edulis*, *Geonoma brevispatha* e *Magnolia ovata* prevaleceram nas condições de maior saturação hídrica e tiveram redução na densidade ou deixaram de ocorrer nos solos melhor drenados. Essas espécies são frequentemente encontradas em florestas paludosas do sudeste (Costa *et al.* 1997, Teixeira & Assis 2005, Paschoal & Cavassan 1999, Silva *et al.* 2007) e em trechos inundáveis de florestas de galeria de parte do sudeste e do centro-oeste brasileiro (Guarino & Walter 2005), onde *Mauritia flexuosa* e *Xylopia emarginata* também assumem grande importância (Oliveira Filho *et al.* 1990). Dentre os fatores que podem auxiliar a sobrevivência dessas espécies em ambientes alagáveis, observamos raízes adventícias em *E. edulis*, *G. brevispatha* e *X. emarginata*, que garantem

maior eficiência de trocas gasosas com a atmosfera e fixação nos solos instáveis; “pneumatóforos” de *C. brasiliense* em poças permanentes de água, permitindo aeração das raízes; banco de plântulas de *E. edulis* parcialmente submersas, sugerindo tolerância à inundação; e propagação vegetativa de *G. brevispatha*, formando touceiras.

Outros fatores importantes, relatados para essas espécies, garantem o sucesso na colonização dos trechos mais saturados hidricamente. Por exemplo, embora as sementes de *Calophyllum brasiliense* e *Magnolia ovata* não germinem submersas, suas plântulas não têm o crescimento inibido pela inundação (Lobo & Joly 1995, Marques & Joly 2000). Para germinar em microsítios bem drenados, *M. ovata* tem sua dispersão de sementes na estação seca (Lobo & Joly 1995), enquanto as sementes de *C. brasiliense* são viáveis por até três meses submersas e podem germinar quando encontram um anteparo melhor drenado (bromélias e microelevações causadas por raízes de árvores) ou quando a inundação retrocede (Scarano *et al.* 1997, Marques & Joly 2000). Já *Euterpe edulis* apresenta incremento na taxa de germinação de sementes com o aumento da saturação hídrica do solo (Silva Matos & Watkinson 1998) e sementes de *Geonoma brevispatha* germinam mesmo submersas em água (Gomes *et al.* 2006).

De modo geral, as adaptações reprodutivas, ecofisiológicas e as respostas morfológicas na zona de raízes das árvores, como a formação de raízes adventícias e tabulares, hipertrofia de lenticelas, desenvolvimento de aerênquima nas raízes e troncos são comuns nas espécies sujeitas a inundações, determinando o sucesso na colonização e no estabelecimento desses ambientes (Naiman & Décamps 1997, Parolin *et al.* 2004). Na floresta estudada, a maior dominância estrutural das espécies melhor adaptadas foi responsável pela menor riqueza e diversidade de espécies nos trechos mais saturados hidricamente. Esse resultado reforça o padrão observado em florestas paludosas estudadas no Neotrópico: dentro dos remanescentes, o aumento da saturação hídrica dos solos é acompanhado de uma redução

do número de espécies e dos índices de diversidade (Koponen *et al.* 2004, Scarano 2006, Teixeira *et al.* 2008, capítulo 2).

Além do incremento nos valores de importância com a saturação hídrica, as espécies de palmeiras (*Euterpe edulis*, *Geonoma brevispatha* e *Mauritia flexuosa*) podem ter a coexistência favorecida pela arquitetura vertical das espécies. Enquanto *G. brevispatha* ocorreu com até 5 m de altura na floresta, *E. edulis* atingiu até cerca de 14 m e *M. flexuosa* mais de 18 m, de forma que a ocupação dos diferentes estratos pode reduzir a competição por luz. A maior dominância estrutural de palmeiras em trechos mal drenados é comum em florestas Neotropicais (Kahn & Mejia 1990, Marimon *et al.* 2002) e a organização horizontal e vertical desse grupo pode denotar estratégias para as espécies evitarem competição por recursos ou polinizadores (Svenning 1999).

As espécies predominantes ou restritas aos solos melhor drenados da floresta, como *Aegiphila sellowiana*, *Copaifera langsdorffii*, *Eugenia florida*, *Ocotea corymbosa*, *O. pulchella*, *Siparuna guianensis* e *Virola sebifera* são comuns em outros tipos vegetacionais do Brasil, como florestas de galeria sobre solos melhor drenados, florestas estacionais semidecíduais e cerrado *lato sensu* (e.g. Ruggiero *et al.* 2002, Ratter *et al.* 2003, Teixeira & Rodrigues 2006). Essa flora compartilhada indica que as espécies mais generalistas podem ocorrer com importância expressiva apenas em trechos melhor drenados de florestas paludosas. Já *Cedrela odorata* e *Mauritia flexuosa*, além de ocorrerem nos trechos mal drenados, foram, juntamente com *Tapirira guianensis*, associadas aos trechos com maior abertura de dossel. Essas três espécies são heliófitas e parecem exercer importante papel na colonização de clareiras das florestas paludosas.

De modo contrário ao observado com a riqueza e diversidade de espécies, a densidade de indivíduos e a área basal aumentaram com o incremento da saturação hídrica. O aumento na densidade de indivíduos reflete a dinâmica natural de ecossistemas inundáveis, onde se

observa uma maior ocupação do espaço, com a redução do tamanho dos indivíduos em trechos mais saturados hidricamente. Dessa forma, o incremento da área basal é resultado dessa densidade mais alta e não do maior diâmetro dos indivíduos (Teixeira *et al.* 2008).

A relação da distribuição das espécies com as variações ambientais reportadas sugere que a coexistência das espécies, com diferentes exigências edáficas e de condições de luz, é resultado da especialização pelo habitat ou microhabitat. Essa relação indica que muitas espécies tropicais não se distribuem aleatoriamente sobre as diferentes condições edáficas (Clark *et al.* 1998) e foi reportada para árvores (e.g. Oliveira Filho *et al.* 1990, Damasceno Júnior *et al.* 2005), palmeiras e pteridófitas (e.g. Kahn & Castro, 1985, Svening 1999, Vormisto *et al.* 2000), principalmente em relação à drenagem e à topografia. As associações das espécies a determinados microambientes, quanto às condições de drenagem e exposição à luz, sugere que a partição de nichos é responsável pela distribuição das espécies e organização da comunidade. A classificação das espécies com relação ao microambiente que ocupam nas florestas paludosas é fundamental para embasar planos de restauração vegetal dessas florestas, seja por meio de reflorestamentos ou enriquecimento da flora.

Agradecimentos – Agradecemos a CAPES, pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor; FAPESP, pelo auxílio pesquisa (Processo 07/52613-5); Idea Wild, pela doação de equipamentos para trabalho de campo; Sr. Antonio Matos, pela autorização para desenvolver o trabalho na fazenda dos Bambus; Jairo J. Rueda, pela ajuda na classificação dos solos; José C. Casagrande e José G. Peres, pela análise das propriedades químicas e granulométricas das amostras de solo; Rodrigo A.S. Pereira, pela leitura e sugestões; Eurípides E. Macedo e Thiago P. Pádua, pela ajuda nos trabalhos de campo.

**Referências bibliográficas**

- APG II – ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436.
- BROKAW, N.V.L. & SCHEINER, S.M. 1989. Species composition in gaps and structure of a tropical forest. *Ecology* 70:538-541.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown, Dubuque.
- BUDKE, J.C., JARENKOW, J.A. & OLIVEIRA FILHO, A.T. 2008. Tree community features of two stands of riverine forest under different flooding regimes in Southern Brazil. *Flora* 203:162-174.
- CLARK, D.B., CLARK, D.A. & READ, J.M. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology* 86:101-112.
- COSTA, F.R.C., SCHLITTLER, F.H.M., CÉSAR, O. & MONTEIRO, R. 1997. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um remanescente de brejo no município de Brotas, SP. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 40:263-270.
- DAMASCENO JÚNIOR, G.A., SEMIR, J., SANTOS, F.A.M., LEITÃO FILHO, H.F. 2005. Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. *Flora* 200:119-135. ta no texto?
- EMBRAPA 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária & Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro.
- FELFILI, J.M. 1995. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio* 117:1-15.

- FERREIRA, L.V. & STOHLGREN, T.J. 1999. Effects of level fluctuation on plant species richness, diversity and distribution in a floodplain forest in Central Amazonia. *Oecologia* 120:582-587.
- FRAZER, G.W., CANHAM, C.D. & LERTZMAN, K.P. 1999. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, New York.
- GOMES, P.B., VÁLIO, I.F.M. & MARTINS, F.R. 2006. Germination of *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) in laboratory and its relation to the palm spatial distribution in a swamp forest. *Aquatic Botany* 85:16-20.
- GUARINO, E.S.G. & WALTER, B.M.T. 2005. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de matas de galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19:431-442.
- IVANAUSKAS, N.M., RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. 1997. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasileira de Botânica* 20:139-153.
- JACOMINE, P.K.T. 2000. Solos sob matas ciliares. *In* Matas ciliares: conservação e recuperação (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo, p.27-31.
- KAHN, F. & CASTRO, A. 1985. The palm community in a forest of central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 17, 210-216.
- KAHN F. & MEJIA, K. 1990. Palm communities in wetland forest ecosystems of Peruvian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 33/34:169-179.

- KOPONEN, P., NYGREN, P., SABATIER, D., ROUSTEAU, A. & SAUR, E. 2004. Tree species diversity and forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. *Plant Ecology* 173:17-32.
- KOZLOWSKI, T.T. 2002. Physiological-ecological impacts of flooding on riparian forest ecosystems. *Wetlands* 22:550-561.
- LEITÃO FILHO, H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo* 16A:197-206.
- LIEBERMAN, M., LIEBERMAN, D., HARTSHORN, G.S. & PERALTA, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *Journal of Ecology* 73:505-516.
- LOBO, P.C. & JOLY, C.A. 1995. Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St.-Hil. (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. *Revista Brasileira de Botânica* 18:177-183.
- LUGO, A.E., BROWN, S. & BRINSON, M.M. 1990. Concepts in wetland ecology. *In* *Ecosystems of the world 15: Forested wetlands* (A.E. Lugo, M.M. Brinson & S. Brown, eds.). Elsevier, Amsterdam, p.53-85.
- MAINGI, J.K. & MARSH, S.E. 2006. Composition, structure, and regeneration patterns in a gallery forest along the Tana River near Bura, Kenya. *Forest Ecology and Management* 236:211-228.
- MARIMON, B.S., FELFILI, J.M. & LIMA, E.S. 2002. Floristic and phytosociology of the gallery forest of the Bacaba stream, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 59:303-318.
- MARQUES, M.C.M. & JOLY, C.A. 2000. Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. *Acta Botanica Brasilica* 14:113-120.



- MARQUES, M.C.M., SILVA, S.M. & SALINO, A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:495-506.
- MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Holos Environment* 1:236-267.
- McCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 4.0. MjM Software Desing, Oregon Glaneden Beach.
- MEDLEY, K.E. 1992. Patterns of forest diversity along the Tana River, Kenya. *Journal of Tropical Ecology* 8:353-371.
- NAIMAN, R.J. & DÉCAMPS, H. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28:621-658.
- NOGUEIRA, M.F. & SCHIAVINI, I. 2003. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de uma mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. *Bioscience Journal* 19:89-98.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., RATTER, J.A. & SHEPHERD, G.J. 1990. Floristic composition and community structure of a Brazilian gallery forest. *Flora* 184:103-117.
- PAROLIN, P., SIMONE, O. HAASE, K., WALDHOFF, D., ROTTENBERGER, S., KUHN, U., KESSELMEIER, J. KIEISS, B., SCHMIDT, W., PIEDADE, M.T.F. & JUNK, W.J. 2004. Central Amazonian floodplain forests: tree adaptations in a pulsing system. *The Botanical Review* 70:357-380.
- PASCHOAL, M.E.S. & CAVASSAN, O. 1999. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do Pelintra, Agudos, SP. *Naturalia* 24:171-191.
- RAIJ, B. van., 1983. Avaliação da fertilidade do solo. Editora Franciscana (LAFRAME), Piracicaba.

- RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S. & RIBEIRO, J.F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60:57-109.
- RUGGIERO, P.G.C., BATALHA, M.A., PIVELLO, V.R. & MEIRELLES, S.T. 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 160:1-16.
- SALO, J., KALLIOLA, R., HÄKKINEN, I., MÄKINEN, Y., NIEMELÄ, P., PUHAKKA, M. & COLEY, P.D. 2000. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322:254-258.
- SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90:517-524.
- SCARANO, F.R. 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. *Rodriguésia* 57:491-502.
- SCARANO, F.R., RIBEIRO, K.T., MORAES, L.F.D. & LIMA, H.C. 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14:793-803.
- SETZER, J. 1966. Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo. Comissão interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, São Paulo.
- SILVA, A.C., VAN DEN BERG, E., HIGUCHI, P. & OLIVEIRA FILHO, A.T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 30:257-269.
- SILVA MATOS, D.M.S. & WATKINSON, A.R. 1998. The fecundity, seed and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in Southeastern Brazil. *Biotropica* 30:595-603.

- SOUZA, A.F. & MARTINS, F.R. 2005. Spatial variation and dynamics of flooding, canopy openness, and structure in a Neotropical swamp forest. *Plant Ecology* 180:161-173.
- SVENNING, J.C. 1999. Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. *Journal of Ecology* 87:55-95.
- TEIXEIRA, A.P. & ASSIS, M.A. 2005. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Rio Claro (SP), Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:467-476.
- TEIXEIRA, A.P. & RODRIGUES, R.R. 2006. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20:803-813.
- TEIXEIRA, A.P., ASSIS, M.A., SIQUEIRA, F.R. & CASAGRANDE, J.C. 2008. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 16:451-461.
- ter BRAAK, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69:69-77.
- TONIATO, M.T.Z., LEITÃO FILHO, H.F. & RODRIGUES, R.R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 21:197-210.
- TORRES, R.B., MATTHES, L.A.F. & RODRIGUES, R.R. 1994. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 17:189-194.
- URQUHART, G.R. 2004. Flood-tolerance and flood-escape mechanisms for seeds and seedlings of common trees of Central America. *Tropical Ecology* 45:197-208.
- VENEKLAAS, E.J., FAJARDO, A., OBREGON, S. & LOZANO, J. 2005. Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Ecography* 28:236-252.

VORMISTO, J., PHILLIPS, O.L., RUOKOLAINEN, K., TUOMISTO, H. & VÁSQUEZ, R.

2000. A comparison of fine-scale distribution patterns of four plant groups in an Amazonian rainforest. *Ecography* 23:349-359.

ZAR, J.H. 1996. *Bioestatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

## CAPÍTULO 4 – Uma síntese da composição florística de três florestas paludosas do interior paulista (Itirapina, Cristais Paulista e Jeriquara)

### Introdução

A presente síntese trata da composição florística das três florestas paludosas estudadas no interior paulista, nos Município de Itirapina (22°15'54''S, 47°40'51''W, 4,5 ha, 720 m de altitude), Cristais Paulista (20°25'58''S, 47°25'98''W, ca 980 m de altitude) e Jeriquara (20°19'30''S, 47°37'10''W, 840 m de altitude). Em cada floresta foram estabelecidas 60 parcelas de 10 x 10 m, onde foram quantificados e identificados os indivíduos com PAP (perímetro a altura do peito)  $\geq 10$  cm, classificados os solos e avaliadas suas propriedades químicas, textura, drenagem e, ainda, estimada a abertura de dossel. O desenho amostral e as relações entre composição florística, estrutura, distribuição das espécies e condições ambientais foram abordadas, para cada área, nos capítulos 1 (Itirapina), 2 (Cristais Paulista) e 3 (Jeriquara). Por meio da análise conjunta dos dados florísticos e ambientais das três florestas, objetivou-se: i) avaliar os padrões de diversidade das florestas estudadas; ii) determinar grupos ecológicos de espécies, com relação ao habitat, síndromes de dispersão dos diásporos e categorias sucessionais.

Para a comparação do número de espécies entre as áreas, o esforço amostral foi padronizado pelo método de rarefação do número esperado de espécies pela densidade de indivíduos. A análise foi processada no programa Past, versão 1.84 (Hammer *et al.* 2001) e as curvas de riqueza pelo número de indivíduos foram construídas no Microsoft Excel.

As espécies encontradas nas três florestas foram classificadas, com base em observações de campo, quanto ao habitat, de acordo com as condições hídricas do solo. Foram consideradas três classes, sendo: solos “secos” – bem drenados; alagados – com lençol freático próximo a superfície durante toda a estação seca e com alagamentos na estação

chuvosa; e úmidos – geralmente em trechos intermediários entre os dois primeiros, com lençol freático próximo à superfície ao longo de todo o ano, porém sem alagamentos.

Quanto à síndrome de dispersão dos diásporos, as espécies foram classificadas em zoocóricas, anemocóricas e autocóricas, com base nos trabalhos de Meguro *et al.* (1996a), Pinheiro & Ribeiro (2001) e Spina *et al.* (2001). Quanto às categorias sucessionais, as espécies foram classificadas em três grupos (senso Budke *et al.* 2008): i) pioneiras ou espécies que apresentam o ciclo de vida inteiramente heliófito; ii) espécies que demandam sol para seu desenvolvimento enquanto jovens; iii) espécies tolerantes a sombra enquanto jovens. A classificação foi baseada em observações de campo e na literatura disponível (*e.g.* Vilela *et al.* 1993, Oliveira-Filho *et al.* 1994, Nunes *et al.* 2003, Toniato & Oliveira-Filho 2004). Por fim, quanto à distribuição vertical na floresta, as espécies foram classificadas em árvores, arvoretas (árvores com altura menor ou igual a 6 m) e arbustos (perfilhadas desde a base e com altura igual ou inferior a 2,5 m). Das 128 espécies, *Coffea arabica* (encontrada em Cristais Paulista) não foi utilizada nas classificações, por ser exótica.

## Os solos

As florestas paludosas abordadas no presente estudo, embora ocorram sobre solos hidromórficos, apresentam distintas condições edáficas, conforme o material de origem dos solos e a posição da floresta na paisagem. Como resultado, foram encontradas diferentes classes de solos nas três florestas (Gleissolos, Cambissolos, Neossolos e Organossolos), com textura, aporte de nutrientes e condições hídricas distintas. Em Itirapina foram identificados apenas Organossolos Háplicos; em Cristais Paulista, Cambissolos Háplicos e Gleissolos Melânicos; em Jeriquara, Gleissolos Melânicos, Neossolos Regolíticos e Organossolos Mésicos. Enquanto em Cristais Paulista os Gleissolos Melânicos foram os solos de drenagem

mais deficiente, em comparação aos Cambissolos, em Jeriquara foram os solos relativamente melhor drenados, em comparação aos Neossolos e Organossolos. A condição de drenagem, neste caso, é determinada pela topografia, sendo que na floresta de Cristais Paulista esses solos encontram-se principalmente em superfícies planas, nas margens do curso d'água, ao passo que em Jeriquara encontram-se em trechos com declives perpendiculares ao curso d'água, onde a água percola ou escoar mais rapidamente pela superfície em direção ao leito. Por outro lado, todos os solos apresentaram em comum altos teores de matéria orgânica, baixa disponibilidade de nutrientes e baixos valores de pH, expressando elevada acidez. Estas características reforçam as observações de Paschoal & Cavassan (1999), que as florestas paludosas ocorrem em solos hidromórficos, com elevada acidez, teor de alumínio e matéria orgânica, porém com baixa saturação por bases.

As condições edáficas estão estreitamente associadas com a estrutura das comunidades vegetais nas três florestas estudadas. A elevada densidade de árvores e arbustos em Itirapina (tabela 1), com alturas e diâmetros reduzidos, é consequência da instabilidade dos seus solos orgânicos, que são inconsolidados. Esses solos, com camada orgânica espessa (> 1 m de profundidade) não suportam árvores de grande porte. Como exemplo, os indivíduos de maior porte nessa floresta atingiram altura máxima de 16 m (*Calophyllum brasiliense*, *Protium spruceanum*, *Tapirira guianensis* e *Xylopia emarginata*) e diâmetro máximo de 40 cm (*C. brasiliensis*). Em Cristais Paulista e Jeriquara foram encontrados indivíduos com altura  $\geq$  20 m (*C. brasiliensis*, *T. guianensis* e *X. emarginata* na primeira e *Cedrela odorata*, *C. brasiliensis* e *X. emarginata* na segunda) e diâmetro de até 50 cm em Cristais Paulista (*C. brasiliensis*) e 68 cm em Jeriquara (*Copaifera langsdorffii*). Embora a floresta de Itirapina seja caracterizada por espécies de menor porte (em altura e diâmetro), foram encontrados valores mais altos de área basal que as demais florestas, em função da elevada densidade de indivíduos.

## A riqueza de espécies

Em 1,8 hectares amostrados nas três florestas foram quantificados 9.725 indivíduos distribuídos em 109 espécies. Outras 19 espécies foram acrescentadas por meio de coletas casuais, fora das parcelas, totalizando 128 espécies nas três áreas (Anexo 1). Em Itirapina, a floresta foi caracterizada pelo menor número de espécies e famílias, diversidade de Shannon ( $H'$ ) e maior densidade de indivíduos (Tabela 1). As curvas de riqueza de espécies por densidade de indivíduos mostraram diferenças significativas entre a riqueza de espécies das três florestas, evidenciando Itirapina como a mais pobre e Jeriquara como a mais rica (Figura 1).

Uma relação positiva entre o número de classes de solos e o número de espécies amostradas foi observada: em Itirapina foram encontradas 37 espécies em uma única classe de solo; em Cristais Paulista, 61 espécies em duas classes; em Jeriquara, 72 espécies em três classes. Outro fator importante que pode estar influenciando a menor riqueza de espécies do capão de Itirapina é seu isolamento espacial de outras formações florestais, visto que o remanescente encontra-se circundado por campos úmidos. Por outro lado, os remanescentes de Cristais Paulista e Jeriquara fazem contato com manchas de cerrado e cerrado *sensu stricto*, o que associado às suas bordas mais secas, possibilitam a coexistência de espécies higrófilas e de cerrado.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram outros relatos que evidenciaram um incremento na riqueza de espécies em florestas paludosas estabelecidas sobre diferentes condições de drenagem (Koponen *et al.* 2004) e classes de solo (Rocha *et al.* 2005, Loures *et al.* 2007, Teixeira *et al.* 2008). As diferentes classes de solo, suas variações de textura e no padrão de drenagem possibilitam a formação de microambientes e, conseqüentemente, a partição de nichos, ocupados por espécies com diferentes tolerâncias ou



exigências às condições ambientais. Além disso, por ocorrerem naturalmente fragmentadas, as florestas paludosas apresentam grandes áreas de borda (Costa *et al.* 1997), que favorecem a ocupação por espécies associadas às florestas de melhor drenagem, como cerradão (Marques *et al.* 2003), florestas estacionais semidecíduais (Rocha *et al.* 2005, Teixeira & Assis 2005), florestas ombrófilas (Scarano 2002), entre outras, conforme a região de ocorrência. Dessa forma, conclui-se que as diferentes condições edáficas e a interface com a vegetação circundante são responsáveis pelo aumento da riqueza de espécies em florestas paludosas em um contexto local.

Tabela 1. Descritores florísticos e estruturais de três florestas paludosas estudadas no interior paulista (n = 60 parcelas de 10 x 10 m em cada área).

Descritores	Itirapina	Cristais Paulista	Jeriquara
Número de espécies	37	61	72
Número de famílias	25	36	36
Diversidade de Shannon	2,39	2,71	2,81
Eqüabilidade (J')	0,66	0,66	0,66
Densidade (indivíduos.ha <sup>-1</sup> )	8.540	3.393	4.275
Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	50,76	41,38	45,49

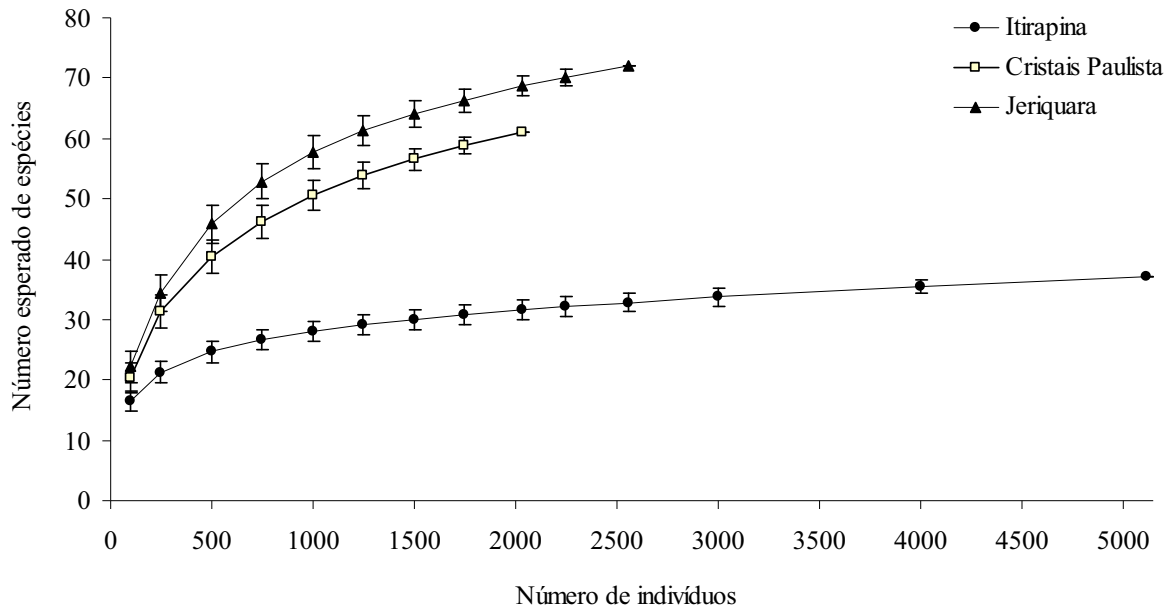


Figura 1. Curvas de rarefação de espécies para três florestas paludosas do interior paulista.

### Classificação das espécies em grupos ecológicos

#### *Habitat*

As espécies que ocorrem em solos alagados caracterizam-se por grandes densidades locais e são amplamente distribuídas pelas florestas paludosas interioranas. Estas espécies apresentam adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e reprodutivas, que possibilitam o estabelecimento em solos alagáveis. Como exemplos têm-se *Calophyllum brasiliense*, *Dendropanax cuneatus*, *Euterpe edulis*, *Geonoma brevispatha*, *Guarea macrophylla*, *Hyeronima alchorneoides*, *Magnolia ovata*, *Myrcia laruotteana*, *Protium spruceanum*, *Rapanea gardneriana*, *Styrax pohlli*, *Tabebuia umbellata* e *Xylopia emarginata*.

As espécies que ocorrem sobre solos úmidos e melhor drenados (“secos”) das florestas paludosas geralmente são comuns em outros tipos fisionômicos. Como espécies exclusivas ou preferenciais de solos secos foram encontradas, por exemplo, *Anadenthera falcata*, *Hirtella*

*glandulosa*, *Lafoensia pacari*, *Myrcia tomentosa*, *Virola sebifera*, *Vochysia tucanorum*, *Xylopia aromatica* e *X. sericea*, que são comuns nos cerrados e bordas ou trechos mais abertos de matas de galeria não inundáveis (e.g. Oliveira-Filho & Ratter 1995, Araújo *et al.* 1999, Costa & Araújo 2001, Silva Júnior *et al.* 2001, Teixeira *et al.* 2004); *Cupania vernalis*, *Duguetia lanceolata*, *Eugenia florida*, *Guapira opposita*, *Guateria nigrescens*, *Lithrae molleoides*, *Syagrus romanzoffiana* e *Xylopia brasiliensis*, comuns em florestas estacionais semidecíduais (e.g. Pagano *et al.* 1987, Araújo & Haridassan 1997, Oliveira-Filho *et al.* 2001, Nunes *et al.* 2003, Toniato & Oliveira-Filho 2004, Ferreira *et al.* 2007); e *Casearia sylvestris*, *Myrcia splendens*, *Ocotea corymbosa*, *O. pulchella*, *Pera glabrata*, *Platypodium elegans* e *Rapanea umbellata*, comuns em cerrados, florestas estacionais semidecíduais e florestas de galeria não inundáveis (e.g. Walter & Ribeiro 1997, Correia *et al.* 2001, Teixeira & Rodrigues 2006).

As espécies que ocorrem em solos úmidos, que são ambientes de transição, estão associadas a solos de melhor drenagem, mas toleram solos saturados, porém sem alagamentos ou, por outro lado, ocorrem preferencialmente em solos muito mal drenados, mas ocupam trechos ecotonais para solos melhor drenados. Geralmente são associadas a formações florestais e são amplamente encontradas nas matas ribeirinhas. Como exemplos, têm-se *Euplassa cf. inaequalis*, *Pseudolmedia laevigata*, *Ocotea aciphylla*, amplamente distribuídas pelas florestas de galeria (Silva Júnior *et al.* 2001).

Por fim, como espécies generalistas por habitat e que ocorrem com uma ampla distribuição geográfica, são citadas, por exemplo, *Copaifera langsdorffii*, *Siparuna guianenses* e *Tapirira guianensis* (Oliveira-Filho & Ratter 1995).

*Síndromes de dispersão*

Das 127 espécies consideradas, 114 (ou 90%) apresentam dispersão por zoocoria, 10 (ou 8%) são anemocóricas e três (ou 2%) são autocóricas. A porcentagem de espécies zoocóricas foi de 97%, 89% e 88% em Itirapina, Jeriquara e Cristais Paulista, respectivamente. Em Campinas, Spina *et al.* (2001) relataram que 75% das espécies arbóreas apresentavam zoocoria e 12% apresentaram anemocoria, a mesma porcentagem encontrada para espécies autocóricas. Entretanto, os autores consideraram as lianas no grupo de arbóreas e observaram grande número de espécies anemocóricas nesse grupo.

Para as florestas paludosas, altas proporções de espécies zoocóricas são esperadas, visto que essas florestas ocorrem naturalmente fragmentadas, em função da especificidade dos solos em que são estabelecidas. Como resultante dessa fragmentação natural, os diásporos devem ser transportados por longas distâncias, o que é possível apenas pela fauna, principalmente pássaros. Dessa forma, a maior porcentagem de espécies zoocóricas em Itirapina pode ser decorrente de sua fragmentação natural e isolamento de outras formações florestais. Em Cristais Paulista e Jeriquara, espécies não zoocóricas, como *Anadenanthera falcata*, *Cedrela fissilis*, *Eriotheca candolleana*, *Piptadenia gonoacantha*, *Tibouchina* sp. e *Vochysia tucanorum* foram observadas nas bordas das florestas e são espécies comumente encontradas em cerrados ou florestas estacionais semidecíduais.

Ressalta-se, ainda, a importância da dispersão pela água para muitas espécies, como *Calophyllum brasiliense* (Scarano *et al.* 1997) e *Euterpe edulis* (A.P. Teixeira, observação pessoal). Além de dispersar os diásporos, o transporte pela água favorece a formação de um banco de sementes, depositado em anteparos de melhor drenagem ou em função do retrocesso da água que se encontrava acima da superfície do solo. Este depósito pode influenciar o padrão de distribuição espacial das espécies, determinando populações distribuídas de modo agregado, para todas as classes de tamanho.

*A sucessão florestal*

A avaliação conjunta das três áreas evidencia a ocupação de trechos com maior abertura de dossel por espécies distintas, conforme a composição florística local. Em Itirapina foram observadas *Byrsonima* cf. *ligustrifolia*, *Daphnopsis racemosa*, *Myrcia laruotteana*, *Ocotea tristis*, *Rapanea gardneriana* e *Tabebuia umbellata*, entre outras; em Cristais Paulista foram encontradas *Myrcia laruotteana*, *Rapanea gardeniara* e *Xylopia xericea* (esta espécie em trechos de maior abertura de dossel, porém de melhor drenagem). Já em Jeriquara foram observadas *Cedrela odorata*, *Mauritia flexuosa* e *Tapirira guianensis*. Essas espécies são pioneiras ou demandam luz para seu desenvolvimento quando jovens e podem estar associadas à “cicatrização” de clareiras no interior das florestas paludosas. Outras espécies comuns em clareiras e bordas das florestas estudadas são *Cecropya pachystachya*, *C. glaziovii* e *Hedyosmum brasiliense*.

Com relação aos limites das florestas, as florestas estudadas em Cristais Paulista e Jeriquara apresentam bordas causadas pela fragmentação antrópica, cujos solos bem drenados foram, outrora, ocupados por elementos de cerrados, embora restem, ainda, pequenas manchas destes tipos de vegetação. Já em Itirapina, por encontrar-se naturalmente circundada por formações campestres úmidas, o capão apresenta uma transição entre campo-floresta formada por arvoretas e arbustos com altura entre 2,5 e 4 m, distribuídas de forma bastante adensada. Como espécies comuns na transição destacam-se *Drimys brasiliensis*, *Daphnopsis racemosa*, *Gaylussacia brasiliensis*, *Ilex affinis*, *Miconia chamissois*, *M. theaezans*, *Myrcia laruotteana*, *Rapanea gardneriana*, *Tapirira guianensis* e samambaias como *Cyathea delgadii* e *Trichipteris* sp. A presença dessas espécies em uma zona de transição parece estar associada à expansão da floresta sobre os campos adjacentes. Se esta especulação for

verdadeira, estas espécies podem ser importantes na colonização de áreas campestres e conseqüente estabelecimento de uma fisionomia florestal.

Meguro *et al.* (1996a) sugeriram uma possível seqüência temporal de colonização ao descreverem os processos de estabelecimento de matas e capões na Cadeia do Espinhaço, MG. Como espécies arbustivas e arbóreas que colonizam os trechos próximos a linhas de drenagens, tomados por formações campestres, foram citadas *Byrsonima sericea*, *Drimys brasiliensis*, *Miconia chamissois*, *Rapanea guianensis*, *Sapium glandulatum* e *Trichipteris villosa*, encontradas com altura inferior a 1 m, tendo na seqüência o estabelecimento de *Clusia criuva*, *Ilex conocarpa*, *Richeria grandis*, *Tapirira guianensis*, *Xylopia emarginata* e diferentes espécies de Melastomataceae, com altura entre 1,5 e 3 m. Com a maior amplitude da faixa de vegetação, evidenciou-se a estratificação vertical da floresta e a ocorrência de epífitas, sendo que além das espécies citadas, foram encontradas *Geonoma brevispatha*, *Hyeronima alchorneoides*, *Magnolia ovata*, *Podocarpus sellowii*, *Protium spruceanum* e *Simarouba amara*, entre outras.

Muitas espécies comuns entre as encontradas na transição e no interior do capão em Itirapina e nos diferentes estádios de colonização na Serra do Cipó parecem suportar a especulação de que o capão de floresta de Itirapina está avançando sobre a formação campestre do entorno, entretanto apenas uma avaliação temporal poderia gerar inferências mais precisas. Embora os processos de colonização sejam semelhantes, com espécies comuns desempenhando os mesmos papéis, a composição final de espécies de um dado remanescente será conseqüência da interação de diferentes fatores, como disponibilidade e chegada de propágulos (Meguro *et al.* 1996b), existência de diferentes microambientes (Scarano *et al.* 1997), tolerância das plantas às condições ambientais (Urquhart 2004, Scarano 2006), entre outros.

Os processos sucessionais em florestas paludosas são ainda pouco conhecidos e podem variar de acordo com a complexidade das interações locais entre as plantas. Na zona costeira, por exemplo, grupos funcionais são responsáveis pela manutenção das florestas paludosas: bromélias representam sítios seguros para a germinação de espécies arbóreas que, por outro lado, fornecem sombra para as primeiras (Scarano *et al.* 1997, 1998). O represamento de rios tem causado grandes alterações na dinâmica do regime hídrico dos solos, formando trechos de melhor drenagem, porém expondo solos turfosos ao fogo, ou incrementando a altura da lâmina d'água dos trechos alagados. Neste caso, a remoção da cobertura arbórea expõe as bromélias à incidência luminosa direta, causando sua mortalidade e, conseqüentemente, a ausência da germinação de sementes (Scarano *et al.* 1998). Dessa forma, aquelas florestas paludosas apresentam baixa resiliência (Scarano 2006, Scarano *et al.* 1998) e torna-se necessária a intervenção antrópica para sua restauração (Scarano 2006).

Nas florestas paludosas interioranas, apesar da ausência de estudos, a resiliência também parece baixa, visto que espécies herbáceas invasoras colonizam trechos muito alterados e inibem o estabelecimento de espécies arbustivas e arbóreas. Como exemplos dessas invasoras, têm-se o lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*, Zingiberaceae) e a taboa (*Thypha* spp., Typhaceae).

### **Considerações finais**

Em função da instabilidade dos solos e do regime imprevisível de inundação, as florestas paludosas apresentam altas densidades locais de espécies pioneiras, como *Tapirira guianensis* e *Xylopia emarginata*. Como as inundações são consideradas perturbações naturais, essas florestas são bastante dinâmicas e a reposição de espécies, em função da morte natural das árvores, parece rápida. A síndrome de dispersão é caracterizada pela alta

porcentagem de espécies zoocóricas, possivelmente em função da fragmentação natural dessas florestas, de forma que os animais, por percorrerem longas distâncias, possibilitam a troca de propágulos entre florestas paludosas próximas.

Quanto à associação das espécies a determinados habitats, existe, ainda, um problema metodológico relacionado à escala espacial. Na grande maioria dos trabalhos em florestas paludosas foram utilizadas parcelas de 100 m<sup>2</sup> ou maiores. Entretanto, as microvariações no padrão de drenagem ocorrem em escalas muito menores (Scarano *et al.* 1997, Souza & Martins 2005). Para uma maior precisão na avaliação da associação das espécies quanto ao habitat, sugerem-se para futuros estudos: a utilização de parcelas permanentes de aproximadamente 1 m<sup>2</sup> e um acompanhamento temporal da dinâmica da água no solo, assim como da comunidade vegetal, com avaliação da chegada de propágulos, da germinação das sementes, do estabelecimento, desenvolvimento e mortalidade dos indivíduos nas parcelas. Dessa forma, associações mais estreitas entre a composição e a distribuição de espécies em relação ao regime hídrico dos solos poderiam ser evidenciadas.

### **Referências bibliográficas**

- Araújo, G.M. & Haridassan, M. 1997. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. *Naturalia* 22:115-129.
- Budke, J.C., Jarenkow, J.A. & Oliveira-Filho, A.T. 2008. Tree community features of two stands of riverine forest under different flooding regimes in Southern Brazil. *Flora* 203:162-174.
- Correia, J.R., Haridassan, M., Reatto, A., Martins, E.S. & Walter, B.M.T. 2001. Influência dos fatores edáficos na distribuição de espécies arbóreas em matas de galeria na região do



- cerrado: uma revisão. In Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria (J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca & J.C. Souza-Silva, eds.). Embrapa, Planaltina, p. 51-76.
- Costa, F.R.C., Schlittler, F.H.M., César, O. & Monteiro, R. 1997. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um remanescente de brejo no município de Brotas, SP. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 40:263-270.
- Ferreira, I.C.M., Coelho, R.M., Torres, R.B. & Bernacci, L.C. 2007. Solos e vegetação nativa remanescente no Município de Campinas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42:1319-1327.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan & P.D. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analyses. *Paleontologia Electronica* 4 ([http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)).
- Koponen, P., Nygren, P., Sabatier, D., Rousteau, A. & Saur, E. 2004. Tree species diversity and forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. *Plant Ecology* 173:17-32.
- Loures, L., Carvalho, D.A., Machado, E.L.M. & Marques, J.J.G.S.M. 2007. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21:885-896.
- Marques, M.C.M., Silva, S.M. & Salino, A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:495-506.
- Meguro, M., Pirani, J.R., Mello-Silva, R. & Giulietti, A.M. 1996a. Estabelecimento de matas ripárias e capões nos ecossistemas campestres da Cadeia do Espinhaço, MG. *Bolm. Botânica, Universidade de São Paulo* 15:1-11.

- Meguro, M., Pirani, J.R., Mello-Silva, R. & Giuliatti, A.M. 1996b. Caracterização florística e estrutural de matas ripárias e capões de altitude da Serra do Cipó, Minas Gerais. *Boim. Botânica, Universidade de São Paulo* 15:13-29.
- Nunes, Y.R.F., Mendonça, A.V.R., Botezelli, L., Machado, E.L.M. & Oliveira-Filho, A.T. 2003. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. *Acta Botanica Brasilica* 17:213-229.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 1995. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plants species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52:141-194.
- Oliveira-Filho, A.T., Vilela, E.A., Carvalho, D.A. & Gavilanes, M.L. 1994. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. *Flora* 189:287-305.
- Oliveira-Filho, A.T., Curi, N., Vilela, E.A. & Carvalho, D.A. 2001. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in southeastern Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*. 58:139-158.
- Pagano, S.N., Leitão Filho, H.F. & Shepherd, G.J. 1987. Estudo fitossociológico em mata mesófila semidecídua no Município de Rio Claro (Estado de São Paulo). *Revista Brasileira de Botânica* 10:49-61.
- Paschoal, M.E.S. & Cavassan, O. 1999. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do Pelintra, Agudos, SP. *Naturalia* 24:171-191.
- Pinheiro, F. & Ribeiro, J.F. 2001. Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito Federal. In *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria* (J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca & Sousa-Silva, J.C., eds.). Embrapa, Planaltina, p. 335-375.

- Rocha, C.T.V., Carvalho, D.A., Fontes, M.A.L., Oliveira Filho, A.T., van den Berg, E. & Marques, J.J.G.S.M. 2005. Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:203-218.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90:517-524.
- Scarano, F.R. 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. *Rodriguésia* 57:491-502.
- Scarano, F.R., Ribeiro, K.T., Moraes, L.F.D. & Lima, H.C., 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14:793-803.
- Scarano, F. R., Rios, R. I. & Esteves, F. A. 1998. Tree species richness, diversity and flooding regime: case studies of recuperation after anthropic impact in Brazilian flood-prone forests. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 24:223-235.
- Silva Júnior, M.C., Felfili, J.M., Walter, B.M.T., Nogueira, P.E., Rezende, A.V., Morais, R.O. & Nóbrega, M.G.G. 2001. Análise da flora arbórea de matas de galeria do Distrito Federal: 21 levantamentos. In *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria* (J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca & J.C. Souza-Silva, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 143-191.
- Souza, A.F. & Martins F.R. 2005. Spatial variation and dynamics of flooding, canopy openness, and structure in a Neotropical swamp forest. *Plant Ecology* 180:161-173.
- Spina, A.P., Ferreira, W.M. & Leitão Filho, H.F. 2001. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). *Acta Botanica Brasilica* 15:349-368.

- Teixeira, A.P. & Assis, M.A. 2005. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Rio Claro (SP), Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:467-476.
- Teixeira, A.P. & Rodrigues, R.R. 2006. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20:803-813.
- Teixeira, A.P., Assis, M.A., Siqueira, F.R. & Casagrande, J.C. 2008. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 16:451-461.
- Toniato, M.T.Z. & Oliveira Filho, A.T. 2004. Variations in tree community composition and structure in a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil related to different human disturbance histories. *Forest Ecology and Management* 198:319-339.
- Urquhart, G.R. 2004. Flood-tolerance and flood-escape mechanisms for seeds and seedlings of common trees of Central America. *Tropical Ecology* 45:197-208.
- Vilela, E.A., Oliveira-Filho, A.T., Gavilanes, M.L. & Carvalho, D.A. 1993. Espécies de matas ciliares com potencial para estudos no alto rio grande, sul de Minas. *Revista Árvore* 17:117-128.
- Walter, B.M.T. & Ribeiro, J.F. 1997. Spatial floristic patterns in gallery forests in the cerrado region, Brazil. In *Proceedings of the International Symposium on assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests* (J. Imanã-Encinas & C. Kleinn, eds.). University of Brasília, Brasília, p. 339-349.

ANEXO 1. Listagem florística (indivíduos com PAP  $\geq$  10 cm) e densidade (por 0,6 ha amostrado em cada floresta) de três florestas paludosas estudadas nos Municípios de Itirapina, Cristais Paulista e Jeriquara, interior do Estado de São Paulo. \* Espécies encontradas fora das parcelas. \*\* Espécie exótica. Fv = forma de vida, sendo: A – árvore, Av – arvoreta, At – arbusto, Pa – palmeira alta, Pb – palmeira baixa, S – Samabaia. Hbt = hábitat, quanto às condições hídricas do solo, sendo: A – alagado, U – úmido, S – seco. Cs = Categoria sucessional, sendo: Pi – pioneira, Dl – que demanda luz, Ts – tolerante à sombra. Sd = síndrome de dispersão, sendo: Zo – zoocórica, An – anemocórica, Au – autocórica.

Famílias/Espécies	Itirapina	Cristais	Jeriquara	Fv	Hbt	Cs	Sd
<b>ANACARDIACEAE</b>							
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.			3	Av	S	Pi	Zo
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	230	156	147	A	G	Pi	Zo
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch.		*	12	A	S,U	Dl	Zo
<b>ANNONACEAE</b>							
<i>Duguetia lanceolata</i> A. St.-Hil.		2		A	S	Ts	Zo
<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.		*		A	S	Ts	Zo
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.			4	Av	S	Dl	Zo
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.		*		A	S	Ts	Zo
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	490	186	217	A	A,U	Pi	Zo
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.		19		A	S,U	Dl	Zo
<b>ARALIACEAE</b>							
<i>Dendropanax cuneatus</i> Decne & Planch.	66	1	38	A	A,U	Dl	Zo
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin		2		A	S,U	Dl	Zo
<b>ARECACEAE</b>							
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. Ex. Mart.			*	Pa	S	Pi	Zo
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	803	*	101	Pa	A,U	Ts	Zo
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	237	229	198	Pb	A,U	Ts	Zo
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.			9	Pa	A,U	Pi	Zo
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		*		Pa	S	Dl	Zo
<b>BIGNONIACEAE</b>							
<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	87	*	1	A	A,U	Dl	An
<b>BURSERACEAE</b>							

Famílias/Espécies	Itirapina	Cristais	Jeriquara	Fv	Hbt	Cs	Sd
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	581	423	477	A	A,U	Ts	Zo
CARDIOPTERIDACEAE							
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard			10	A	A,U	Nc	Zo
CHLORANTACEAE							
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.		3	6	Av	A,U	Pi	Zo
CHRYSOBALANACEAE							
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.		*		A	S	Dl	Zo
CLUSIACEAE							
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1524	351	512	A	A,U	Ts	Zo
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	2		2	Av	U	Dl	Zo
CYATHEACEAE							
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.		4	5	S	A,U	Dl	An
ERICAEAE							
<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	2		*	At	A,U	Dl	Zo
ERYTHROXYLACEAE							
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E.Schulz	1		1	Av	S,U	Dl	Zo
<i>Erythroxylum</i> cf. <i>anguifugum</i> Mart.			1	Av	S	Dl	Zo
EUPHORBIACEAE							
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.		*		A	G	Pi	Zo
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.		5	5	A	G	Dl	Zo
<i>Croton urucurana</i> Baill.			3	A	A,U	Pi	Zo
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	1		2	A	S	Dl	Zo
<i>Pera obovata</i> (Klotzch) Baill.	17	4	2	Av	S,U	Dl	Zo
FABACEAE							
<i>Acacia paniculata</i> Willd.			2	A	S	Pi	Au
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.			*	A	S	Dl	An
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) J.F. Macbr.		3		A	S	Dl	Zo
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		14	6	A	G	Ts	Zo
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms		*	2	A	S,U	Dl	Zo
<i>Platypodium elegans</i> Vogel		1	2	A	S	Dl	An
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.		*		A	S	Pi	Au
LACISTEMATAACEAE							
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat		16	4	Av	S	Nc	Zo
LAMIACEAE							
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.		*	5	Av	S	Pi	Zo

Famílias/Espécies	Itirapina	Cristais	Jeriquara	Fv	Hbt	Cs	Sd
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.			1	A	S	Dl	Zo
<i>Vitex polygama</i> Cham.		5		A	S	Dl	Zo
LAURACEAE							
<i>Aniba heringeri</i> Vattimo		11	9	Av	A,U	Nc	Zo
<i>Nectandra nitidula</i> Nees		4	5	A	A,U	Dl	Zo
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.		*		A	S	Dl	Zo
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	8			A	U	Nc	Zo
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez		6	8	A	S,U	Ts	Zo
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	2		4	A	U	Dl	Zo
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	10	1		A	A,U	Dl	Zo
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.		10	6	A	S	Dl	Zo
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez	7			A	A,U	Dl	Zo
<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	2			A	U	Nc	Zo
<i>Persea punctata</i> Meisn.	1			A	U	Nc	Zo
<i>Persea venosa</i> Nees	1		*	Av	U	Nc	Zo
LYTHRACEAE							
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.		2		A	S	Dl	An
MAGNOLIACEAE							
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	118	17	204	A	A,U	Ts	Zo
MALPIGHIACEAE							
<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.			*	Av	S,U	Pi	Zo
<i>Byrsonima</i> cf. <i>ligustrifolia</i> A. St.-Hil.	41	8	3	Av	U	Dl	Zo
<i>Byrsonima</i> sp.		1		Av	U	Nc	Zo
MALVACEAE							
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns		*		A	S	Dl	An
MELASTOMATACEAE							
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	1	*		At	A,U	Pi	Zo
<i>Miconia elegans</i> Cogn.	12	6		Av	S,U	Dl	Zo
<i>Miconia pseudonervosa</i> Cogn.	1	24		At	A	Ts	Zo
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin		*		Av	S	Dl	Zo
<i>Tibouchina</i> sp.		*		A	S	Dl	Au
MELIACEAE							
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.		*	*	A	S	Dl	An
<i>Cedrela odorata</i> L.			16	A	A,U	Dl	An
<i>Guarea kunthiana</i> C. DC.			17	A	S,U	Ts	Zo

Famílias/Espécies	Itirapina	Cristais	Jeriquara	Fv	Hbt	Cs	Sd
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	166	144	92	Av	A,U	Ts	Zo
MONIMIACEAE							
<i>Macropeplus ligustrinus</i> (Tul.) Perk.		13		Av	U	Ts	Zo
MORACEAE							
<i>Ficus citrifolia</i> Mill.		*	3	A	S,U	Dl	Zo
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D. Bouché		*		A	U	Dl	Zo
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.			4	A	A,U	Dl	Zo
<i>Ficus trigona</i> L.f.			14	A	A,U	Dl	Zo
<i>Maclura tinctoria</i> D. Don ex Steud.			1	Av	S	Dl	Zo
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	7	60	88	A	U	Dl	Zo
MYRISTICACEAE							
<i>Virola sebifera</i> Aubl.		25	9	A	S,U	Dl	Zo
MYRSINACEAE							
<i>Cybianthus densicomus</i> Mart.		1		At	A,U	Ts	Zo
<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez		*	2	A	S	Pi	Zo
<i>Rapanea gardneriana</i> (A. DC.) Mez	93	31	84	A	A,U	Dl	Zo
<i>Rapanea umbellata</i> (Mart. Ex DC.) Mez			1	A	S	Dl	Zo
MYRTACEAE							
<i>Calyptanthes grandiflora</i> O. Berg		1		A	S	Nc	Zo
<i>Eugenia acutata</i> Miq.		1		A	S	Nc	Zo
<i>Eugenia florida</i> DC.			13	A	S,U	Dl	Zo
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O. Berg) Kiaersk.	30		6	Av	A,U	Nc	Zo
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	38	79	25	Av	A,U	Dl	Zo
<i>Myrcia</i> cf. <i>palustris</i> DC.		2		Av	U	Nc	Zo
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		*	4	A	S	Dl	Zo
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.		4		Av	S	Dl	Zo
<i>Myrcia venulosa</i> DC.		1	1	Av	U	Dl	Zo
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg		2		Av	S,U	Ts	Zo
<i>Psidium guineense</i> Sw.			1	Av	S	Dl	Zo
<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg		30		A	S	Ts	Zo
NYCTAGINACEAE							
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz		1		A	S	Dl	Zo
OCHNACEAE							
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	12	2		A	S	Dl	Zo
OLEACEAE							



Famílias/Espécies	Itirapina	Cristais	Jeriquara	Fv	Hbt	Cs	Sd
<i>Chionanthus trichotomus</i> (Vell.) P.S. Green			1	A	S,U	Nc	Zoo
PHYLLANTHACEAE							
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	84	44	34	A	A,U	Dl	Zo
PIPERACEAE							
<i>Piper arboreum</i> Aubl.		29	9	At	S	Dl	Zo
<i>Piper crassinervium</i> Kunth			4	At	S	Dl	Zo
PODOCARPACEAE							
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzch ex Endl.	164			A	A,U	Dl	Zo
PROTEACEAE							
<i>Euplassa cf. inaequalis</i> (Pohl) Engl.			12	A	U	Dl	Zo
RUBIACEAE							
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.		*		A	S	Ts	Zo
<i>Chomelia pohliana</i> Müll. Arg.			2	Av	S	Dl	Zo
<i>Coffea arabica</i> L.**		2		Av	Nc	Nc	Nc
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll. Arg.		4	4	Av	S	Dl	Zo
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	42	1	15	A	A,U	Dl	Zo
<i>Psychotria mapourioides</i> DC.		8	7	Av	A,U	Ts	Zo
<i>Psychotria</i> sp.		1		Av	U	Ts	Zo
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.		1		Av	S	Ts	Zo
RUTACEAE							
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.			1	A	S	Dl	Zo
SALICACEAE							
<i>Casearia mariquitensis</i> Kunth		*		Av	S	Dl	Zo
<i>Casearia rupestris</i> Eichler			1	Av	S	Dl	Zo
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		2	1	Av	S,U	Pi	Zo
SAPINDACEAE							
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.		1		A	S	Dl	Zo
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		*		A	S,U	Dl	Zo
SIPARUNACEAE							
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		4	10	Av	G	Ts	Zo
SOLANACEAE							
<i>Cestrum megalophyllum</i> Dunal		3	1	At	U	Dl	Zo
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal			*	A	S	Dl	Zo
STYRACACEAE							
<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	226	14	29	A	A,U	Dl	Zo

Famílias/Espécies	Itirapina	Cristais	Jeriquara	Fv	Hbt	Cs	Sd
<b>SYMPLOCACEAE</b>							
<i>Symplocos cf. nitens</i> (Pohl) Benth.			4	A	U	Nc	Zo
<b>THEACEAE</b>							
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng		6	1	A	U	Nc	An
<b>THYMELAEACEAE</b>							
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling		1		Av	S	Dl	Zo
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	3			Av	S,U	Dl	Zo
<b>URTICAEAE</b>							
<i>Cecropia glaziovi</i> Snethl.		*	*	A	S,U	Dl	Zo
<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul	14	2	31	A	G	Pi	Zo
<b>VOCHYSIACAE</b>							
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.		*	*	A	S	Dl	An
<b>WINTERACEAE</b>							
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers		*		Av	A,U	Dl	Zo

## CAPÍTULO 5 – Relações florísticas entre florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste do Brasil<sup>§</sup>

§ De acordo com as normas do periódico “Revista Brasileira de Botânica”

**ABSTRACT** – (Floristic relationships between swamp forests of southeastern and central-western Brazil). We evaluate the floristic relationships between 21 swamp forests of southeastern and central-western Brazil by using multivariate analysis. DCA and TWINSpan indicated two distinct floristical groups between forests, according to the phytogeographic province (Paranaense or Cerrado) and its climate conditions, phytophysiognomies and species composition, which complement the flora of the swamp forests. In the same province, edaphic conditions and geographical distance, among other factors, may be responsible for similarities or dissimilarities between the forests flora. Results indicated that, despite the low  $\alpha$  diversity,  $\gamma$  diversity is high for these forests, as a result of the low floristic similarities between the remnants and the high number of unique species (54% of all species). Although floristically distinct, we concluded that the inland swamp forests of southeastern Brazil and the gallery swamp forests of central Brazil is the same forest formation. These forests have in common, besides the environment of occurrence, species that have high local densities, such as *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum* and *Tapirira guianensis*.

Key words – multivariate analysis, Cerrado (Brazilian savannas),  $\gamma$  diversity, Paranaense Province, floristic similarity

**RESUMO** – (Relações florísticas entre florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste do Brasil). As relações florísticas entre 21 florestas paludosas interioranas estudadas no

sudeste e centro-oeste do Brasil foram avaliadas por meio de análises multivariadas. A DCA e TWINSpan indicaram dois grupos floristicamente distintos, conforme a província fitogeográfica (Paranaense ou Cerrado) e suas condições de clima, fitofisionomias e composição de espécies, que complementam a flora das florestas paludosas. Dentro de uma mesma província, as condições edáficas e a distância geográfica, entre outros fatores, podem ser responsáveis por semelhanças ou dissimilaridades florísticas entre as florestas. Os resultados evidenciam que, apesar da baixa diversidade  $\alpha$ , a diversidade  $\gamma$  é alta para essas formações, em função de baixas similaridades florísticas entre os remanescentes e do elevado número de espécies exclusivas (54% do total de espécies). Embora floristicamente distintas, conclui-se que as florestas paludosas interioranas do sudeste do Brasil e as florestas de galeria inundáveis do Brasil central tratam-se da mesma formação florestal. Estas florestas apresentam, em comum, além do ambiente de ocorrência, espécies que apresentam elevadas densidades locais, como *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis*.

Palavras chave – análises multivariadas, Cerrado, diversidade  $\gamma$ , floresta higrófila, mata de brejo, Província Paranaense, similaridade florística

## Introdução

Em escalas regionais, de centenas de quilômetros, as condições climáticas, representadas pelo regime de chuvas, umidade, temperatura, existência e duração da estação seca ou geada, têm sido apontadas como as principais responsáveis pelas variações florísticas e estruturais nas formações vegetacionais brasileiras, como florestas estacionais semidecíduais, florestas ombrófilas e cerrados (Salis *et al.* 1995, Torres *et al.* 1997, Oliveira Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al.* 2001, Durigan *et al.* 2003).

As florestas paludosas constituem uma formação ribeirinha peculiar quanto à composição florística, em função da ocorrência restrita a solos hidromórficos, saturados em caráter quase permanente ao longo do ano (Leitão Filho 1982). Apesar da especificidade dos solos em que ocorrem, essas florestas apresentam ampla distribuição no Neotrópico e, portanto, fazem interface com diferentes formações florestais ou campestres, presentes no entorno. Ocupam maiores extensões na Província Amazônica, onde as florestas inundáveis representam 8% da área (Parolin *et al.* 2004). No sul e sudeste do Brasil, essas florestas ocorrem associadas principalmente às diferentes formações florestais das Províncias Paranaense e Atlântica, como as florestas estacionais semidecíduais interioranas (Rocha *et al.* 2005, Teixeira & Assis 2005) e as florestas ombrófilas na zona costeira (Scarano 2002, 2006). Na porção centro-norte do Estado de São Paulo, em grande parte do Estado de Minas Gerais e no Brasil central, as florestas paludosas ocorrem associadas às diferentes fitofisionomias do Cerrado, como florestas de galeria, cerradão e cerrado sentido restrito (Oliveira Filho *et al.* 1990, Nogueira & Schiavini 2003, Gomes *et al.* 2004, Guarino & Walter 2005). Dentro de uma mesma província, como na zona costeira, as florestas paludosas podem ocorrer sobre diferentes condições edáficas, como depósitos arenosos (Scarano 2002) ou turfeiras (Sztutman & Rodrigues 2002, Dorneles & Waechter 2004).

A ocorrência restrita a solos hidromórficos determina a fragmentação natural das florestas paludosas (Ivanauskas *et al.* 1997) e, conseqüentemente, a exposição de extensas áreas de borda (Costa *et al.* 1997), que permite a ocorrência de espécies prevalentes nas formações do entorno, sejam cerrados (Marques *et al.* 2003), florestas estacionais semidecíduais (Toniato *et al.* 1998, Teixeira & Assis 2005) e florestas pluviais (Lieberman *et al.* 1985, Scarano 2002). As espécies típicas de solos bem drenados geralmente pouco influenciam a estrutura da vegetação, por ocorrerem com baixa densidade de indivíduos, mas são responsáveis pelo incremento da riqueza local nas florestas paludosas (Marques *et al.* 2003, Scarano 2006, Teixeira *et al.* 2008) e pela dissimilaridade florística entre os remanescentes (Costa *et al.* 1997, Ivanauskas *et al.* 1997, Teixeira & Assis 2005).

Embora a composição florística das florestas paludosas tenha sido alvo de diferentes estudos, principalmente no Estado de São Paulo, as relações florísticas entre florestas paludosas de diferentes regiões brasileiras são pouco conhecidas. Isso se dá em função de três razões principais: da carência de estudos fora do Estado de São Paulo, da avaliação dessas florestas juntamente com outras florestas ribeirinhas, floristicamente mais diversas (Rodrigues & Nave 2000, Silva *et al.* 2007, Martins *et al.* 2008) e da avaliação florística de poucas amostras em uma porção geográfica muito restrita (Costa *et al.* 1997, Teixeira & Assis 2005). A análise conjunta de oito florestas paludosas no interior paulista evidenciou que as florestas apresentam características estruturais semelhantes, com a concentração de muitos indivíduos em poucas espécies tolerantes ao alagamento, entretanto, poucas inferências puderam ser feitas com relação à distribuição das espécies pelos remanescentes e sua relação com diferentes fatores ambientais ou biológicos, em função da proximidade geográfica das amostras (Teixeira & Assis 2005).

No presente estudo, foi feita a comparação da composição florística entre florestas paludosas estudadas no sudeste e centro-oeste do Brasil, que fazem interface com cerrados ou

florestas estacionais semidecíduais. Objetivou-se investigar as relações de similaridade e diferenças florísticas entre as florestas paludosas, considerando não só o Estado de São Paulo, mas também outros Estados onde foram encontrados estudos. Como a vegetação do entorno é tida como importante fator que contribui para a dissimilaridade entre os remanescentes, a predição era de que as florestas paludosas que fazem interface com cerrados apresentassem maiores similaridades florísticas entre si, em comparação com as florestas paludosas presentes no domínio de florestas semidecíduais, que por sua vez, formassem agrupamentos próprios.

### Material e métodos

Para a comparação florística entre as florestas paludosas foram utilizados 21 estudos conduzidos no interior de São Paulo e Minas Gerais, além do Brasil Central (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal) (figura 1, tabela 1). As florestas selecionadas apresentam, como fator determinante para inclusão nas análises, solos hidricamente saturados a maior parte do ano e com lençol freático próximo à superfície na estação seca. Para o estudo no Estado de Mato Grosso (Oliveira Filho *et al.* 1990), realizado em florestas de galeria, foi considerada apenas a porção brejosa, assim citada pelos autores “the brejo site lies in a more gently sloping part of the stream where the soils are very swampy”.

A similaridade florística entre as florestas paludosas foi avaliada por meio do coeficiente de similaridade de Jaccard e análises multivariadas de ordenação e agrupamento. Como análise de ordenação foi utilizada uma DCA – Detrended Correspondence Analysis (Hill & Gauch 1980) e como agrupamento foi empregado o TWINSpan – Two Way Indicator Species Analysis (Gauch & Whittaker 1981). Para essas análises foi construída uma matriz de presença e ausência das espécies de cada remanescente. Em seguida foram eliminados os táxons com identificação apenas nos níveis de gênero ou família, além de

revistas as sinonímias, restando, então, 445 espécies arbustivas e arbóreas, distribuídas por 205 gêneros e 78 famílias. O coeficiente de Jaccard foi calculado para cada par de florestas pelo programa Fitopac (Shepherd 1994), considerando a listagem florística completa. Para as análises multivariadas, as espécies que ocorreram em um só remanescente (242 ou 54% do total de espécies) foram excluídas, visando a melhor compreensão dos possíveis agrupamentos das amostras, de acordo com seus elementos mais abundantes. As análises multivariadas foram processadas pelo programa PC-ORD versão 4.0 (McCune & Mefford 1999).



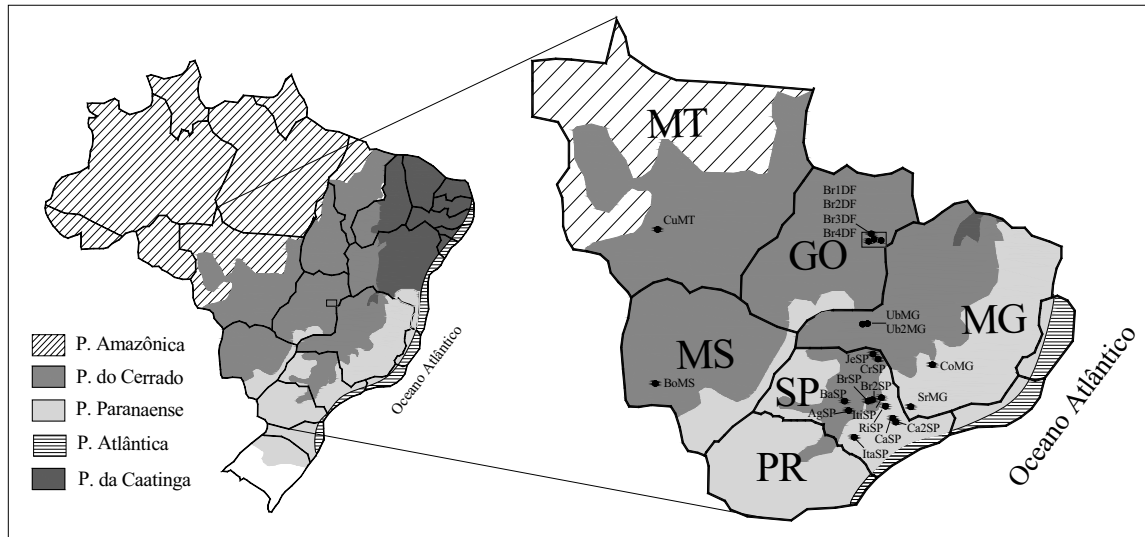


Figura 1. Mapa com as províncias fitogeográficas do Brasil, baseado Cabrera & Willink (1973), e a localização de 21 estudos utilizados na avaliação das similaridades e diferenças florísticas entre florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste brasileiro.

Tabela 1. Localização das florestas paludosas estudadas no interior do Estado de São Paulo, Minas Gerais e no centro-oeste do Brasil (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal), com suas siglas (utilizadas nas figuras 1, 2 e 3 e na tabela 3), altitude, dados climáticos e florísticos, sendo Ne = número de espécies utilizadas para comparações florísticas no presente estudo; Nt = número total de espécies (morfoespécies) encontradas pelos autores, H' = índice de diversidade de Shannon.

Localidades	Siglas	Altitude (m)	Clima (Köppen)	Temp. média anual (°C)	Precip. média anual (mm)	Ne	Nt	H'	Fonte
Campinas (SP)	CaSP	660	Cwa	21,6	1.371	23	32	2,45	Torres <i>et al.</i> 1994
Campinas (SP)	Ca2SP	600	Cwa	21,6	1.382	51	54	2,80	Toniato <i>et al.</i> 1998
Itatinga (SP)	ItaSP	570	Cwa	19,7	1.373	36	39	2,75	Ivanauskas <i>et al.</i> 1997
Brotas (SP)	BrSP	675	Cwa	22,0	1.428	44	49	2,52	Costa 1996, Costa <i>et al.</i> 1997
Brotas (SP)	Br2SP	440	Cwa	22,0	1.428	42	51	2,81	Marques <i>et al.</i> 2003
Agudos (SP)	AgSP	550	Cwa	21,8	1.464	36	38	2,45	Paschoal & Cavassan 1999
Rio Claro (SP)	RCSP	640	Cwa	22,1	1.456	48	49	2,10	Teixeira & Assis 2005, Teixeira <i>et al.</i> 2008
Bauru (SP)	BaSP	560	Cwa	20,6	883	32	33	1,90	Carboni 2007
Itirapina (SP)	ItiSP	720	Cwa	20,8	1.523	36	37	2,39	Capítulo 1
Cristais Paulista (SP)	CPSP	975	Cwb	20,4	1.591	84	88	2,71	Capítulo 2
Jeriquara (SP)	JeSP	840	Cwa	21,2	1.525	80	81	2,81	Capítulo 3
Uberlândia (MG)	UbMG	890	Aw	22,0	1.550	34	38	2,70	Vanini 1995
Uberlândia (MG)	UB2MG	860	Aw	22,0	1.550	31	33	2,27	Nogueira & Schiavini 2003
Coqueiral (MG)	CoMG	820	Cwb	19,3	1.493	99	99	3,50	Rocha <i>et al.</i> 2005
Santa Rita de Caldas (MG)	SRMG	1.181	Cfb	-	1.695	110	110	2,98	Loures <i>et al.</i> 2007
Brasília (DF)	Br1DF	1.100	Aw	22,3	1.481	63	63	3,26	Souza 2003
Brasília (DF) – Riacho Fundo	Br2DF	1.100	Aw	22,3	1.481	46	53	2,84	Guarino & Walter 2005
Brasília (DF) – Acampamento	Br3DF	1.100	Aw	22,3	1.481	51	58	2,99	Guarino & Walter 2005
Brasília (DF) – Mata da Onça	Br4DF	1.100	Aw	22,3	1.481	93	88	3,59	Walter 1995

*continua*

continuação

Localidades	Siglas	Altitude (m)	Clima (Köppen)	Temp. média anual (°C)	Precip. média anual (mm)	Ne	Nt	H'	Fonte
Cuiabá (MT)	CuMT	360	Aw	25,6	1.421	52	52	2,99	Oliveira Filho (1989), Oliveira Filho <i>et al.</i> 1990
Bonito (MS)	BoMS	300	Aw	23,0	1.366	30	34	2,35	Constantino 2002

## Resultados

Nos 21 estudos comparados, as espécies encontradas com maior frequência foram *Calophyllum brasiliense*, *Dendropanax cuneatus* e *Tapirira guianensis* (20 estudos ou 95% do total), *Magnolia ovata* (19 estudos ou 90%), *Cecropia pachystachya* (18 estudos ou 86%), *Protium spruceanum* (17 estudos ou 81%) e *Guarea macrophylla* (15 estudos ou 71%). Os gêneros mais ricos foram *Ocotea* e *Miconia* (20 espécies), *Ficus* (12), *Inga* (11), e *Myrcia* (10), enquanto as famílias representadas por um maior número de espécies foram Fabaceae (48 espécies), Myrtaceae (39), Lauraceae (36), Melastomataceae (23), Rubiaceae (21), Moraceae (17), Euphorbiaceae (16), Annonaceae (15), Meliaceae (13) e Myrsinaceae (11).

O coeficiente de Jaccard ( $S_J$ ) evidenciou que, de modo geral, a similaridade florística entre as 21 áreas foi muito baixa, visto que das 210 comparações florísticas, apenas 16 apresentaram valores iguais ou superiores a 0,25 (tabela 3). Os maiores valores de similaridade, segundo o coeficiente, foram observados entre duas florestas estudadas em Brasília (Córregos Riacho Fundo e Acampamento,  $S_J = 0,47$ ), entre duas de Uberlândia ( $S_J = 0,41$ ), entre Jeriquara e Cristais Paulista ( $S_J = 0,39$ ) e entre o Córrego do Acampamento e a Mata da Onça, ambas em Brasília ( $S_J = 0,39$ ). As florestas estudadas em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e sul de Minas Gerais (Coqueiral e Santa Rita de Caldas) apresentaram baixos coeficientes de similaridade entre si e com todas as demais florestas estudadas, indicando floras mais peculiares para essas amostras.

A primeira divisão gerada pelo TWINSpan separou principalmente as florestas estudadas no Estado de São Paulo, daquelas estudadas no triângulo mineiro e no Brasil central (figura 2). Como espécie indicadora, a análise apontou apenas *Richeria grandis* para o segundo grupo. Como espécies preferenciais do primeiro grupo, destacaram-se *Ardisia ambigua*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Calypttranthes concinna*, *Citronella gongonha*,

*Cecropia glaziovii*, *Chionanthus trichotomus*, *Croton floribundus*, *Eugenia florida*, *Ficus obtusiuscula*, *Guapira opposita*, *Inga marginata*, *Myrcia laruotteana*, *Nectandra nitidula*, *Pera obovata*, *Persea venosa*, *Podocarous sellowii*, *Ocotea diospyrifolia*, *Persea venosa*, *Styrax pohlii*, *Syagrus romanzoffiana*, *Tabebuia umbellata*, *Trichilia claussoni* e *T. pallida*, dentre outras. No segundo grupo, destacaram-se, como preferenciais, *Cybianthus glaber*, *Emmoton nitens*, *Erythroxylum amplifolium*, *Ferdinandusa elliptica*, *F. speciosa*, *Gomidesia lindeniana*, *Hirtella glandulosa*, *Ilex affinis*, *Lamanonia ternata*, *Maprounea guianensis*, *Miconia cuspidata*, *Myrcia castrensis*, *Protium heptaphyllum*, *Pseudolmedia laevigata*, *Sclerolobium paniculatum*, *Styrax camporum*, *Tabebuia serratifolia*, *Tococa formicaria*, *Virola sebifera*, *V. urbaniana*, *Xylopia aromatica* e *X. emarginata*, dentre outras. Como espécies não preferenciais destacaram-se aquelas de maior frequência, como *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Guarea kunthiana*, *G. macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Hyeronima alchorneoides*, *Protium spruceanu* e *Tapirira guianensis*, dentre outras.

Tabela 2. Matriz de coeficientes de similaridade Jaccard ( $S_j$ ) entre 21 florestas paludosas estudadas no Estado de São Paulo, Minas Gerais e no centro-oeste do Brasil (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal). Valores acima de 0,25, que indicam similaridade florística entre florestas, estão destacados em negrito.

	CaSP	ItaSP	BrSP	Ca2SP	AgSP	Br2SP	RCSP	UbMG	Ub2MG	CoMG	ItiSP	SRMG	Br2DF	Br3DF	BaSP	BoMS	CuMT	Br1DF	JeSP	Br4DF	
CaSP	1,00																				
ItaSP	0,16	1,00																			
BrSP	0,22	0,21	1,00																		
Ca2SP	0,21	0,23	<b>0,30</b>	1,00																	
AgSP	0,23	0,18	0,21	0,23	1,00																
Br2SP	0,18	0,16	0,18	0,15	0,16	1,00															
RCSP	0,22	0,22	<b>0,31</b>	<b>0,36</b>	0,24	0,14	1,00														
UbMG	0,14	0,11	0,10	0,10	0,15	0,12	0,14	1,00													
Ub2MG	0,15	0,14	0,12	0,14	0,18	0,12	0,13	<b>0,41</b>	1,00												
CoMG	0,05	0,11	0,12	0,14	0,07	0,07	0,14	0,06	0,07	1,00											
ItiSP	0,16	0,22	0,18	0,19	<b>0,26</b>	0,15	0,20	0,19	0,22	0,07	1,00										
SRMG	0,05	0,10	0,09	0,13	0,07	0,06	0,09	0,02	0,04	0,12	0,07	1,00									
Br2DF	0,13	0,11	0,08	0,10	0,14	0,11	0,12	0,23	0,24	0,08	0,17	0,04	1,00								
Br3DF	0,16	0,12	0,16	0,13	0,19	0,09	0,15	0,18	0,21	0,08	0,23	0,07	<b>0,47</b>	1,00							
BaSP	<b>0,28</b>	<b>0,28</b>	0,17	<b>0,26</b>	0,21	0,16	<b>0,27</b>	0,22	<b>0,26</b>	0,07	<b>0,28</b>	0,07	0,16	0,22	1,00						
BoMS	0,10	0,12	0,14	0,14	0,12	0,09	0,15	0,12	0,09	0,04	0,06	0,02	0,07	0,09	0,11	1,00					
CuMT	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,08	0,04	0,12	0,12	0,04	0,06	0,03	0,08	0,08	0,09	0,04	1,00				
Br1DF	0,09	0,11	0,08	0,09	0,08	0,12	0,07	0,13	0,16	0,08	0,13	0,07	0,21	0,20	0,17	0,07	0,11	1,00			
JeSP	0,13	0,17	0,19	0,21	0,21	0,18	0,22	0,18	0,21	0,10	<b>0,27</b>	0,14	0,15	0,20	0,23	0,08	0,10	0,13	1,00		
Br4DF	0,10	0,12	0,11	0,12	0,14	0,10	0,11	0,16	0,20	0,08	0,15	0,08	<b>0,38</b>	<b>0,39</b>	0,17	0,04	0,10	0,24	0,20	1,00	
CPSP	0,10	0,17	0,14	0,18	0,15	0,16	0,17	0,12	0,15	0,14	0,24	0,13	0,17	0,17	0,18	0,04	0,08	0,19	<b>0,39</b>	0,24	

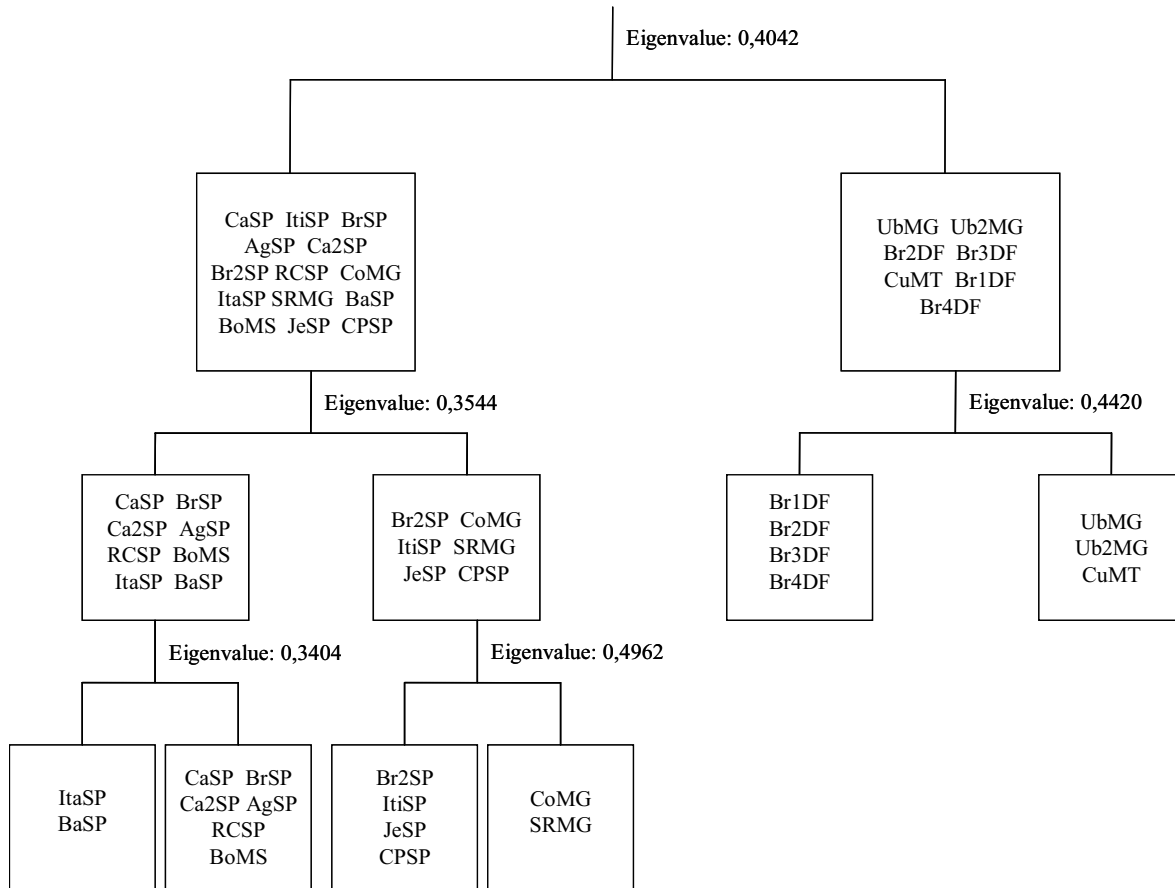


Figura 2. Cladograma, baseado no TWINSPLAN, com agrupamentos de 21 florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste brasileiro. As siglas são dadas na tabela 1.

Na DCA, os autovalores para os dois primeiros eixos foram 0,452 (eixo 1) e 0,298 (eixo 2) Esses dois eixos da ordenação foram responsáveis por 65% da variância dos dados. O eixo 1 separou as florestas principalmente de acordo com província fitogeográfica na qual estão inseridas (figura 3A). Do lado esquerdo do diagrama prevaleceram as florestas paludosas que fazem interface com florestas estacionais semidecíduas, nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. No outro extremo, do lado direito, agruparam-se as florestas paludosas que ocorrem na Província do Cerrado, no triângulo mineiro (Uberlândia MG), no Distrito Federal e no Estado do Mato Grosso. Entre as duas situações, porém mais próximo ao primeiro grupo, localizaram-se as florestas estudadas no Estado de São Paulo, que se

encontram em Municípios onde se observa uma zona de contato entre floresta e cerrado, como Bauru, Agudos, Itirapina, Cristais Paulista e Jeriquara. A distribuição de algumas espécies pelos remanescentes pode ser observada na figura 3 (B-I). As duas análises (TWINSpan e DCA) foram consistentes, representando agrupamentos semelhantes.



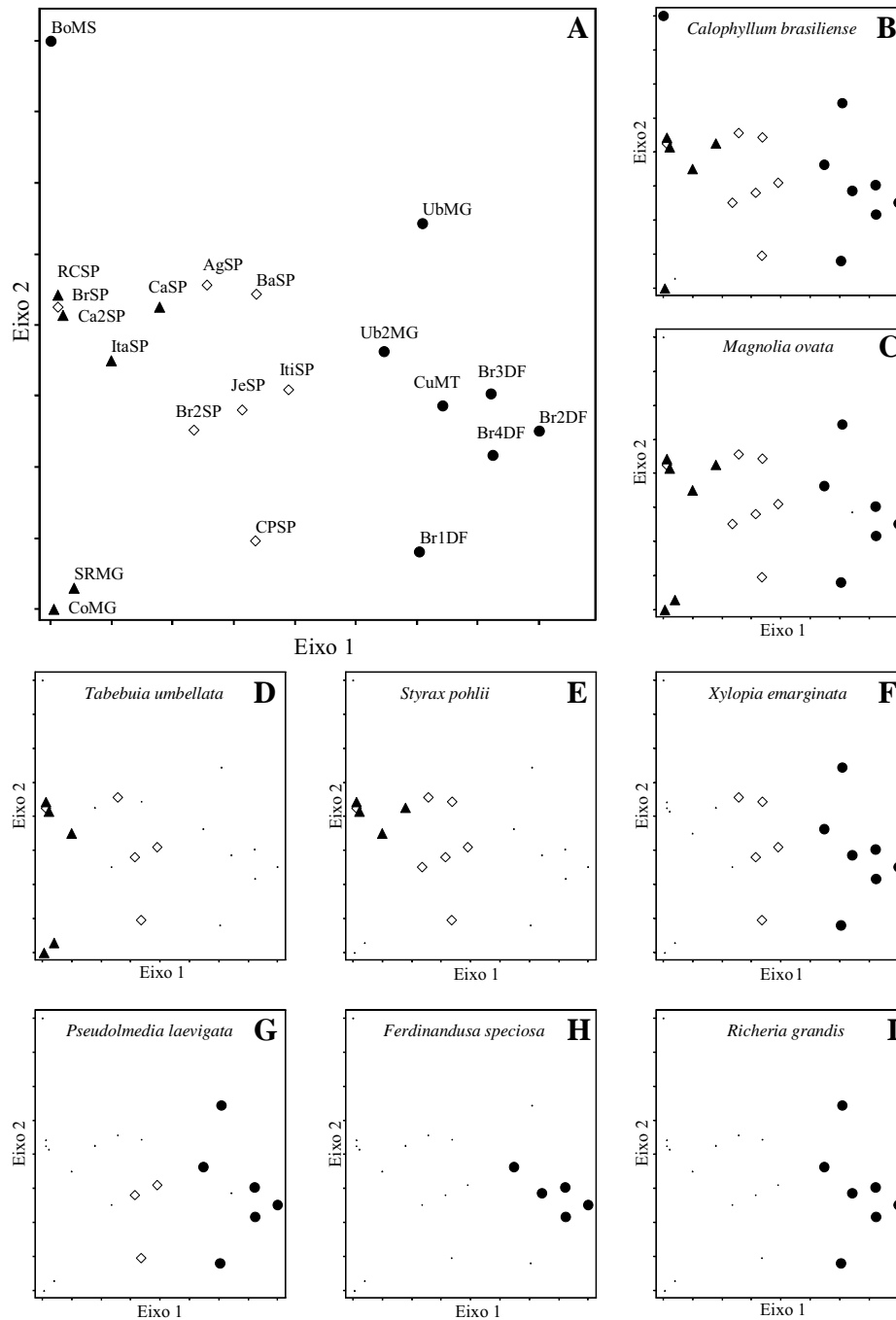


Figura 3. Diagramas, gerado pela DCA, com a ordenação de 21 florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste brasileiro, de acordo com a presença ou ausência de 202 espécies de arbustos e árvores (A) e com a ocorrência (expressa pelos símbolos maiores) de oito espécies pelas florestas (B–I). As siglas das florestas encontram-se na tabela 1 e os símbolos indicam o tipo vegetacional predominante no Município onde cada floresta foi estudada (▲ floresta semidecídua; ◇ contato floresta semidecídua/cerrado; ● cerrado).

## Discussão

O incremento recente no número de estudos em florestas paludosas e a inserção de novas localidades estudadas dentro e fora do Estado de São Paulo permitiram a avaliação das diferenças florísticas entre as florestas. O elevado número de espécies exclusivas (54% do total de 21 estudos) evidencia que a composição florística das florestas paludosas é bastante heterogênea e que cada remanescente apresenta peculiaridades florísticas definidas por um conjunto de fatores, que variam entre e dentro das províncias fitogeográficas. Corroborando a expectativa inicial, as florestas se agruparam conforme a província fitogeográfica na qual estão localizadas, evidenciando a importância da matriz do entorno (floresta estacional semidecidual, cerrado ou contato floresta semidecidual-cerrado) na definição dos agrupamentos florísticos observados. O principal fator que varia entre as províncias é o clima, com predomínio de Cw na Província Paranaense e Aw no Cerrado. Entre as principais diferenças climáticas podem ser apontadas as menores temperaturas médias no primeiro e o aumento na sazonalidade das precipitações no segundo (Oliveira Filho & Ratter 1995).

Dentre as espécies tolerantes à saturação hídrica dos solos e que são comumente encontradas com grandes populações nas florestas paludosas, *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Guarea macrophylla*, *Dendropanax cuneatus*, *Hyeronima alchorneoides*, *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis* foram amplamente distribuídas por essas florestas, independentemente da província fitogeográfica. Por outro lado, outras espécies como *Podocarpus sellowii*, *Styrax pohlii* e *Tabebuia umbellata* constituíram-se elementos importantes apenas nas florestas paludosas da Província Paranaense e *Ferdinandusa speciosa* e *Richeria grandis* na Província do Cerrado. Outro fato marcante é que, espécies típicas de florestas paludosas do Brasil central, como *Mauritia flexuosa*, *Pseudolmedia laevigata* e *Xylopia emarginata* (Oliveira Filho *et al.* 1990, Guarino & Walter 2005), também foram

encontradas no Estado de São Paulo, entretanto com distribuição restrita às florestas paludosas estabelecidas nas zonas de contato entre cerrados e florestas.

Embora as florestas paludosas estudadas compartilhem a maior parte das espécies mais abundantes, as espécies complementares provavelmente foram as principais responsáveis pelos baixos valores de similaridade, assim como pelos agrupamentos florísticos observados. Espécies como *Ardisia ambigua*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Citronella gongonha*, *Cecropia glaziovi*, *Croton floribundus*, *Ficus obtusiuscula*, *Guapira opposita*, *Inga marginata*, *Syagrus romanzoffiana* e *Trichilia claussenii*, preferenciais do grupo das florestas paludosas paulistas, são comumente encontradas nas florestas da Província Paranaense (e.g. Pagano *et al.* 1987, Carvalho *et al.* 1996, Oliveira Filho *et al.* 1994, 2001, Santos & Kinoshita 2003). Por outro lado, *Emmoton nitens*, *Hirtella glandulosa*, *Maprounea guianensis*, *Sclerolobium paniculatum*, *Styrax camporum*, *Viola sebirefa* e *Xylopia aromatica*, entre outros, são espécies comuns nas fitofisionomias distribuídas pelos cerrados, principalmente cerradão (e.g. Oliveira Filho & Ratter 1995, 2002). Outras espécies encontradas nas florestas paludosas, que ocorrem tanto em cerrados quanto em florestas semidecíduais ou ribeirinhas, foram *Casearia sylvestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Lacistema hasslerianum*, *Myrcia splendens*, *Ocotea corymbosa*, *O. pulchella*, *Pera glabrata*, *Platypodium elegans*, *Rapanea umbellata* e *Siparuna guianenses*, entre outras (e.g. Costa & Araújo 2001, Teixeira *et al.* 2004, Nunues *et al.* 2003, Teixeira & Rodrigues 2006). Todas essas espécies, embora ocorram com baixas densidades locais, em ambientes melhor drenados ou bordas das florestas paludosas, contribuem para o incremento na diversidade gama  $\gamma$  (regional) dessas florestas.

Dentro de uma mesma província, a proximidade espacial, as condições edáficas e climáticas, o histórico de intervenções antrópicas e, ainda, eventos estocásticos podem estar atuando na similaridade ou diferenciação florística entre as florestas paludosas. A influência da proximidade espacial pode ser notada ao se observarem os maiores índices de similaridade

encontrados entre florestas estudadas no mesmo Município (como em Brasília ou em Uberlândia) ou em Municípios adjacentes, como Jeriquara e Cristais Paulista. Entretanto, a similaridade florística entre áreas próximas não é um padrão, visto que outros estudos localizados dentro de um mesmo Município, como em Campinas ou em Brotas, não apresentaram similaridades florísticas entre si. Já a influência da altitude pode ser notada na composição florística da floresta estudada em Santa Rita de Caldas (MG) que, por estar situada a cerca de 1.180 m, é sujeita a baixas temperaturas e ocorrência de geadas, de forma que apresenta espécies características da região sul do Brasil, como *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis* e *Dicksonia sellowiana* (Loures *et al.* 2007).

A floresta estudada em Bonito (MS) apresentou a maior peculiaridade nas condições edáficas, visto que ocorre em solos sob influência de rochas carbonáticas, resultando na deposição de calcário, elevados teores de Cálcio e pH alcalino. Essas condições propiciam a ocorrência de espécies encontradas nas matas secas, como florestas decíduas e semidecíduas sobre formações calcíferas ou, ainda, da Província da Caatinga (Constantino 2002). Esse fator pode ter influenciado a baixa similaridade florística dessa floresta com todas as outras florestas analisadas.

Considerando-se a comparação florística entre oito remanescentes de floresta paludosa estudados no interior paulista, Teixeira & Assis (2005) listaram 149 espécies, das quais 70% ocorreram em apenas um remanescente. Com o incremento de 13 estudos na presente avaliação, incluindo outros Estados, o número de espécies subiu para 445 no total, sendo 54% delas restritas a um só remanescente. Embora possa haver uma tendência no número de espécies exclusivas diminuir com o incremento do número de trabalhos, e da diversidade  $\alpha$  ser baixa na grande maioria dos remanescentes, a diversidade  $\gamma$  dessas florestas mostrou-se alta, em função do elevado número de espécies, sendo a maior parte exclusivas, e das baixas similares florísticas entre as florestas. Dentre os fatores responsáveis pelo incremento da

diversidade  $\gamma$ , destaca-se a inserção de estudos na Província do Cerrado, com fitofisionomias, flora e condições climáticas distintas da Província Paranaense. Essas condições propiciam o estabelecimento de diferentes espécies complementares nas florestas paludosas, corroborando a hipótese de que a vegetação do entorno exerce uma importante contribuição à flora dessas florestas.

Embora tenham sido evidenciadas floras distintas entre as florestas paludosas, com baixos valores de similaridade e espécies complementares oriundas principalmente da matriz vegetacional predominante na região, conclui-se que as florestas paludosas interioranas do sudeste do Brasil e as florestas paludosas do Brasil central, denominadas de florestas de galeria inundáveis (senso Ribeiro & Walter 2008) tratam-se da mesma formação florestal. Estas florestas apresentam, em comum, além do ambiente de ocorrência, espécies que apresentam elevadas densidades locais, como *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis*. Estas espécies devem ser utilizadas em projetos de restauração florestal dessas formações, em consórcio com espécies preferências ou exclusivas das formações vegetacionais da província fitogeográfica na qual estão inseridas.

Agradecimentos – Agradecemos a CAPES, pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor; FAPESP, pelo auxílio pesquisa (Processo 07/52613-5); Idea Wild, pela doação de equipamentos para trabalho de campo; Sr. Antonio Matos, pela autorização para desenvolver o trabalho na fazenda dos Bambus; João B. Baitello (Lauraceae), Marcos Sobral (Myrtaceae), Rodrigo A.S. Pereira (*Ficus*), Roseli B. Torres (*Casearia*), Sérgio Romaniuc Neto (*Pseudolmedia*) e Vinícius A.O. Dittrich (*Cyathea*), pela ajuda na identificação das espécies; Bruno M.T. Walter, Jeanine M. Felfili, Jimi N. Nakajima, Maria T.Z. Toniato, pelo envio de

trabalhos científicos com florestas paludosas para compor o banco de dados; Eurípides E. Macedo e Thiago P. Pádua, pela ajuda nos trabalhos de campo.

### Referências bibliográficas

- CABRERA, A.L. & WILLINK, A. 1973. Biogeografia da América Latina. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington.
- CARBONI, M. 2007. Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecídua ribeirinha com influência fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru – SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- CARVALHO, D.A., OLIVEIRA FILHO, A.T. & VILELA, E.A. 1996. Flora arbustivo-arbórea de mata ripária do médio Rio Grande (Conquista, Estado de Minas Gerais). *Cerne* 2:48-68.
- CONSTANTINO, R. 2002. Estudo florístico e estrutural de um trecho de floresta ribeirinha entre os rios Formoso e Formosinho, em Bonito/MS. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- COSTA, A.A. & ARAÚJO, G.M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica* 15:63-72.
- COSTA, F.R.C. 1996. Aspectos florísticos, estruturais e ecológicos de um remanescente de mata ciliar do ribeirão da Onça, Brotas, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- COSTA, F.R.C., SCHLITTLER, F.H.M., CÉSAR, O. & MONTEIRO, R. 1997. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um remanescente de brejo no Município de Brotas, SP. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 40:263-270.

- DORNELES, L.P.P. & WAECHTER, J.L. 2004. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18:815-824.
- DURIGAN, G., RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., SIQUEIRA, M.F. & FRANCO, G.A.D.C. 2003. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. *Hoehnea* 30:39-51.
- GAUCH, H.G. & WHITTAKER, R.H. 1981. Hierarchical classification of community data. *Journal of Ecology* 69:135-152.
- GOMES, B.Z., MARTINS, F.R. & TAMASHIRO, J.Y. 2004. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 27:249-262.
- GUARINO, E.S.G. & WALTER, B.M.T. 2005. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de matas de galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19:431-442.
- HILL, M.O. & GAUCH, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42:47-58.
- IVANAUSKAS, N.M., RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. 1997. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasileira de Botânica* 20:139-153.
- LEITÃO FILHO, H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo* 16A:197-206.
- LIEBERMAN, M., LIEBERMAN, D., HARTSHORN, G.S. & PERALTA, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *Journal of Ecology* 73:505-516.

- LOURES, L., CARVALHO, D.A., MACHADO, E.L.M. & MARQUES, J.J.G.S.M. 2007. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21:885-896.
- MARQUES, M.C.M., SILVA, S.M. & SALINO, A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:495-506.
- MARTINS, S.V., BRITO, E.R., OLIVEIRA FILHO, A.T. SILVA, A.F. & SILVA, E. 2008. Floristic composition of two wetland forests in Araguaian plain, state of Tocantins, Brazil, and comparison with other áreas. *Revista Árvore* 32:129-141.
- McCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 4.0. MjM Software Design, Oregon Glaneden Beach.
- NOGUEIRA, M.F. & SCHIAVINI, I. 2003. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de uma mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. *Bioscience Journal* 19:89-98.
- NUNES, Y.R.F., MENDONÇA, A.V.R., BOTEZELLI, L., MACHADO, E.L.M. & OLIVEIRA FILHO, A.T. 2003. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. *Acta Botanica Brasilica* 17:213-229.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. 1989. Composição florística e estrutura comunitária da floresta de galeria do córrego da Paciência, Cuiabá (MT). *Acta Botanica Brasilica* 3:91-112.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 1995. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plants species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52:141-194.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & FONTES, M.A. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil and influence of climate. *Biotropica* 32:793-810.



- OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. *In* The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.91-120.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., RATTER, J.A. & SHEPHERD, G.J. 1990. Floristic composition and community structure of a Brazilian gallery forest. *Flora* 184:103-117.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., VILELA, E.A., CARVALHO, D.A. & GAVILANES, M.L. 1994. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. *Flora* 189:287-305.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., CURI, N., VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. 2001. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in southeastern Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 58:139-158.
- PAGANO, S.N., LEITÃO FILHO, H.F. & SHEPHERD, G.J. 1987. Estudo fitossociológico em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro (Estado de São Paulo). *Revista Brasileira de Botânica* 10:49-61.
- PAROLIN, P., FERREIRA, L.V., ALBERNAZ, A.L.K.M. & ALMEIDA, S.S. 2004. Tree species distribution in várzea forests of Brazilian Amazonia. *Folia Geobotanica* 39:371-383.
- PASCHOAL, M.E.S. & CAVASSAN, O. 1999. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do Pelintra, Agudos, SP. *Naturalia* 24:171-191.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *In* Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). EMBRAPA, Brasília, p.151-212.

- ROCHA, C.T.V., CARVALHO, D.A., FONTES, M.A.L., OLIVEIRA FILHO, A.T., van den BERG, E. & MARQUES, J.J.G.S.M. 2005. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:203-218.
- RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In* Matas ciliares: conservação e recuperação (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds). Edusp/Fapesp, São Paulo, p.45-71.
- SALIS, S.M., SHEPHERD, J.G. & JOLY, C.A. 1995. Floristic comparison of mesophytic semideciduous forests of the interior of the state of São Paulo, southeast Brazil. *Vegetatio* 119:155-164.
- SANTOS, k. & KINOSHITA, L.S. 1003. Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta estacional semidecidual do ribeirão cachoeira, Município de Campinas, SP. *Acta Botanica Brasilica* 17:325-341.
- SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90:517-524.
- SCARANO, F.R. 2006. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. *Rodriguésia* 57:491-502.
- SCUDELLER, V.V., MARTINS, F.R. & SHEPHERD, G.J. 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the Atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 152:185-199.
- SHEPHERD, G.J. 1994. *Fitopac 1. Manual do usuário*. Departamento de Botânica. Universidade Estadual de Campinas.

- SILVA, A.C., van den BERG, E., HIGUCHI, P. & OLIVEIRA FILHO, A.T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 30:257-269.
- SOUZA, L.B.G. 2003. Avaliação do efeito do entorno na integridade ecológica de uma mata de galeria inundável no Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- SZTUTMAN, M. & RODRIGUES, R.R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera-Açu, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 25:161-176.
- TEIXEIRA, A.P. & ASSIS, M.A. 2005. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Rio Claro (SP), Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:467-476.
- TEIXEIRA, A.P. & RODRIGUES, R.R. 2006. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20:803-813.
- TEIXEIRA, A.P., ASSIS, M.A., SIQUEIRA, F.R. & CASAGRANDE, J.C. 2008. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 16:451-461.
- TEIXEIRA, M.I.J.G., ARAÚJO, A.R., VALERI, S.V. & RODRIGUES, R.R. 2004. Florística e fitossociologia de área de cerrado s.s. no Município de Patrocínio Paulista, nordeste do Estado de São Paulo. *Bragantia* 63:1-11.
- TONIATO, M.T.Z., LEITÃO FILHO, H.F. & RODRIGUES, R.R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 21:197-210.

- TORRES, R.B., MATTHES, L.A.F. & RODRIGUES, R.R. 1994. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 17:189-194.
- TORRES, R.B., MARTINS, F.R. & KINOSHITA, L.S. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 20:41-49.
- VANINI, A. 1995. Fitossociologia de uma mata de brejo no Parque Sabiá, Uberlândia, MG. Monografia de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- WALTER, B.M.T. 1995. Distribuição espacial de espécies perenes em uma mata de galeria inundável no Distrito Federal: florística e fitossociologia. Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília, Brasília.