

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Dinâmica estrutural e reprodutiva da vegetação lenhosa de uma
floresta paludosa em Bauru/SP**

Marina Carboni

**Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Conservação de
Ecossistemas Florestais**

**Piracicaba
2011**

Marina Carboni
Licenciada em Ciências Biológicas

**Dinâmica estrutural e reprodutiva da vegetação lenhosa de uma floresta paludosa
em Bauru/SP**

Orientador:
Prof. Dr. SERGIUS GANDOLFI

**Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Conservação de
Ecossistemas Florestais**

Piracicaba
2011

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Carboni, Marina

Dinâmica estrutural e reprodutiva da vegetação lenhosa de uma floresta paludosa em Bauru/SP / Marina Carboni. - - Piracicaba, 2011.
156 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Comunidades florestais 2. Dinâmica temporal 3. Fenologia 4. Florestas -
Restauração 5. Germinação 6. Manejo florestal 7. Proteção florestal I. Título

CDD 634.94
C264d

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

*Dedico aos meus pais, Reinaldo e Lúcia
por mais essa nossa conquista.*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Sergius Gandolfi orientador e incentivador desse trabalho. Obrigada pela dedicação, prontidão em me ajudar, pela orientação segura e amizade. Enquanto a pesquisa para muitas pessoas surge de muito trabalho, para você, a impressão que temos é que ela é de uma admirável inspiração.

Professor Hilton Thadeu Zarante do Couto, ao Marcelo Corrêa Alves e a minha amiga Rafaela Naves que muito me ajudaram nas análises estatísticas. Obrigada pelas análises e por toda paciência.

Agradeço ao Maurício, funcionário do Jardim Botânico que tanto me ajudou nas coletas, com muito entusiasmo e disposição, subindo nas árvores mais altas quando eu já havia desistido delas. Ao Luiz Carlos Almeida Neto, diretor do Jardim Botânico, por permitir que seus funcionários e estagiários me ajudassem nas coletas e pela amizade de tanto tempo.

Muito obrigada a todos os funcionários do Jardim Botânico Municipal de Bauru e aos estagiários que me acompanharam nas muitas incursões ao Brejo.

Ao Cláudio, meu estagiário assíduo, escudeiro fiel que voluntariamente me acompanhou muitas vezes nas coletas de campo. Obrigada por toda disposição.

Agradeço aos estagiários, alunos e amigos: Claudio, Pedro, Lucas, Marja, Vanessa, Guilherme, Maria Emília, Andréa, Dhandara, Paula, Renata, Ricardo, Junior e Marcela, companheiros de Brejo e de coletas. Sem a ajuda de vocês nada disso seria possível.

Professor Osmar Cavassan o primeiro a me apresentar as Florestas Paludosas as quais eu nunca mais deixei. Obrigada pelo incentivo e pela amizade.

Aos funcionários do LERF: Elizangela e Valquíria obrigada pelos cafés, bolos, almoços e pelas conversas tão carinhosas. Ao Chico, por toda ajuda desde as aventuras em meio às abelhas de Brotas até o preparo de materiais necessários à pesquisa.

Ao amigo José Carlos Toledo Venizini Jr. (Kiko), obrigada pelos mapas, pela ajuda de sempre. Aos colegas da FATEC/JAHU, principalmente ao coordenador do Curso de Meio Ambiente, Jozrael Henriques Rezende, pela compreensão, incentivo e amizade.

A todos os amigos do LERF: Allan, Viliña, Ingo, Júlia, Cris, Débora, Gabi, Sâmia, Ariadne, Ariadna, Milene, Claudia, Bel, Ricardinho, Pinus, Michel, Marta e Ronaldo, Nino, Jeanne, Rafaela, Marina, Diana, Mariana, Simone, Professor Ricardo, André, e

aos que eu possa não ter citado aqui, muito obrigada pelo companheirismo, pelas dicas e pela convivência tão cheia de alegrias durante esses anos de doutorado. Vou levá-los para sempre em meu coração. Obrigada Débora pelo empréstimo por tão longo tempo do binóculo sem o qual a fenologia seria impossível.

A Júlia Manguiera por tão prontamente me ajudar com os abstracts.

A Eliana, funcionário da biblioteca, que me atendeu com tanta prontidão e alegria.

A Claudia Mira Attanasio pelas sugestões, por tanto apoio na busca de áreas de Brejo, pela amizade e pelos conselhos sempre tão valiosos para mim.

Maria Teresa Toniato (Matê) minha eterna incentivadora nos trabalhos com brejo. Obrigada pelas conversas, sugestões e pelo carinho que sempre me recebeu.

Ao amigo Tiago Egydio Barreto por me ajudar a entender o sentido de estudar dinâmica, pelas ajudas com os cálculos e a tranqüilidade que sempre me passou.

Pedro Brancalion, amigo do LERF que me ajudou com as sementes e delimitação do experimento.

A Andrea Aguirre, obrigada pela ajuda na marcação dos indivíduos para fenologia e pelas dicas preciosas nesse trabalho.

A querida amiga Alzira Politi Bertoncini por tanto carinho, amizade e palavras encorajadora e por ter sido muito responsável por tudo isso. Obrigada!

À Helena do Laboratório de Sementes, e ao pessoal do LARGEA, Laboratório de Reprodução e Genética de espécies arbóreas, Elza e Maria Andréa Moreno, por me ajudarem com parte dos meus experimentos que sem vocês eu não poderia ter realizado. Muito obrigada.

Professor Flávio Gandara pela ajuda com o experimento de genética dos Cedros. Obrigada pela coragem em aceitar fazer esse trabalho comigo sabendo de minha inexperiência no assunto.

A Adriana, a Ana Gabriela e a Rafaelly companheiras de república e de nervosismo, obrigada pelo incentivo e pela amizade que sempre levarei comigo com muito carinho.

Aos meus pais Reinaldo e Lúcia que sempre estiveram ao meu lado, me dando suporte e condições para chegar até aqui. Agradeço pelo apoio, mesmo sem saber do que se trata tanto trabalho.

Ao Cristiano Gasparotto Magalhães e sua família, por tanto amor, e compreensão nos momentos de ausência total e ausência mental. Amor, obrigada por seu companheirismo e por me suportar nos momentos de estresse.

Ao meu irmão Rafael, minha cunhada Marci e meu sobrinho ou sobrinha que está a caminho. A Helena, funcionária de casa, Tia Mara, nossos bichos de estimação, Robert, meu cão fiel que tanto me fez companhia na redação da tese e ao meu gato Amarelo.

Aos amigos de Jaú, obrigada por compreenderem toda minha ausência.

Todas as palavras escritas nesses agradecimentos são pequenas para expressar minha real gratidão a todas as pessoas citadas ou não que me ajudaram de alguma forma a fazer esse trabalho. Alguns gestos solidários, algumas conversas tranquilizadoras e incentivadoras ou mesmo a simples presença ao meu lado em momentos difíceis me ajudaram a chegar até aqui e me tornaram uma pessoa melhor, graças a vocês.

Obrigada Deus pela oportunidade de viver essa experiência e conhecer essas pessoas!

***“Tudo que realizamos, incluindo a realidade
em si mesma, é consequência de um existir com
outros. Ninguém apenas existe. Todos interexistem
e co-existem”
(Leonardo Boff, 1998)***

**"Se não houver frutos
valeu a beleza das flores
Se não houver flores
valeu a sombra das folhas
Se não houver folhas
valeu a intenção da semente."**

Autor desconhecido

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRATCT	15
1 INTRODUÇÃO GERAL	17
1.1 Vizinhanças da área de estudo	20
Referências	26
2 CINCO ANOS DE VARIAÇÃO ESTRUTURAL EM UMA FLORESTA PALUDOSA DE BAURU/SP	33
Resumo	33
Abstract	34
2.1 Introdução	35
2.2 Materiais e Método	36
2.2.1 Área de Estudo.....	36
2.2.2 Análise de solo	39
2.2.3 Nível do lençol freático	39
2.2.4 Estrutura da comunidade arbórea	41
2.2.5 Dinâmica da comunidade arbórea.....	42
2.2.6 Análise de correlação entre espécies e variáveis ambientais	43
2.3 Resultados e Discussão	44
2.3.1 Solo	44
2.3.2 Nível do lençol freático	47
2.3.3 Variações na estrutura da comunidade arbórea.....	50
2.3.4 Dinâmica da comunidade	54
2.3.5 Dinâmica de populações	63
2.3.6 Análise de correlação	68
2.4 Considerações Finais	72
Referências	73
3 ASPECTOS ECOLÓGICOS DA DINÂMICA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO- ARBÓREA DE UMA FLORESTA PALUDOSA EM BAURU/SP	85
Resumo	85
Abstract	86

3.1 Introdução.....	87
3.2 Materiais e Método	89
3.2.1 Área de estudo	89
3.2.2 Seleção de espécies.....	90
3.2.3 Fenologia reprodutiva	91
3.2.4 Germinação	92
3.2.5 Dinâmica das plântulas.....	95
3.3 Resultados e Discussões.....	97
3.3.1 Fenologia reprodutiva	97
3.3.2 Germinação	104
3.3.3 Dinâmica das plântulas.....	110
3.4 Considerações Finais	120
Referências.....	122
4 PRIMEIRA VERSÃO DE UM MODELO PARA DINÂMICA DA COMUNIDADE	
ARBUSTIVO-ARBÓREA DE UMA FLORESTA PALUDOSA	131
Resumo	131
Abstract.....	132
4.1 Introdução.....	133
4.2 Materiais e Método	135
4.2.1 Área de Estudo	135
4.2.2 Dinâmica da comunidade paludícola	135
4.3 Resultados e Discussão	139
4.3.1 Dinâmica da comunidade paludícola	139
4.3.1.1 Análise de agrupamento das espécies	143
4.3.1.2 Simulação da dinâmica populacional.....	150
4.4 Considerações Finais	152
Referências.....	153

RESUMO

Dinâmica estrutural e reprodutiva da vegetação lenhosa de uma floresta paludosa em Bauru/SP

Estudos sobre a dinâmica de comunidades florestais que avaliam a interação de fatores bióticos e abióticos num determinado intervalo de tempo, expresso pelas diferenças nos valores de mortalidade, recrutamento e crescimento dos indivíduos amostrados, podem fornecer informações sobre a estrutura, mudanças temporais e espaciais, além de fornecer informações sobre a capacidade de regeneração e a ocorrência de perturbações em determinado local. No entanto, pouco se conhece sobre a dinâmica das comunidades Florestais Paludosas, apesar da crescente preocupação na preservação dessas formações ciliares para garantir a manutenção dos recursos hídricos. O presente trabalho teve por objetivo re-amostrar uma comunidade Florestal Paludosa de maneira a descrever a dinâmica temporal, de curto prazo, que pode estar afetando a composição e estrutura local. De forma complementar, estudos sobre o crescimento de plântulas, sobre a fenologia e germinação das principais espécies dessa comunidade foram realizados de maneira a contribuir para que se chegue a um primeiro modelo de dinâmica para esse tipo de floresta. A Floresta Paludosa estudada está localizada na região centro-oeste do estado de São Paulo, próximo das coordenadas 22° 20'S e 49° 01'W e possui 2,3 ha. Está encravada entre áreas de Floresta Estacional Semidecídua, Campo úmido e Cerradão, no município de Bauru/SP. Os resultados indicam que a estrutura e composição da floresta estudada pouco se alteraram ao longo dos cinco anos e que a dinâmica desta floresta é lenta quando comparada com outras formações vegetais. A relação da ocorrência de espécies e variáveis ambientais foi pequena indicando que as espécies estudadas que ocorrem nestas florestas estão adaptadas as condições abióticas mesmo com algumas variações. O pico de dispersão das principais espécies dessa floresta foi na estação seca e o pico de germinação foi nos primeiros dois meses após serem semeadas, independente da umidade a que estavam submetidas. A rápida germinação e o estabelecimento das plântulas antes dos meses mais chuvosos aumentam as chances de sobrevivência dessas espécies, pois a maior mortalidade entre indivíduos adultos e jovens acontece na época chuvosa. As espécies típicas de formações permanentemente encharcadas *Calophyllum brasiliense*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum*, *Dendropanax cuneatus* e *Xylopia emarginata*, são espécies responsáveis pela formação do dossel, pela manutenção da fisionomia florestal e pela manutenção da fauna dispersora de algumas Florestas Paludosas. Essas já são características suficientes para classificá-las como estruturadores. Podemos acrescentar a esse grupo as espécies *Ardisia ambigua* e *Geonoma brevispatha* que apesar de não estarem incluídas em todas as análises realizadas aqui por serem de sub-bosque e uma palmeira com crescimento muito diferente das demais espécies, são comuns a esta formação. Já as espécies *Cedrela odorata*, *Rapanea gardneriana*, *Styrax pohlii* e *Tapirira guianensis* foram consideradas espécies complementares. Os dois grupos de espécies devem estar presentes em projetos de restauração dessas florestas. As espécies estruturadoras aparentemente tem maior potencial de reconstrução e manutenção do dossel e conseqüentemente do habitat florestal à longo prazo, dando assim condições ao estabelecimento de outras espécies e formas de vida característicos da Floresta Paludosa.

Palavras-chave: Floresta Inundada; Recrutamento; Espécies estruturadoras; Espécies complementares; Fenologia; Germinação

ABSTRACT

Reproductive and structural dynamic of woody vegetation in a swamp forest in Bauru/SP

Studies about forest communities' dynamics that evaluate the interaction between biotic and abiotic factors during a specific period, expressed by the differences in mortality, recruitment and growth rates of sampled individuals, may provide information about community structure, spatial and temporal changes, in addition to information about forest regeneration capacity and the occurrence of disturbance. Despite the increasing concern about the preservation of these forest formations, in order to ensure the maintenance of water resources, the dynamic of Swampy Forests' communities are not well understood. This research aimed to re-sample a swampy forest community, in order to describe its short-term dynamic, which may be affecting local structure and composition. We also carried out a study of seedling growth, phenology and germination of the main species of the community, in attempt to propose a pioneer dynamic model to this type of forest formation. The studied area is located on mid-west region of São Paulo state (22° 20'S e 49° 01'W), and it has 2.3 ha. The remnant is surrounded by Tropical Semideciduous Forest, wet grasslands and "Cerradão", in Bauru city, São Paulo. The results indicate that forest structure and composition have not suffered much alteration along five years of observations, and also that this forest dynamics can be considered slow, when compared to other forest formations. There is a weak relationship between species occurrence and environmental variables, what indicates that the species occurring in the area are adapted to abiotic conditions, even though there are variations. The highest dispersion rate of the main species occurred during the dry season, and the highest germination rate occurred during the first two months after seeding, despite the humidity the seedlings were submitted to. Seedlings fast germination and establishment before the rainy months increased their chances of surviving, because higher mortality rates among young and adult individuals occur during rainy season. *Calophyllum brasiliense*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum*, *Dendropanax cuneatus* and *Xylopia emarginata*, which are typical species of permanently wet forest formations, are responsible for canopy structuring, forest physiognomy maintenance, and maintenance of dispersal fauna of other swampy forest remnants. These characteristics are enough to classify them as framework species. *Ardisia ambigua* and *Geonoma brevispatha* can also be included in this classification, although their different growth rates in relation to the other species studied here, because they are understorey specie and a palm, respectively. For this reason, these species were not included in all the analysis we realized. *Cedrela odorata*, *Rapanea gardneriana*, *Styrax pohlii* and *Tapirira guianensis* were considered complementary species. The two groups of species should be present in these forest restoration projects. Framework species apparently has greater potential for reconstruction and maintenance of forest canopy, and therefore the long term persistence of forest habitats, what will provide conditions for the establishment of other species and life forms characteristic of swamp forests.

Keywords: Flooded forest; Recruitment; Framework species; Complementary species;
Phenology; Germination

1 INTRODUÇÃO GERAL

Alguns estudos abordam a dinâmica de populações arbóreas por meio de censos periódicos da comunidade (LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1987; MANOKARAN; KOCHUMMEN, 1987; OKALI; OLA-ADAMS, 1987; SWAINE et al., 1987), mas raros são os estudos que avaliam as populações para entender a dinâmica da comunidade.

Estudos sobre a dinâmica de comunidades florestais que avaliam a interação de fatores bióticos e abióticos num determinado intervalo de tempo, expressos pelas diferenças nos valores de mortalidade, recrutamento e crescimento dos indivíduos amostrados, podem fornecer informações sobre a estrutura, mudanças temporais e espaciais na composição florística dessa comunidade e a coexistência de espécies raras e comuns (FELFILI, 1995; WATKINSON, 1997), além de fornecer informações sobre a capacidade de regeneração e a ocorrência de perturbações em determinado local (HARPER, 1977). Tais estudos podem contribuir ainda para a definição de espécies e grupos ecológicos adequados a projetos de restauração florestal (LOPES; SCHIAVINI, 2007; BARBOSA, 2000). Mas para isso faz-se necessário o acompanhamento dessa comunidade ao longo do tempo.

As florestas tropicais úmidas são sistemas dinâmicos (MARTÍNEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993) que ao longo do tempo modificam sua estrutura e composição (BROKAW, 1982). Vários caminhos podem levar a descrição, previsão ou explicação dos aspectos relacionados à dinâmica sucessional das florestas, entre eles: o padrão de mudança temporal da vegetação; um agente ou ação responsável por padrões sucessionais, ou mecanismo de interação que contribuía para uma mudança sucessional (PICKETT et al., 1987), por exemplo, a queda de árvores, assim como a emigração e morte são processos que dão a floresta o aspecto de mosaico com vários estádios sucessionais (BROKAW; SCHEINER, 1989). Esse processo dinâmico é influenciado, em grande parte, pelo recrutamento de novos indivíduos e a abundância de espécies provenientes da entrada de propágulos pela chuva de sementes (HARPER, 1977; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002). Mas segundo Bakker et al. (1996) a utilização de parcelas permanentes é o método mais adequado para o estudo da dinâmica de comunidades vegetais, pois leva ao entendimento das causas e mecanismos internos e externos de sucessão florestal. O método de amostragem ao

longo do tempo em parcelas permanentes leva a respostas não apenas sobre a ecologia da comunidade, mas sobre a economia dos recursos florestais, dinâmica do extrativismo e alterações na comunidade vegetal por mudanças climáticas (CONDIT, 1995).

No entanto, pouco se sabe sobre a dinâmica a longo prazo das florestas tropicais, e ainda mais raros são os trabalhos que abordam a dinâmica das comunidades Florestais Paludosas, apesar da crescente preocupação na preservação dessas formações ciliares para garantir a manutenção dos recursos hídricos. Embora as áreas alagadas representem uma grande parte dos territórios do planeta, no Brasil apenas 2% do território pertencem a áreas úmidas (WCMC, 1992) e talvez por esse motivo essas áreas ainda sejam pouco conhecidas (SCARANO, 2006).

As “Matas de Brejo” (LEITÃO FILHO, 1982) ou “Florestas Estacionais Semidecíduais Ribeirinhas com Influência Fluvial Permanente” (RODRIGUES, 2000), estabelecidas sobre solos hidromórficos, são sujeitas à presença de água superficial em caráter quase permanente. Ocorrem em várzeas ou planícies de inundação, nascentes, margens de rios ou lagos (IVANAUSKAS et al., 1997), podendo ocorrer, também, em baixadas ou depressões, onde a saturação hídrica do solo é consequência do afloramento da água do lençol freático. Portanto, são consideradas pelo Código Florestal, Lei nº 4.771/65, florestas de preservação permanente.

As Florestas Paludosas distribuem-se de forma naturalmente restrita no estado de São Paulo devido principalmente a estarem relacionadas a solos permanentemente encharcados e possuem baixa diversidade, pois poucas espécies conseguem sobreviver nestes ambientes eminentemente anóxicos ou hipóxicos (LEITÃO-FILHO, 1982).

Por estarem localizadas em fundos de vales, áreas de nascentes e rios, são florestas freqüentemente perturbadas pela retirada de água para o consumo agrícola e pastoril, ou pela construção de rodovias que alteram o regime hídrico e as condições de encharcamento do solo, levando à alteração da comunidade vegetal. Segundo Ivanauskas et al. (1997), os programas de incentivo ao uso agrícola das várzeas contribuíram, num passado pouco distante, para a redução das Florestas Paludosas no

Estado e, ainda hoje, as pequenas e grandes hidrelétricas são grande ameaça para essas formações vegetais.

Considerando-se que as espécies vegetais adaptadas a ambientes encharcados têm distribuição restrita, a magnitude da devastação da flora de Florestas Paludosas pode ser muito maior. As pesquisas sobre a organização e distribuição da biodiversidade nas comunidades brejosas têm se intensificado nos últimos anos (TORRES et al., 1994; COSTA et al., 1997; IVANAUSKAS et al., 1997; TONIATO et al., 1998; PASCHOAL; CAVASSAN 1999; SPINA et al., 2001, MARQUES et al., 2003; PASCHOAL, 2004; TEIXEIRA; ASSIS, 2005; TEIXEIRA; ASSIS 2011; TEIXEIRA et al., 2011). Tais informações são necessárias para avaliar os impactos causados pela ação antrópica, planejar a criação de unidades de conservação e para a adoção de técnicas de manejo.

Em áreas de domínio do Bioma Cerrado, formações florestais como as florestas de galeria e as paludosas, formações campestres como campos úmidos ou de caráter misto, como as veredas (OLIVEIRA FILHO; RATTER; SHEPHERD, 1990; RIBEIRO; WALTER, 1998; ARAÚJO et al., 2002) estão estabelecidas sobre solos úmidos ou alagáveis, decorrentes da presença de cursos de água, de afloramento do lençol freático ou ainda do acúmulo de água em depressões. São formações bastante heterogêneas, mesmo quando em curtas distâncias, em função das diferenças na topografia, regime de inundação, geologia, pedologia e clima (OLIVEIRA FILHO, 1989; AB'SÁBER, 2000). O solo inundado, durante todo ou parte do ano, impede o acesso de ar, necessário à respiração das raízes, criando um ambiente anaeróbico ou com baixa oxigenação, no qual somente certas espécies, selecionadas pelas adaptações que possuem, conseguem sobreviver (JOLY, 1970; CAETANO, 2003).

As Florestas Tropicais Úmidas, segundo Whitmore (1982), apresentam-se organizadas em mosaicos de manchas compostas por diferentes espécies arbustivo-arbóreas, podendo ser interpretadas como fases de um ciclo de crescimento ou de regeneração da floresta. No processo de regeneração, as manchas que compõem o mosaico florestal, são substituídas, dentro de uma seqüência pré-determinada: mancha de fase de clareira, em seguida por manchas em fase de construção e por fim de fase madura (GANDOLFI, 2000), considerando-se a tolerância à luz como a principal

resposta das espécies que determina a dinâmica interna da floresta (WHITMORE, 1989, 1996).

Já a dinâmica das Florestas Paludosas pode ou não estar sendo definida por esse mesmo fator, no entanto, as observações disponíveis sugerem que mais do que a tolerância à luz parece ser a tolerância ao encharcamento o principal fator definidor da substituição temporal de espécies. Assim, enquanto nas Florestas Úmidas e mistas tem sido possível identificar diferentes comportamentos ecológicos das espécies, esse procedimento ainda não tem sido aplicado as Florestas Paludosas em função da falta de descrição de aspectos como o crescimento em campo das principais espécies normalmente presentes.

Contudo, este trabalho será apresentado em quatro capítulos, onde o 1º Capítulo faz uma apresentação geral sobre o tema e sobre a vizinhança da área de estudo, o 2º Capítulo teve por objetivo re-amostrar uma comunidade Florestal Paludosa já descrita anteriormente de maneira a descrever a dinâmica temporal, de curto prazo, que pode estar afetando a composição e estrutura local. O 3º Capítulo apresenta estudos sobre o crescimento de plântulas, sobre a fenologia e germinação das principais espécies dessa comunidade de maneira a permitir que, com o auxílio da literatura, no 4º Capítulo se discuta a dinâmica florestal das espécies arbustivo-arbóreas deste tipo de floresta.

1.1 Vizinhanças da área de estudo

A Floresta Paludosa estudada neste trabalho está localizada em área da Reserva Legal do *Campus* de Bauru da UNESP onde se encontra algumas das nascentes do Córrego Vargem Limpa, pertence à microbacia do rio Bauru, inserida na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado, Tietê/Jacaré (UGRHI 13) (Figura 1).

No município de Bauru, podem-se identificar os seguintes tipos de vegetação nativa: mata estacional semidecídua, mata ribeirinha e cerrado. O cerrado ocorre principalmente na região sudeste do município, sendo os remanescentes desta vegetação preservados na Reserva Legal do Campus de Bauru da UNESP, na Reserva do Jardim Botânico Municipal de Bauru e na Reserva Florestal da Sociedade Beneficente Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, em áreas contíguas que totalizam aproximadamente 836,0826 hectares (CAVASSAN et al, 2009, p. 12)

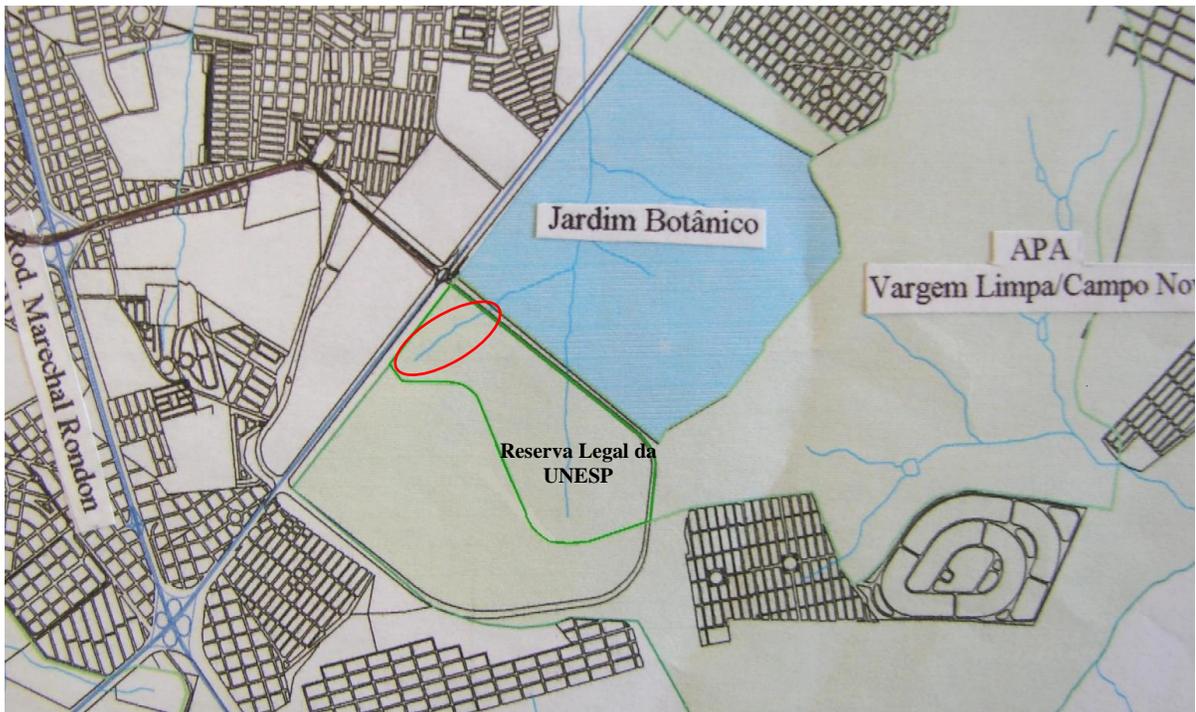


Figura 1 - Mapa com área do Jardim Botânico Municipal de Bauru, Reserva Legal do *Campus* de Bauru – SP da UNESP, e Floresta Paludosa em estudo, delimitadas no mapa por círculo vermelho. Fonte: Arquivo Jardim Botânico Municipal de Bauru. Imagem: Luiz Carlos Almeida Neto

A preservação deste fragmento, um dos poucos com dimensões acima de 800 ha no estado de São Paulo, se deu quando nas primeiras décadas do século XX, Bauru necessitou ampliar e melhorar o abastecimento de água no município e adquiriu então uma área de 1040 ha, cortada pelo Córrego Vargem Limpa que fazia parte da propriedade rural com o mesmo nome. Este córrego foi responsável pelo abastecimento de água para o município de Bauru até 1940, quando a captação passou então a ser feita no Rio Batalha e por poços. Em 1988, a lei municipal 2.872 criou o Parque Ecológico Tenri Cidade-Irmã em homenagem a cidade japonesa Tenri e em 1994 este se transformou no Jardim Botânico Municipal de Bauru (JBMB) com 321,71 ha (JARDIM BOTÂNICO BAURU, 2011). Na mesma época, em 06/01/1995, segundo Artigo 16 da Lei Federal nº 4771, de 15/09/65, fez-se a averbação da Reserva Legal do *Campus* de Bauru da UNESP com 132,0126 ha. A criação de uma Unidade de Conservação que preservasse as fontes de água do Córrego Vargem Limpa, foi determinante da preservação desse fragmento florestal.

Hoje este contínuo vegetacional sofre com a pressão da urbanização, que se aproxima cada vez mais desse remanescente vegetal, com a ação antrópica de posseiros na área do JBMB e incêndios freqüentes que atingem a área, mas ainda assim, continua sendo um inestimável patrimônio para o município de Bauru e para a humanidade (PINHEIRO, 2000). Tal área, além de funcionar como um ambiente de preservação da biodiversidade, por localizar-se dentro do *Campus* da UNESP de Bauru, serve de ambiente para atividades didáticas, de Educação Ambiental e constitui excelente laboratório natural para pesquisa.

O fragmento de vegetação apresentado na Figura 2 indica cinco formações vegetacionais diferentes: Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Paludosa, Campo Úmido e Cerradão. A invasão de posseiros em área de Cerradão e a alteração do regime hídrico da Floresta Paludosa do JBMB, provocada pela duplicação da Rodovia SP 225, são os maiores responsáveis pelas degradações das formações naturais dessa paisagem.

A matriz vegetacional desse fragmento é Cerrado em sua fisionomia florestal (Cerradão), mas a Floresta Paludosa da Reserva Legal da Unesp de Bauru (FPUBA), área de estudo deste trabalho, faz limite com formação de campo úmido a margem esquerda do Córrego Vargem Limpa, e Floresta Estacional Semidecidual a direita do córrego.

O Cerrado possui vegetações próprias que apresentam variações fisionômicas e florísticas consideráveis, desde formações de floresta densas até campos puramente herbáceos (COUTINHO, 1978). Além das fitocenoses consideradas próprias do cerrado (cerradão, cerrado *s.str.*, campo cerrado, campo sujo e campo limpo), outras como as matas de galeria, matas mesófilas, veredas e campos úmidos, também ocorrem freqüentemente no bioma Cerrado, porém de forma menos expressiva (OLIVEIRA FILHO et al., 1989; RATTER et al., 1997). Os campos úmidos estão entre essas formações e podem ser caracterizados por fisionomias campestres, com vegetação herbácea-subarbusciva, estabelecida em solos temporária ou permanentemente encharcados, devido ao afloramento do lençol freático associado à deficiência de drenagem (RATTER et al., 1997; RIBEIRO; WALTER, 1998; ARAÚJO et al., 2002) e

freqüentemente encontrados em encaves do Cerrado, ocupando os fundos de vales (OLIVEIRA FILHO et al., 1989, SCHIAVINI; ARAÚJO 1989, RATTER et al., 1997).

Pinheiro e Monteiro (2008) em trabalho realizado na Floresta Estacional Semidecidual do Jardim Botânico de Bauru observaram que a incidência de fogo é um fenômeno a ser considerado para explicar o avanço da fitocenose savânica sobre áreas de florestas queimadas e o contrário também foi citado por estes e outros autores, ou seja, a invasão da floresta em área de savana protegidas do fogo (RATTER, 1992; COUTINHO, 1990; PIVELLO; COUTINHO, 1996).

Como indica a cronosequência de imagens da Figura 3, onde mostra a Floresta Paludosa estudada neste trabalho e seu entorno nos anos de 1972, 2000, 2004 e 2010, a menor incidência de fogo na área permitiu que espécies florestais pudessem ocupar essa fitocenose anteriormente ocupadas pela savana. Apesar da vegetação do entorno ter sofrido visível alteração de fisionomia savânica para florestal ao longo dos anos, a Floresta Paludosa parece não ter sofrido alteração de tamanho e fisionomia.

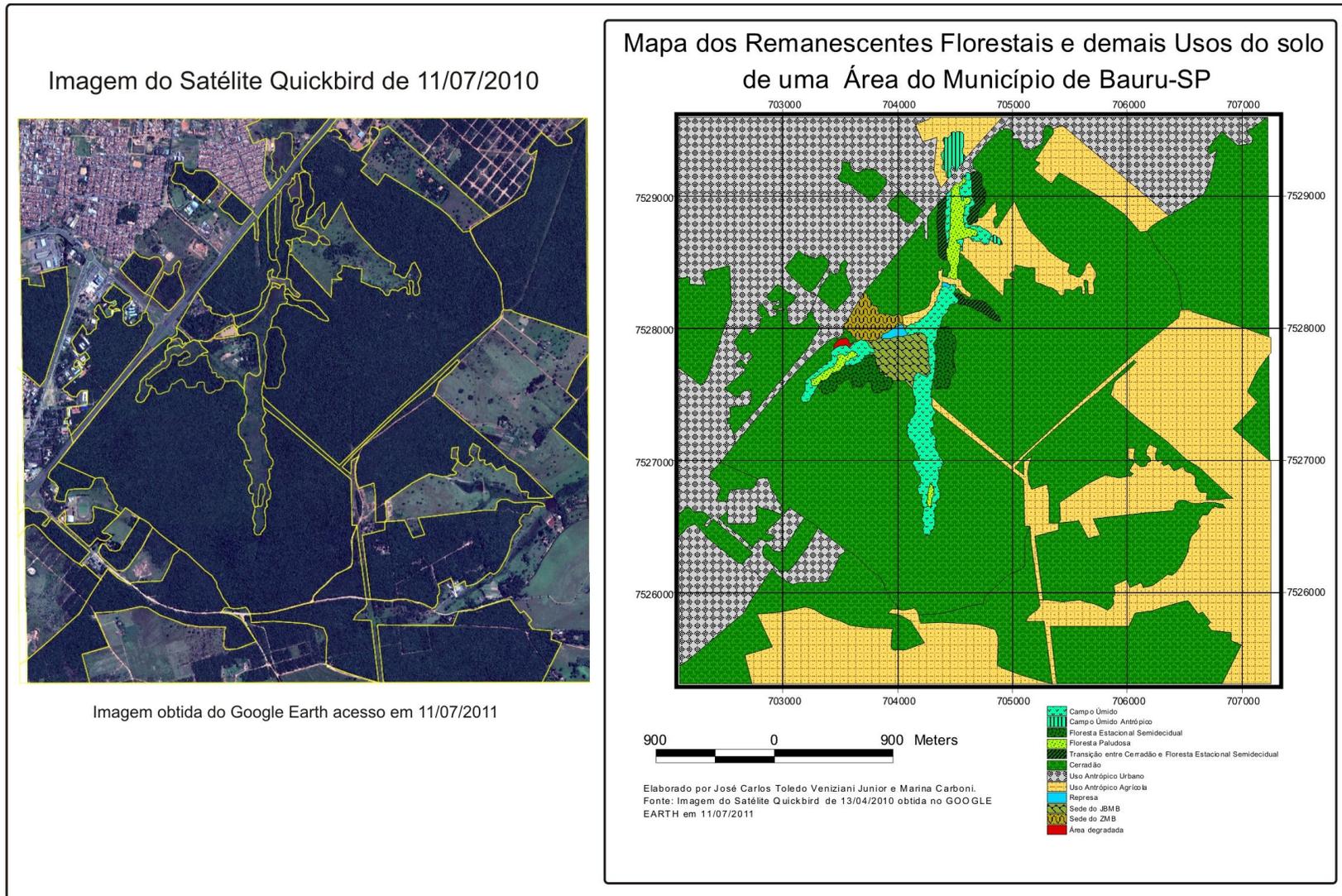


Figura 2 - Mapa do uso e cobertura do solo nas áreas da Reserva Legal do *Campus* de Bauru da UNESP, do Jardim Botânico Municipal de Bauru e na Reserva Florestal da Sociedade Beneficente Dr. Enéas Carvalho de Aguiar em Bauru/SP, com base na imagem de satélite de Quickbird de 2010 e checagens de campo

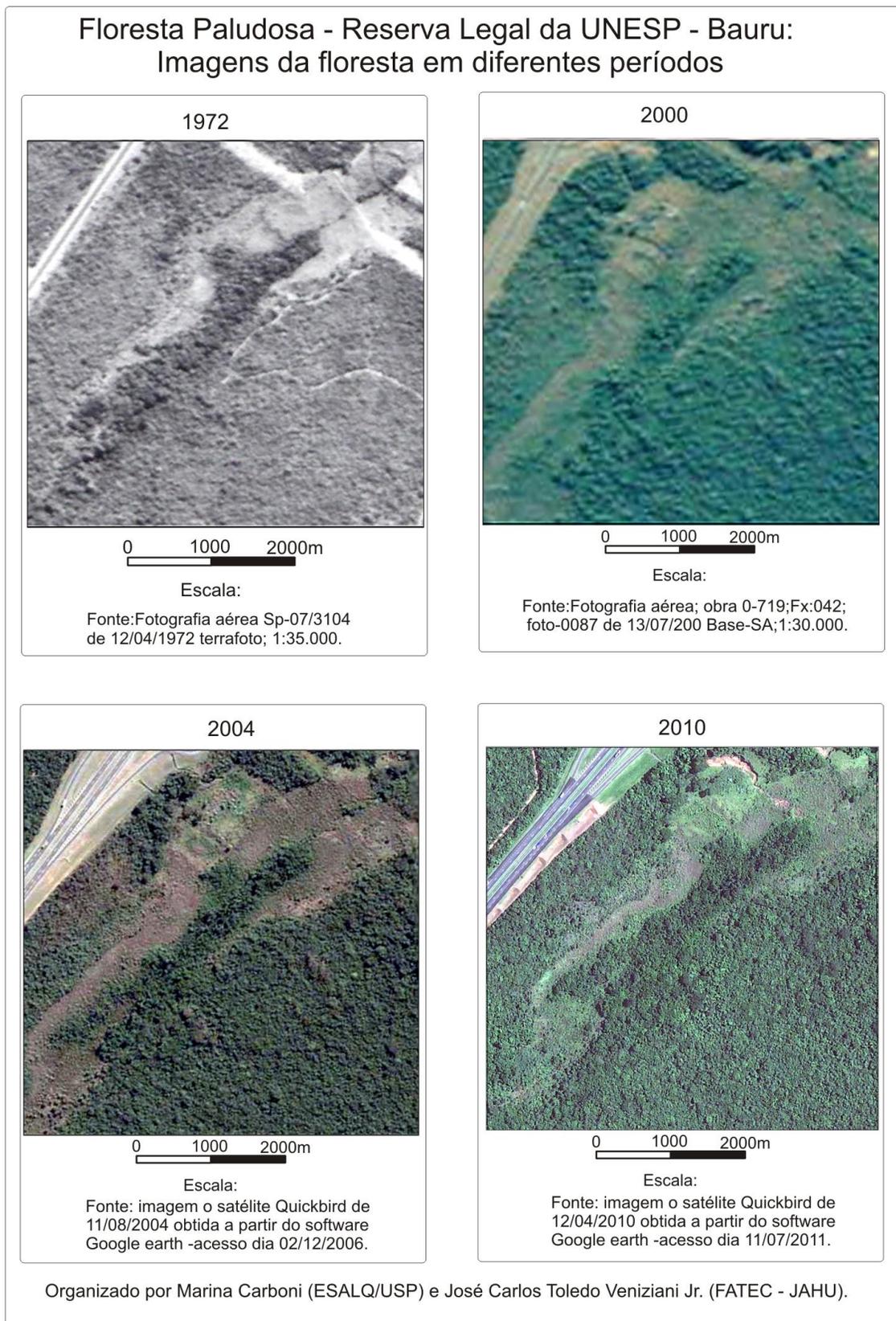


Figura 3 - Imagem da Floresta Paludosa de Bauru – SP, nos anos de 1972, 2000, 2004 e 2010

Apesar das Florestas Paludosas serem restritas a solos hidromórficos, permanentemente saturados na maior parte do ano (LEITÃO FILHO, 1982, IVANAUSKAS et al., 1997), estão amplamente distribuídas nos Neotrópicos, associadas com formações ribeirinhas das províncias fitogeográficas Atlântica e Paranaense do Sul e Sudeste brasileiro, com interface para formações de Floresta Estacional Semidecidual e Florestas Tropicais Costeiras (ROCHA et al., 2005; TEIXEIRA; ASSIS, 2005; SCARANO, 2002, 2006; TEIXEIRA; ASSIS, 2011), assim como na parte central do Estado de São Paulo, Estado de Minas Gerais e Brasil Central em associações com matas de galeria de fisionomias savânicas - Cerrado, Cerradão e Cerrado Sensu Stricto (OLIVEIRA FILHO et al., 1990; NOGUEIRA; SCHIAVINI 2003; GOMES et al., 2004; GUARINO; WALTER 2005, TEIXEIRA; ASSIS, 2009).

Estas florestas sofrem influência florística das vizinhas com solos bem drenados como Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, com isso, a ocorrência de algumas dessas espécies advindas da matriz vegetacional onde estão inseridas as floresta brejosas aumenta a diversidade dessas florestas e também a similaridade com os remanescentes do entorno (MARQUES et al., 2003, SCARANO, 2006, TEIXEIRA et al., 2008; COSTA et al., 1997, IVANAUSKAS et al., 1997, TEIXEIRA; ASSIS 2005; CARBONI, 2007; TEIXEIRA; ASSIS, 2011). No entanto, algumas espécies podem ser consideradas típicas dessas formações permanentemente encharcadas devido a alta densidade e frequência em que ocorrem nas Florestas Paludosas, tais como *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis* (CARBONI, 2007; TEIXEIRA; ASSIS, 2011).

Referências

- AB'SABER, A.N. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2000. p. 15-25.
- ARAÚJO, G.M.; BARBOSA; A.A.A.; ARANTES, A.A.; AMARAL, A.F. Composição florística de quatro veredas no Município de Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 475-493, 2002.

BAKKER, J.P.; OLFF, H.; WILLEMS, J.H.; ZOBEL, M. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 7, p. 147-156, 1996.

BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2000. p. 289-312.

BROKAW, N.V.L. The definition of treefall gap and its effect on measures of forest dynamics. **Biotropica**, Washington, v. 14, n. 2, p. 158-159, 1982.

BROKAW, N.V.L.; SCHEINER, S.M. Species composition in gaps and structure of a tropical forest. **Ecology**, Tempe, v. 70, n. 3, p. 538-541, 1989.

CAETANO, V.L. Dinâmica sazonal e fitossociologia da vegetação herbácea de uma baixada úmida entre duna, Palmares do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 58, n. 1, p. 81-102, 2003.

CARBONI, M. **Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecídua ribeirinha com influência fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru – SP**. 2007. 118 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

CAVASSAN, O.; CALDEIRA, A.M.A. ; WEISER, V.L. ; BRANDO, F.R. **Conhecendo botânica e ecologia no Cerrado**. Bauru: Joarte Gráfica e Editora, 2009. v. 250, 60 p.

CONDIT, R. Research in large, long-term tropical forest plots. **Tree**, Victoria, v. 10, n.1, p. 18-22, 1995.

COSTA, F.R.C., SCHLITTLER, F.H.M., CESAR, O., MONTEIRO, R. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um remanescente de brejo no município de Brotas, SP. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 263-270, 1997.

COUTINHO, L.M. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 7, p.17-23, 1978.

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

FELFILI, J.M. Growth, recruitment in the Gama gallery forest in Central Brazil over a six year period (1985-1991). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 1, p. 67-83, 1995.

GANDOLFI, S. **História natural de uma floresta Estacional Semidecidual, no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000. 520 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GROMBONE-GUARATINI, M.T.; RODRIGUES, R.R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 18, n. 5, p. 759-774, 2002.

GUARINO, E.S.G.; WALTER, B.M.T. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de matas de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 19, p. 431-442, 2005.

HARPER, J.L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977.

IVANAUSKAS, N.M., RODRIGUES, R.R., NAVE, A.G. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga - SP: florística, fitossociologia e seletividade das espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 139-153, 1997.

JARDIM BOTÂNICO BAURU. Disponível em:<<http://www.jardimbotanicobauru.com.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

JOLY, A.B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: EDUSP; Polígono, 1970. 165 p.

LEITÃO FILHO, H.F.A. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 197-206, 1982.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, p. 347-358, 1987.

LOPES, S.F.; SCHIAVINI, I. Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 249-261, 2007.

MANOKARAN, N.; KOCHUMNEN, K.M. Recruitment, growth and mortality of trees species in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, p. 315-330, 1987.

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

MARTÍNEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. In: FLEMING, T.H.; ESTRADA, A. (Ed.). **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers, 1993.

OKALI, D.U.U.; OLA-ADAMS, B.A. Tree population changes in treated rain forest at Omo Forest Reserve, Nigeria. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, p. 291-313, 1987.

OLIVEIRA FILHO, A.T. Composição florística e estrutura comunitária da floresta de galeria do córrego da Paciência, Cuiabá (MT). **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 91-112, 1989.

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

PASCHOAL, M.E.S. **Avaliação da capacidade de regeneração da vegetação natural em áreas de reflorestamento com espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, no município de Agudos (SP)**. 2004. 160 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

PASCHOAL, M.E.S.; CAVASSAN, O. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do Pelintra, Agudos – SP. **Naturalia**, São Paulo, v. 24, p. 171-191, 1999.

PINHEIRO, M.H.O. **Levantamento florístico e fitossociológico da mata mesófila semidecídua do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP**. 2000. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

PINHEIRO, M.H.O.; MONTEIRO, R. Florística de uma Floresta Estacional Semidecidual, localizada em ecótono savânico-florestal, no município de Bauru, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 1085-1094, 2008.

PINHEIRO, M.H.O.; MONTEIRO, R.; CESAR, O. Levantamento fitossociológico da floresta estacional semidecidual do Jardim Botânico de Bauru, São Paulo. **Naturalia**, São Paulo, v. 27, p. 145-164, 2002.

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

RATTER, J.A. Transition between cerrado and forest vegetation in Brazil. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J.; RATTER, J.A. (Ed.). **Nature and dynamics of forest-savanna boundaires**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 417-429.

RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, Oxford, v. 80, p. 223-230, 1997.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa CPAC, 1998. p. 89-166.

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. Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, p. 203–218, 2005.

RODRIGUES, R.R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2000. p. 91-99.

SCARANO, F.R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. **Annals of Botany**, Oxford, v. 90, p. 517–524, 2002.

_____. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, p. 491-502, 2006.

SCHIAVINI, I.; ARAÚJO, G.M. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). **Sociedade e Natureza**, Manaus, v. 1, p. 61-66, 1989.

SPINA, A.P., FERREIRA, W.M., LEITÃO-FILHO, H.F. Floração, frutificação e síndrome de dispersão de uma comunidade de brejo na região de Campinas (SP). **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 349-368, 2001.

SWAINE, M.D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F.E. The dynamics of tree populations in tropical forest: review. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, p. 359-366, 1987.

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

_____. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP. Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 23, p. 843–853, 2009.

_____. Floristic relationships among inland swamp forests of Southeastern and Central-Western Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 91-101, 2011.

TEIXEIRA, A.P.; ASSIS, M.A.; LUIZE, B.G. Vegetation and environmental heterogeneity relationships in a Neotropical swamp forest in southeastern Brasil (Itirapina, SP). **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 94, p. 17-23, 2011.

TEIXEIRA, A.P.; ASSIS, M.A.; SIQUEIRA, F.R.; CASAGRANDE, J.C. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. **Wetlands Ecology and Management**, Dordrecht, v. 16, p. 451–461, 2008.

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

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

WATKINSON, A.R. Plant population dynamics. In: CRAWLEY, M.J. (Ed.). **Plant ecology**. Oxford: Blackwell Science, 1997. p. 359-400.

WHITMORE, T.C. On pattern and process in forest. In: NEWMAN, F.I. (Ed.). **Special publication 1**. Oxford: Blackwell Scientific, 1982. p. 45-49.

_____. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, Tempe, v. 70, p. 536-538, 1989.

_____. A review of some aspects of tropical rain forest seedlings ecology with suggestions for further enquiry. In: SWAINE, M.D. (Ed.) **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: UNESCO, 1996. p. 3-39. (Man & Biosphere Series, 18).

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. **Global biodiversity: status of the earth's living resources**. London: Chapman & Hall, 1992. 594 p.

2 CINCO ANOS DE VARIAÇÃO ESTRUTURAL EM UMA FLORESTA PALUDOSA DE BAURU/SP

Resumo

O conhecimento da dinâmica dos remanescentes florestais é fundamental para o estabelecimento de ações de conservação e restauração, e assim, o acompanhamento temporal de vegetações baseada em parcelas permanentes tem se mostrado bastante eficiente e promissor no estudo da vegetação mesmo que os dados sejam coletados em pequenos fragmentos ou em pequenas escalas de tempo. Com isso, o objetivo deste estudo foi descrever as mudanças da comunidade arbustivo-arbórea de uma Floresta Paludosa no sentido de descrever as mudanças na estrutura e dinâmica de curto prazo da vegetação. A Floresta Paludosa estudada está localizada no município de Bauru/SP, sob coordenadas 22° 20'S e 49° 01'W e possui 2,3 ha. No entorno desta floresta ocorrem áreas de Floresta Estacional Semidecídua, Campo Úmido e Cerradão e onde estão as nascentes de um dos afluentes do Córrego Vargem Limpa. A estrutura da comunidade adulta, indivíduos com DAP $\geq 4,78\text{cm}$, foi avaliada através de medidas de diâmetro e altura dos indivíduos presentes nas 27 parcelas de 100m² cada. Tais medidas foram realizadas ao longo de cinco anos, em três amostragens feitas em 2006, 2008 e 2010. Foram calculados os parâmetros fitossociológicos e as taxas de mortalidade, recrutamento, crescimento, ganho e perda em área basal, além do tempo de meia vida e tempo para duplicação da comunidade. Com a finalidade de investigar se o nível do lençol freático pode influenciar a distribuição das espécies na floresta estudada, fez-se o acompanhamento do nível do lençol freático durante um ano. Foi realizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) que juntamente com o teste de permutação de Monte Carlo indicaram as correlações entre as variáveis ambientais e a abundância das espécies na floresta. Foram calculados ainda os coeficientes de correlação de Spearman para verificar as correlações entre a abundância, média de altura e área basal por hectares das espécies e as variáveis ambientais utilizadas na CCA. Os resultados das análises estruturais indicaram decréscimo na riqueza e densidade da comunidade, e acréscimo em área basal e altura. A mortalidade entre os indivíduos avaliados foi 1,84% ano⁻¹, a perda em área basal, 0,75%. O Ingresso de indivíduos para a comunidade resultou em ganho de 3,97% em área basal. O crescimento das espécies foi de -1,34% ano⁻¹, o recrutamento, 0,49 % ano⁻¹, tempo de meia vida, 37,3 anos, e o tempo para dobrar o número de indivíduos da comunidade foi de 140 anos. Esses resultados indicam que a dinâmica desta floresta é lenta quando comparada com outras formações vegetais. Na análise de correspondência canônica não foram encontradas evidências de relação da ocorrência de espécies e variáveis ambientais. As espécies mais freqüentes nesse estudo são também as mais freqüentes em outras florestas paludosas localizadas em paisagens de Cerrados. *C. brasiliense*, *C. pachystachya*, *D. cuneatus*, *G. macrophylla*, *M. ovata*, *P. spruceanum*, *T. guianensis*, *S.pohlII* e *X. emarginata* foram consideradas estruturadoras da floresta. As outras 17 espécies amostradas possuem ocorrência rara se comparadas com as primeiras e refletem a influência florística da formação do entorno.

Palavras-chave: Floresta inundada; Mortalidade; Recrutamento; Crescimento; Variação ambiental

Abstract

The knowledge about the dynamic of forest remnants is fundamental to develop conservation and restoration strategies, and so the temporal evaluation of vegetation communities on permanent plots has shown to be an efficient and promising methodology for the study of vegetation, even if the data collected come from small remnants or during a short time. The aim of this study was to describe the short term changes in structure and dynamics of shrub and tree community of a swamp forest. The studied area is located at the UNESP Campus of Bauru, São Paulo-SP (22°20'S and 49°01'W). This remnant forest has 2,3 ha, and is surrounded by "Cerradão", wet grasslands and Semideciduous Forest formations, where there is a tributary of the Vargem Limpa streamlet. The structure of the mature community, that is, plant individuals with diameter at breast height (DBH) $\geq 4,78$ cm, was evaluated through diameter and height measures of all the individuals of 27 plots with 100 m² each. These measures were realized during five years. Three samplings occurred in 2006, 2008 and 2010. We calculated phytosociological parameters and rates of mortality, recruitment, growth, gains and losses of basal area, and also half-time life and time for community duplication. The level of the water-bearing stratum was accompanied for one year, in order to investigate if it influences the species distribution on the remnant studied. Canonical correspondence analysis (CCA), together with Permutation Monte Carlo Test, indicated positive correlation between environmental variables and species abundance. The correlation between environmental variables used for CCA and abundance, average height and basal area per hectare of each species was assessed by Spearman correlation coefficient. The results of structural analysis indicated decrease in community richness and density, and an increase in basal area and height. The results showed that the mortality rate among the studied individuals was 1,84%.ano⁻¹, and the loss in basal area was 0,75%. Growth rate was -1,34%.ano⁻¹, recruitment was 0,49%.ano⁻¹, half-life time was 37,3 years, and time for community duplication was 140 years. These results indicate that swamp forest dynamic is slow, when it is compared to other forest formations. The canonical correspondence analysis did not show evidence of relation between species occurrence and environmental variables. The most frequent species we found in this study are also the most frequent species found in flooded forests located in other "Cerrado" landscapes. *C. brasiliense*, *C. pachystachya*, *D. cuneatus*, *G. macrophylla*, *M. ovata*, *P. spruceanum*, *T. guianensis*, *S.pohlii* and *X. emarginata* were considered forest framework species. The other 17 sampled species are rare, if compared to those ones, and they reflect floristic influence of surrounding formation.

Keywords: Flooded forest; Mortality; Recruitment; Growth; Environmental variation

2.1 Introdução

O conhecimento da dinâmica dos remanescentes florestais é fundamental para o estabelecimento de ações de conservação e restauração, bem como para o estabelecimento de indicadores de monitoramento e avaliação (GANDOLFI et al., 1995; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1996; TABARELLI; MANTOVANI, 1997a, 1997b; MARTINS; RODRIGUES, 1999). No entanto, o conhecimento sobre essas vegetações ainda é restrito no tempo, não permitindo afirmar como alterações na paisagem e perturbações periódicas interferem na dinâmica e na sustentabilidade florestal.

Segundo Phillips (1997), o estudo de imagens de satélite mostra avanços no desmatamento florestal que por muitas vezes não podem ser percebidos por imagens, mas tornam as vegetações biologicamente degradadas. Esse fenômeno só pode ser percebido através de métodos que empreguem acompanhamento temporal em campo, em uma escala espacial detalhada. Neste contexto, o acompanhamento temporal de vegetações baseada em parcelas permanentes tem se mostrado bastante eficiente e promissor no estudo da vegetação (WHITMORE, 1989; CONDIT, 1995; TOMÁS, 1996) mesmo que os dados sejam coletados em pequenos fragmentos ou em pequenas escalas de tempo (OLIVEIRA FILHO et al., 1997; CONDIT et al., 1999).

A diversidade de habitat dentro de uma formação vegetacional pode ser promovida por fatores que variam ao longo de gradientes topográficos, como ventos, textura, disponibilidade de nutrientes e água nos solos (WEBB et al., 1999; TAKYU et al., 2002; WITTMANN et al., 2004) além da interferência humana (KELLMAN et al., 1998; TONIATO; OLIVEIRA FILHO, 2004) e da dinâmica de clareiras (BRANDANI et al., 1988; SWAINE; HALL, 1988). Devido à tolerância às condições ambientais e as diferenças de recursos exigidas pelas espécies vegetais (SWAINE, 1996), a distribuição delas ao longo desses gradientes não se dá de forma aleatória (CLARK et al., 1999).

Alguns autores atribuem à tolerância ou a intolerância a sombra o mais importante fator que explica a distribuição das espécies arbóreas em floresta tropicais e subtropicais (WHITMORE, 1996; GANDOLFI et al., 2007; GANDOLFI et al., 2009), entretanto, pouco se sabe sobre a distribuição das espécies de Florestas Paludosas e se as espécies podem ser agrupadas conforme sua tolerância à sombra.

As Florestas Paludosas são naturalmente fragmentadas por estarem em áreas de afloramento espraiado do lençol freático, nas regiões de nascentes dos cursos d'água. Segundo Laurence (2002), habitats fragmentados podem apresentar aceleração em vários parâmetros como frequência de distúrbios, taxa de mortalidade e natalidade, flutuação de populações, extinção de espécies e taxa de retorno. Por outro lado, taxa de decomposição de serrapilheira pode decrescer em pequenos fragmentos (SIZER; TANNER, 1999), o que afeta a germinação de sementes. Independente da aceleração ou vagariedade de alguns processos, Laurence (2002) propôs que sobre um regime de fragmentação, a maioria dos processos se torna acelerado (hiperdinamismo), havendo aumento na frequência ou amplitude da dinâmica da população, comunidade ou paisagem.

O objetivo deste estudo foi descrever as mudanças da comunidade arbustivo-arbórea de uma Floresta Paludosa no sentido de descrever as mudanças na estrutura e dinâmica de curto prazo da vegetação.

2.2 Materiais e Método

2.2.1 Área de Estudo

A Floresta Paludosa estudada localiza-se na Reserva Legal do *Campus* de Bauru da UNESP e neste trabalho foi chamada de Floresta Paludosa da UNESP de Bauru (FPUBA), localizada na região centro-oeste do Estado de São Paulo, a 330 km da capital, próximo das coordenadas 22° 20'S e 49° 01'W, a 560 metros de altitude, na região sudeste da cidade junto ao perímetro urbano (Figura 4). A Reserva Legal da UNESP possui 132,0126 ha e a Floresta Paludosa 2,3 ha, e está encravada entre áreas de Floresta Estacional Semidecídua, Cerradão e Campo Úmido (Figura 5), onde se encontram as nascente de um dos afluentes do Córrego Vargem Limpa, que pertence à bacia do Rio Bauru, afluente do rio Tietê.

O solo da Floresta a ser estudada é hidromórfico do tipo Gleissolo, ácido e com altas concentrações de matéria orgânica (CARBONI, 2007).

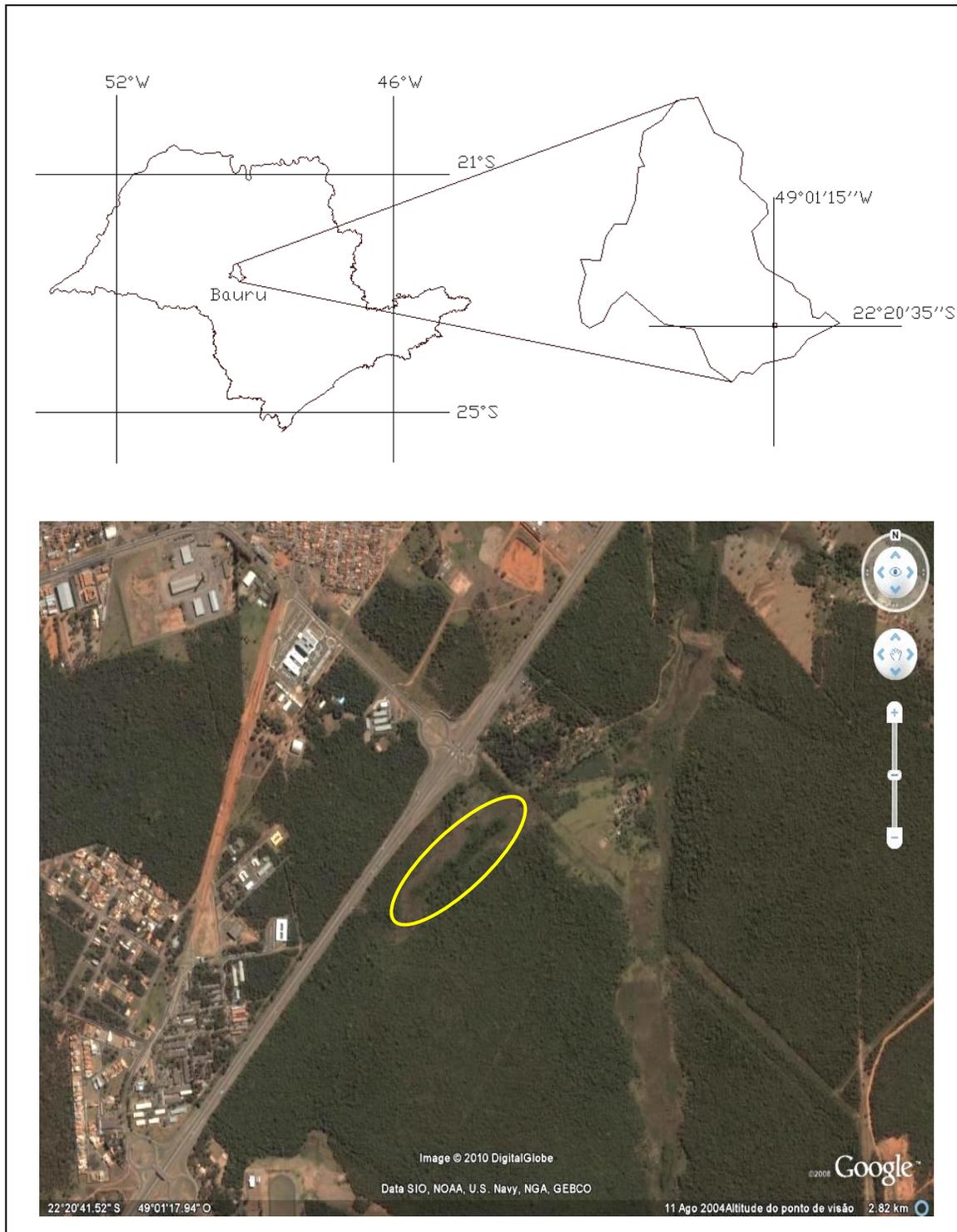


Figura 4 - Localização do município de Bauru no estado de São Paulo, e da Floresta Paludosa em estudo (delimitada pelo círculo amarelo) no município. Imagem da Reserva Legal do Campus de Bauru da UNESP. Fonte: imagem obtida a partir do software Google Earth (NEVES, 2006)– acesso dia 01/07/2010



Figura 5 - Área da Floresta Paludosa de Bauru-SP, à direita, com vegetação de Campo Úmido no entorno e ao fundo Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual. Bauru/SP, 2008

O clima da região de Bauru pode ser definido, segundo a classificação de Thornthwaite (1948), que conforme Figueiredo (1997) e Figueiredo e Paz (2010) é a mais adequada para a cidade, como Úmido (B), Mesotérmico (B'), com moderada eficiência da umidade no verão (s) e marcha anual da temperatura (b) concentrada em cerca de seis meses no ano (outubro-março), cuja fórmula climática é BB'sb. A precipitação média do mês mais seco julho foi de 38mm com avaliação no período de 1981-2009; e com média de 291mm em janeiro, mês mais chuvoso. A temperatura média anual foi de 28,5°C para as máximas temperaturas e 17°C para as mínimas temperaturas avaliadas para o mesmo período. A temperatura média anual da cidade de Bauru é 22,7°C (FIGUEIREDO; PAZ, 2010).

Conforme Figueiredo e Paz (2010), Bauru não têm as quatro estações do ano bem definidas, mas apenas o verão e o inverno, já que a variação das temperaturas não é fator determinante para diferenciar as estações, pois mesmo no inverno, as temperaturas são elevadas, entre 30,1 e 35°C.

2.2.2 Análise de solo

Em 2005, quando da primeira amostragem vegetal da FPUBA, e a fim de verificar as características do solo presentes na área de estudo, foram realizadas análises de solo que neste estudo serão usadas como variável ambiental para correlacionar as características do solo com a abundância, altura e área basal das espécies na área.

Para análise de solo foram coletadas, utilizando-se um trado, 28 amostras de solo compostas por oito subamostras em cada uma das parcelas ímpares, e em duas profundidades 0-20cm e 20-40cm. Ou seja, foram obtidas duas amostras com diferentes profundidades para cada uma das parcelas ímpares dentre as 27 parcelas contíguas alocadas na floresta (Esquema na Figura 7).

As amostras foram enviadas para o laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Botucatu, para definição da textura e realizadas as análises químicas de macro e micro nutrientes. Neste trabalho faremos as comparações de ocorrência das espécies com os teores de matéria orgânica (M.O.), fósforo (P), hidrogênio + alumínio (H + Al), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e acidez (PH) do solo.

Os procedimentos laboratoriais utilizados para as análises químicas foram os recomendados por Raji et al. (2001).

2.2.3 Nível do lençol freático

Diante da observação da existência de um gradiente de umidade de montante à jusante do Córrego Vargem Limpa dentro da FPUBA, e com a finalidade de investigar se o nível do lençol freático pode influenciar a distribuição das espécies na floresta estudada, fez-se o acompanhamento do nível do lençol freático durante 1 ano, de setembro de 2009 a outubro de 2010.

Para o acompanhamento da variação do nível do lençol freático foram abertos poços e instalados tubos de PVC de 75 mm de diâmetro e 1,5m de comprimento. Os tubos foram furados radialmente ao longo de seu comprimento utilizando-se para isso uma broca para metal e madeira de 5mm, conforme Rodrigues (1991).

Os tubos foram instalados em poços de 1m de profundidade abertos com a utilização de cavadeira manual (Figura 6). O acompanhamento da variação do lençol freático foi feito através de medições quinzenais, utilizando-se uma trena introduzida no poço hídrico, que identifique a altura da coluna de água em relação ao nível do solo (BARDDAL, 2002, 2006; SOUZA, 2003). A variação do lençol freático foi correlacionada com os índices pluviométricos do período.



Figura 6 - Instalação dos poços hídricos para acompanhamento do nível do lençol freático na Floresta Paludosa de Bauru/SP, 2008

Foram instalados nove tubos em três transectos paralelos ao curso do rio e distantes 5m um do outro. A primeira linha de tubos foi colocada a uma distância de 5m do curso principal do rio, eqüidistantes 100 metros, nas parcelas 1, 10 e 20. A segunda linha de tubos foi colocada a uma distância de 10m do curso principal do rio, nas parcelas 4, 14 e 24. E a terceira e última linha de tubos foi instalada à 15m do curso principal do rio, nas parcelas 7, 17 e 27 (Figura 7). Em cada linha foram colocados três tubos eqüidistantes 100 metros.

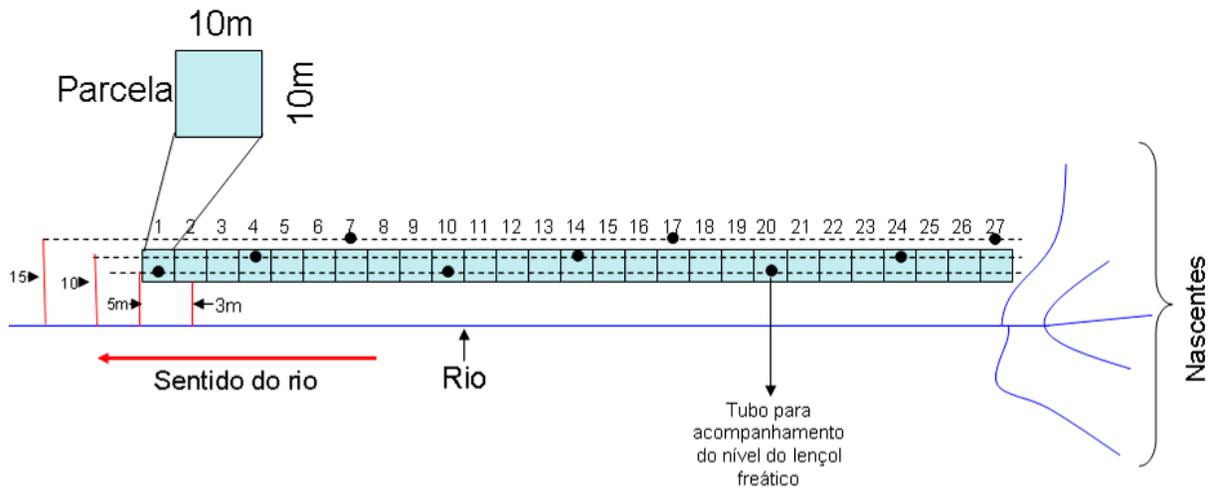


Figura 7 - Croqui de instalação dos tubos para acompanhamento do nível do lençol freático na Floresta Paludosa de Bauru/SP

2.2.4 Estrutura da comunidade arbórea

Estudo florístico e fitossociológico dos indivíduos arbustivo-arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 4,78cm foi realizado nos anos de 2005 e 2006 na FPUBA como parte da dissertação de mestrado da mesma autora deste trabalho. Neste trabalho essa amostra será chamada de amostra de 2006.

Foram demarcadas 27 parcelas de 100m² cada uma, com total de 0,27ha de área amostral, instaladas de forma contíguas ao longo do Córrego Vargem Limpa onde foram amostradas 48 espécies arbustivo-arbóreas divididas em estrato superior, árvores com DAP \geq 4,78 cm e estrato inferior, com indivíduos lenhosos com DAP < 4,78 cm. Apenas para o estrato superior, foram amostradas 27 espécies arbustivo-arbóreas. Observou-se ainda que a similaridade de espécies nos dois estratos era alta ($J = 54\%$) indicando que a maioria dos indivíduos encontrados no sub-bosque desta floresta eram plantas jovens do estrato superior (CARBONI, 2007).

Em 2008, 30 meses após a primeira avaliação, foram realizadas novas medições de diâmetro e altura de todos os indivíduos do estrato superior amostradas em 2005 e 2006, além das árvores ingressantes, com DAP \geq 4,78 cm, que foram identificadas e numeradas com plaquetas de alumínio. As árvores amostradas em 2005 e 2006 não encontradas em 2008 foram consideradas mortas. Todos os indivíduos amostrados foram mapeados para avaliação dos padrões de ocupação da área e mortalidade dos indivíduos. A terceira e última amostragem foi realizada em 2010, 30 meses após a

segunda, com mesma metodologia utilizada na mediação anterior, o que resultou em medidas de crescimento, mortalidade e recrutamento dos indivíduos arbustivo-arbóreos com $DAP \geq 4,78$ cm da FPUBA ao longo de cinco anos.

Para os três inventários foram calculados os parâmetros fitossociológicos através do programa Mata Nativa 2, para determinar frequência relativa ($FR = U_i/U_t$), dominância relativa ($DoR = 100.AB_i/AB_t$), densidade relativa ($DR = 100.n_i/N$) e índice de valor de importância ($IVI = DR+FR+DoR$) para todas as espécies amostradas na FPUBA. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener com log na base 2 ($H' = -\sum (p_i) \cdot (\ln p_i)$), onde $p_i = n_i/N$ e equabilidade ($J' = H'/\ln S$), foram calculados para os levantamentos de 2006, 2008 e 2010. Conforme parâmetros citados: U_i = número de parcelas com ocorrência da espécie i ; U_t = número total de parcelas; AB_i = área basal da espécie i ; AB_t = área basal total das espécies; n_i = número de indivíduos da espécie i ; N = número total de indivíduos; S = riqueza de espécies.

Para verificar se o incremento anual médio em altura e DAP foi significativo para os três inventários, fez-se Análise de Variância (ANOVA), satisfazendo-se as posições de Normalidade e Homogeneidade. Em caso da análise de variância ser significativa a 5%, fez-se o teste de Tukey para comparação de médias ano a ano através do programa SAS 9.1.

2.2.5 Dinâmica da comunidade arbórea

Neste estudo foram usadas as equações normalmente empregadas para o cálculo da mortalidade, recrutamento, crescimento populacional (*turnover*), taxa de ganho e perda em área basal. Assim, m = taxa de mortalidade anual; i = taxa de recrutamento anual; r = taxa de crescimento anual (*turnover*); p = taxa de perda em área basal anual; g = taxa de ganho em área basal anual; t foi considerado o intervalo de tempo entre os inventários; n_0 = número inicial de árvores vivas; n_t = número final de árvores vivas. O número de indivíduos sobreviventes do último inventário foi S_t e o número de indivíduos recrutados foi $n_t - S_t$. Para as taxas de ganho e perda em área basal: AB_0 = área basal inicial; AB_m = área basal das árvores mortas no último inventário; AB_d = perda em área basal (redução diamétrica e perda parcial de troncos); AB_r = área basal de árvores recrutadas; e AB_g = ganho em área basal (crescimento das árvores).

Foram calculadas ainda as taxas de tempo de meia vida e tempo de duplicação da comunidade. As equações exponenciais utilizadas foram:

$$m = (\ln(n_0) - \ln(S_t)) / (t); \text{ (SHEIL et al., 1995);} \quad (1)$$

o recrutamento a partir da equação exponencial:

$$i = (\ln(S_t) - \ln(n_t)) / (t); \text{ (SHEIL et al., 1995);,} \quad (2)$$

e o crescimento populacional (*turnover*) a partir da equação exponencial:

$$r = (\ln(S_t) - \ln(n_0)) / (t); \text{ ou } r = i - m \text{ (SHEIL et al., 1995).} \quad (3)$$

a taxa de (*turnover*) também foi calculada segundo a equação sugerida por Phillips e Gentry. (1994):

$$r = (m + i) / 2; \quad (4)$$

a perda em área basal:

$$p = (1 - [(AB_0 - (AB_m + AB_d)) / AB_0]^{1/t}) \times 100 \text{ (SHEIL; MAY, 1996).} \quad (5)$$

ganho em área basal:

$$g = (1 - [1 - (AB_r + AB_g) / AB_t]^{1/t}) \times 100 \text{ (SHEIL; MAY, 1996).} \quad (6)$$

a meia vida da comunidade:

$$t_{1/2} = -\ln(2) / \ln(1 - m) \text{ (SHEIL et al., 1995)} \quad (7)$$

tempo de duplicação da comunidade:

$$t_2 = \ln(2) / \ln(1 + i) \text{ (KORNING; BALSLEV, 1994)} \quad (8)$$

Considerando as potenciais variações que ocorrem na comunidade em longos intervalos de tempo e as possíveis conseqüências causadas por estas variações nas taxas demográficas descritas em Sheil et al. (1995), foi adotado o fator de correção sugerido por Lewis et al. (2004a), que consiste na multiplicação dos valores obtidos nas taxas demográficas (*m*, *i* e *r*) pelo intervalo de tempo elevado ao fator de correção ($t=0,08$).

2.2.6 Análise de correlação entre espécies e variáveis ambientais

As correlações entre abundância, propriedades químicas do solo e altura do lençol freático foram exploradas através da Análise de Correspondência Canônica – CCA (TER BRAAK, 1988). A matriz de abundância de espécies consistiu no número de

indivíduos por parcela cujas espécies tiveram mais de 10 indivíduos no total da amostra, ficando a matriz final com 10 espécies e 14 parcelas, pois essas parcelas são as que foram feitas as análises de solo.

As parcelas utilizadas nas amostras de solo foram as parcelas ímpares, das 27 alocadas. A matriz de variáveis ambientais incluiu todas as variáveis das propriedades químicas do solo e altura do lençol freático por parcelas. Após realização de uma CCA preliminar, sem transformação dos dados, eliminaram-se os parâmetros cujas relações mostraram-se redundante. O teste de permutação de Monte Carlo foi aplicado para verificar a significância das correlações entre os parâmetros de abundância e as variáveis ambientais restantes. Posteriormente, e para verificar as correlações entre a abundância por hectare, média de altura e área basal por hectares das espécies e as variáveis ambientais utilizadas na CCA, foram calculados coeficientes de correlação de Spearman (ZAR, 1996) entre o número de indivíduos de cada uma das 14 parcelas e os valores das variáveis da análise de macronutrientes e da altura do lençol freático. Os dados fitossociológicos e estruturais utilizados na correlação foram os amostrados em 2006.

A CCA e o Teste de Monte Carlo foram processados pelo programa PC-ORD for Windows versão 4.0 (MCCUNE; MEFFORD, 2006).

Os indivíduos menos abundantes contribuem pouco com a correlação e por isso não foram utilizados. Na correlação de Sperman utilizou-se também apenas as espécies com mais de 10 indivíduos.

O programa utilizado para o cálculo da correlação de Speraman foi o SAS 9.1.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Solo

O solo da área estudada pode ser classificado como solo hidromórfico, do tipo Gleissolo, que são solos que, devido à intensa influência do nível do lençol freático, apresentam o horizonte glei (cinza) a menos de 40 cm de profundidade e distrófico, devido aos valores de saturação por bases (V%), (Tabela 1), em sua maioria, estarem abaixo de 50% (PRADO, 1996). Outra evidência do solo hidromórfico é dada pela

presença da própria Floresta Paludosa, pois, há uma ligação bastante estreita entre a existência dessas florestas com esse tipo de solo (TORRES et al., 1994; IVANAUSKAS et al., 1997; TONIATO et al., 1998). A Tabela 1 mostra o resultado da análise química do solo em duas profundidades, 0-20cm e 20-40cm coletada nas parcelas ímpares da floresta.

A análise química de macronutrientes demonstrou alta acidez em todas as amostras com PH variando de 4,1 a 5,0, característica comum a outras florestas paludosas (TORRES et al., 1994; TONIATO et al., 1998; PASCHOAL; CAVASSAN, 1999; SPINA et al., 2001; MARQUES et al., 2003; PASCHOAL, 2004; TEIXEIRA; ASSIS, 2005).

Além da acidez, a alta concentração de matéria orgânica e a baixa saturação por bases, (V%) encontradas neste estudo, também foram relatadas por Toniato et al. (1998); Paschoal e Cavassan (1999); Spina et al. (2001) e Paschoal (2004) em estudos de mesma formação vegetal no estado de São Paulo.

Nota-se que as altas concentrações de matéria orgânica (M.O.), entre 45 e 187 g/dm³ são superadas apenas pela mata de brejo do Ribeirão do Pelintra em Agudos, onde Paschoal e Cavassan (1999) registraram índices superiores a 200 g/dm³ em 64% das amostras. Entretanto, a quantidade de matéria orgânica dos trabalhos comparados para os quais existem análise de solo disponível, em mesma formação vegetal do Estado, não ultrapassam 108 g/dm³, encontrado em Campinas por Toniato et al. (1998).

Nas últimas parcelas onde foram coletadas as amostras de P21 a P27, podemos observar a maior concentração de M.O. São estas as parcelas mais próximas às nascentes do afluente em estudo do Córrego Vargem Limpa e onde estão as parcelas com maior saturação hídrica. Os altos valores de Capacidade de Troca Catiônica (CTC) mostram um solo pesado, argiloso e muito fértil, com valores que chegam a 200 de CTC.

Através da análise de solo desta área de estudo e de outras Florestas Paludosas comparadas, pode-se dizer que a acidez, teor de alumínio e matéria orgânica elevados, além da saturação hídrica e a baixa saturação por bases, são fatores edáficos que influenciam a existência dessas matas em diferentes locais. Segundo Jacomine (2000), as Florestas Paludosas, vegetações estabelecidas em Gleissolos, pertencem a um

ecossistema muito delicado e frágil que, quando incorporados ao processo produtivo, alteram, rapidamente, o ambiente, levando-o à sua degradação.

Não foi observada correlação da ocorrência das espécies com essas parcelas.

Tabela 1 - Análise química de macronutrientes do solo da Floresta Paludosa de Bauru – SP coletada nas parcelas ímpares em 2005. .M.O. = matéria orgânica; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica, V% = saturação de bases. Amostras com letras “a” foram coletadas de 0 a 20cm de profundidade, e as amostras com letras “b” foram coletadas de 20 a 40 cm de profundidade

AMOSTRA (S)	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
Por parcelas	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----				- mmol _c /dm ³		-----	
P1a	4,6	87	17	3	90	2,5	59	15	76	166	46
P1b	4,6	67	32	4	92	1,3	37	11	49	141	35
P3a	4,6	87	13	4	91	2,6	46	14	63	154	41
P3b	4,7	46	2	4	57	1,3	24	9	34	91	37
P5a	4,4	77	7	---	95	2,8	23	10	36	131	28
P5b	4,4	45	2	8	73	1	15	6	22	95	23
P7a	4,5	62	8	6	83	2,6	25	11	38	121	32
P7b	4,4	73	7	10	89	2,1	16	8	27	116	23
P9a	4,8	91	17	3	75	4	49	16	69	144	48
P9b	4,3	138	11	13	136	3,9	39	17	60	196	30
P11a	4,8	134	11	4	80	3,9	41	16	61	140	43
P11b	4,4	134	5	11	114	3,1	24	14	41	155	27
P13a	5	116	10	2	59	3,2	49	12	64	123	52
P13b	4,7	120	8	4	83	3,5	52	15	70	153	46
P15a	4,7	101	8	4	80	3,1	30	11	45	125	36
P15b	4,5	102	4	8	78	1,9	18	8	29	106	27
P17a	4,6	88	9	6	82	2,6	27	11	41	123	33
P17b	4,3	110	6	19	132	2,1	27	12	42	174	24
P19a	4,6	79	10	4	60	1,8	20	7	28	88	32
P19b	4,2	57	10	12	90	1,2	13	5	19	109	17
P21a	4,4	145	19	7	105	3,6	39	14	56	161	35
P21b	4,4	124	14	9	108	2,2	29	11	43	151	28
P23a	4,6	130	16	4	79	3,8	54	16	74	153	48
P23b	4,6	122	15	5	104	3,1	53	18	75	178	42
P25a	4,5	147	20	9	121	5,7	42	17	65	186	35
P25b	4,1	116	12	24	166	4,6	18	11	34	200	17
P27a	4,3	95	9	13	114	2,2	24	11	37	151	25
P27b	4,7	187	23	5	87	6,4	65	21	93	179	52

2.3.2 Nível do lençol freático

As Figuras 8, A, B e C mostram as variações na profundidade do lençol freático, em relação à superfície do solo, ao longo de um ano de avaliação, durante o período de setembro de 2009 a outubro de 2010.

A mesma figura indica que o lençol freático possui diferenças de profundidade nos sentidos longitudinais e perpendicular ao curso d'água, tornando-se menos profundo quanto mais próximo às nascentes, onde foram locadas as últimas parcelas e quanto mais próximas ao córrego (Figura 8 C).

Em toda área amostrada da Floresta Paludosa o nível mais baixo do lençol (73 cm abaixo do solo) foi observado na segunda quinzena de maio, na primeira parcela, a mais distante das áreas de nascentes (Figura 8 A). Enquanto o nível mais alto do lençol (1 cm acima do solo), foi observado nas avaliações de fevereiro, abril, junho, julho e setembro de 2010, na parcela 20, onde o tubo de avaliação está a 5m do curso água e em áreas de afloramento espreado de água do lençol freático. Através desse acompanhamento pode-se perceber que mesmo nos meses mais secos como agosto de 2010 quando não houve precipitação em Bauru, o nível do lençol apresentou pequenas variações nas parcelas (Parcelas 20, 24 e 27) com maior influência do lençol.

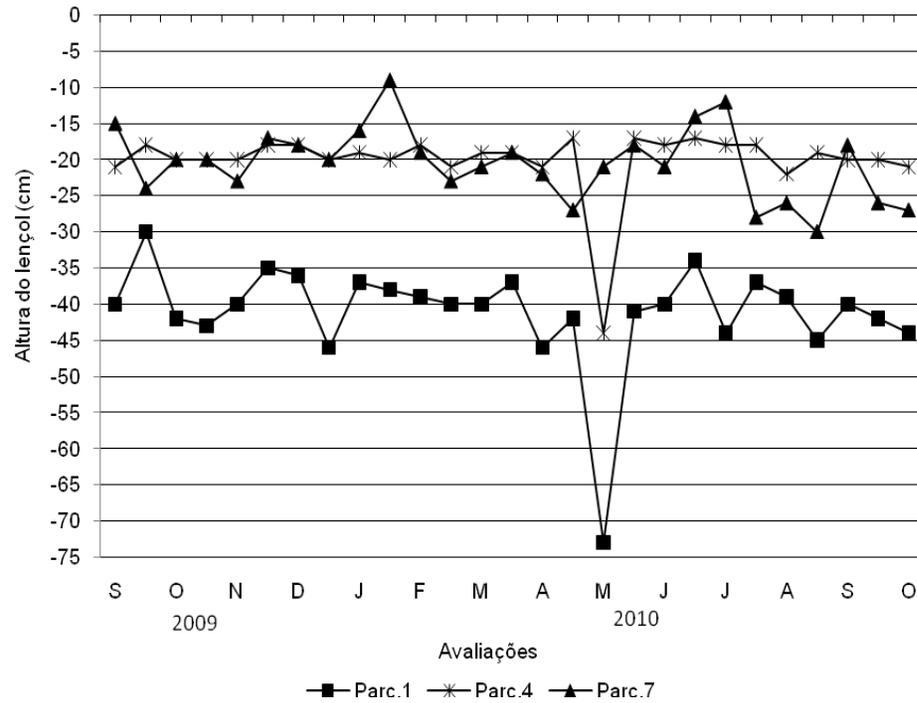
Com exceção dos tubos instalados nas parcelas 1 e 4, que tiveram queda na profundidade no mês de maio de 2010, pode-se observar que a profundidade do lençol sofreu pouca alteração ao longo do ano, mesmo sofrendo a influência das chuvas no período (Figura 9), como observado nos meses de novembro, dezembro e janeiro da Figura 8, A, B e C. As pequenas alterações no nível do lençol freático de florestas hidrófilas já foi relatado por Toniano et al. (1998) floresta de Campinas. As maiores flutuações na altura do lençol foram observadas nas primeiras parcelas localizadas a jusante do Córrego Vargem Limpa (Figura 8 A), onde as variações chegaram a 30cm. A maior amplitude na variação do lençol se deu na parcela 1, na segunda avaliação do mês de maio, onde o nível do lençol baixou de 42cm para 73cm de profundidade. Isso pode ser explicado pelo acentuado decréscimo nas chuvas de dezembro (319,5mm) a maio (33 mm), provocando baixa recarga do lençol que foi refletida pela avaliação de maio. O fato do tubo instalado na parcela 1, próximo ao córrego ter profundidade mais

variável do que os tubos em parcelas mais distantes do córrego (Parcelas 4 e 7) pode estar relacionado com a drenagem mais eficiente junto ao canal.

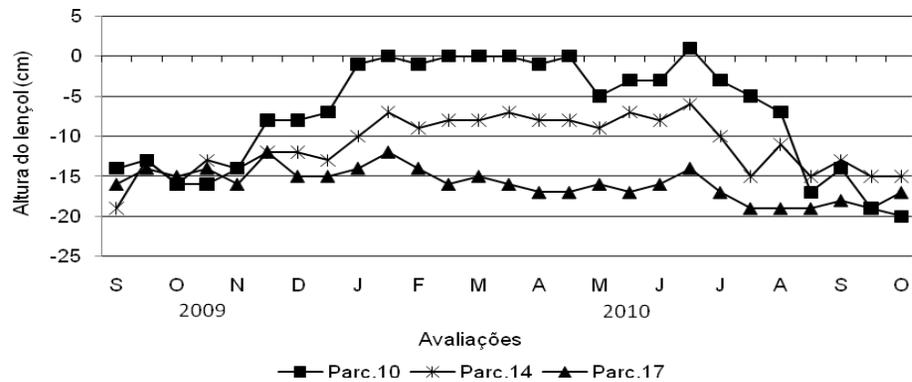
A pequena variabilidade microambiental representada pela homogeneidade no encharcamento do solo, tipo do solo, topografia, altitude entre outros fatores, além do estresse hídrico são os fatores relacionados à baixa diversidade dessas florestas hidrófilas (TONIATO et al., 1998).

Diferenças no regime do lençol freático, bem como a composição física e química do solo e/ou topografia, são consideradas fatores importantes na distribuição e estruturação de formações florestais (RATTER et al., 1978; OLIVEIRA FILHO et al., 1994). Não apenas os fatores geomorfológicos e pedológicos, mas também fatores hídricos, que controlam as Matas de Galeria, e de fertilidade do solo são os condicionantes da distribuição dos tipos de vegetação (floresta ribeirinha, cerradão, cerrado e campo) (MARTINS; REATTO; CORREA, 2001; RATTER et al., 1978; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995).

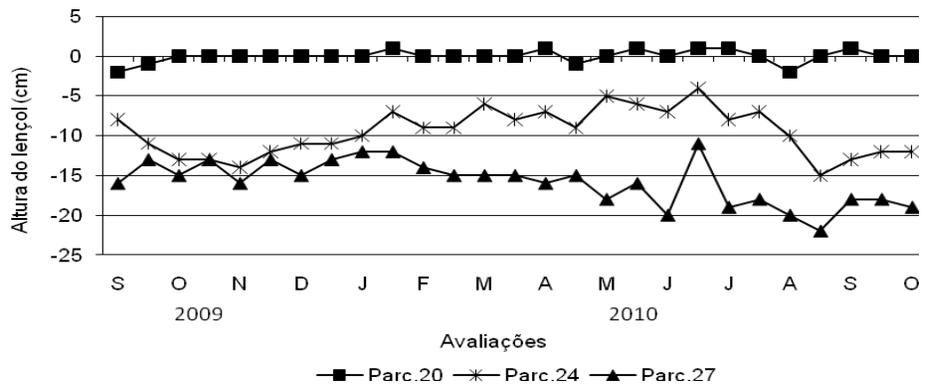
Muitos estudos destacam a importância do regime hídrico na distribuição das espécies arbustivo-arbóreas, apesar das variações significativas na fertilidade química dos solos; sendo possível em muitos destes estudos, agrupar espécies indicadoras de cada ambiente (OLIVEIRA FILHO, 1994; PASCHOAL; CAVASSAN, 1999; CARBONI, 2007). Estudos de Carboni (2007), Silva Junior (2001) e Sampaio, Walter e Felfili (2000) observaram que comunidades úmidas apresentaram-se mais similares, do que cada uma delas com as comunidades intermediárias e secas próximas. Em áreas com mesmo regime hídrico ocorre maior similaridade de espécies, mesmo em matas diferentes, do que em áreas com diferentes regimes hídricos na mesma mata.



A



B



C

Figuras 8 - Avaliação do nível do lençol freático feito no sentido longitudinal do córrego de jusante (A) a montante (C). As avaliações foram feitas em cada trecho a três distâncias do leito do curso d'água. 5m, 10m e 15 m. A – parcelas distantes da nascente, B – parcelas situadas na região mediana do córrego, e C – parcelas próximas às nascentes do Córrego Vargem Limpa em Bauru/SP, em 2009 e 2010

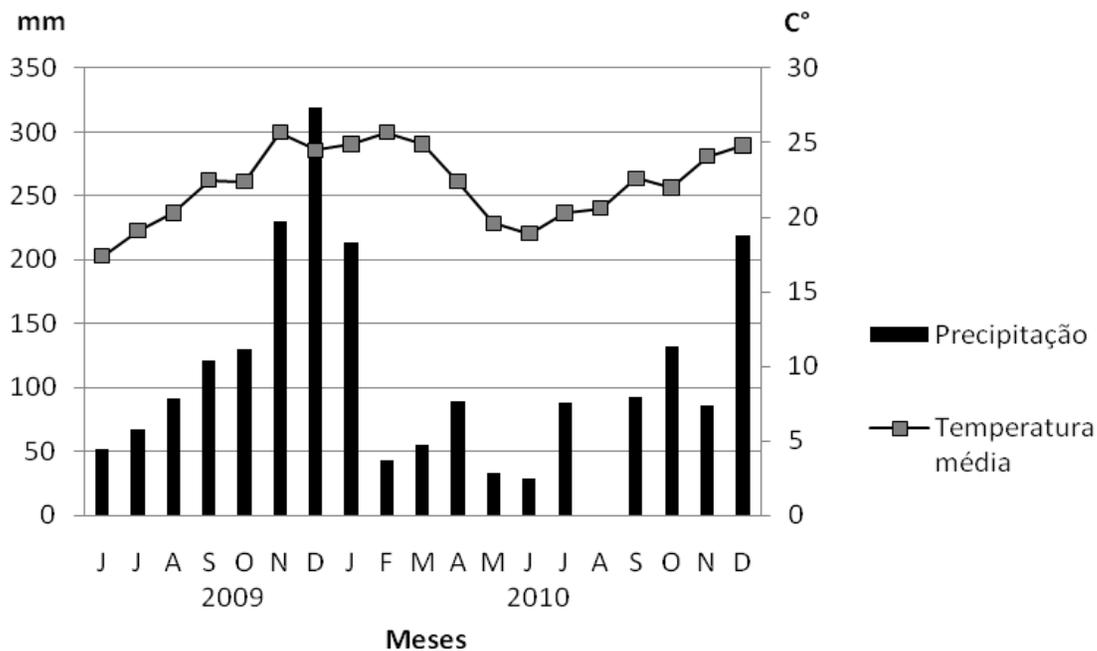


Figura 9 - Precipitação acumulada e temperatura média nos meses de junho de 2009 a dezembro de 2010, período de acompanhamento do nível do lençol freático na Floresta Paludosa de Bauru/SP (Fonte: IPEMET, 2011)

2.3.3 Variações na estrutura da comunidade arbórea

Durante cinco anos de avaliação da comunidade arbórea da FPUBA foram amostradas, nas parcelas do levantamento fitossociológico, 27 espécies de 24 gêneros e 21 famílias (Tabela 2). O índice de diversidade de Shannon-Wiener da comunidade caiu ao longo das amostragens passando de $H' = 2,67$ em 2006, para $H' = 2,58$ em 2008 e $H' = 2,53$ na última amostragem de 2010.

Em 2006, durante o primeiro inventário, foram amostrados 1.569 indivíduos vivos com DAP maior ou igual a 4,78cm, ou seja, uma densidade total de $6.022 \text{ ind. ha}^{-1}$, em 2008, foram amostrados 1.544 indivíduos vivos, e $5.978 \text{ ind. ha}^{-1}$. Cinco anos após a primeira amostragem, foram amostrados 1.467 indivíduos no total, uma densidade de $5.852 \text{ ind. ha}^{-1}$ (Tabela 3).

Nenhuma nova espécie foi encontrada nas parcelas de amostragem fitossociológica durante o período de avaliação. A baixa diversidade de espécies estabelecidas sobre solos hidricamente saturados e a prevalência de populações higrófilas já foi apresentado em diversos estudos (SILVA et al., 1992; METZGER et al., 1998; RODRIGUES, 2006).

Durante o período de avaliação, poucas mudanças estruturais e de composição de espécies ocorreram nesta formação, não havendo nenhuma evidência de que a comunidade tenha sofrido distúrbios ao longo dos cinco anos de avaliação.

Na Tabela 2, vêem-se algumas mudanças na abundância das espécies durante as avaliações no período de cinco anos. Das 27 espécies amostradas nas parcelas, 15 tiveram decréscimo no número de indivíduos da primeira para a última amostragem. O que justifica o decréscimo na densidade total da floresta. Oito espécies não tiveram alteração de abundância de indivíduos durante os cinco anos de avaliação, e apenas quatro espécies (*Xylopia emarginata* Mart., *Protium spruceanum* (Benth.) Engl., *Dendropanax cuneatus* (DC.) Decne.& Planch. e *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr.), tiveram aumento no número de indivíduos na comunidade. Essas espécies são consideradas típicas de áreas permanentemente encharcadas pela ocorrência na maioria das Florestas Paludosas (SOUZA, 2004; TEIXEIRA; ASSIS, 2011), o que indica alta adaptação das mesmas às condições abióticas da área.

A riqueza em espécies na FPUBA pouco se alterou. Nenhuma nova espécie foi encontrada na segunda e terceira amostragens, e três espécies perderam todos os indivíduos das parcelas e saíram das amostras (*Miconia chamissois*, *Hedyosmum brasiliense* e *Rapanea guianensis*). A espécie *Calophyllum brasiliense* Cambess. foi responsável por 43,23% (amostra de 2010) da comunidade florestal, sua pouca variação no período de estudo acaba levando a muita estabilidade na estrutura da floresta. As espécies raras, com um a dois indivíduos, que somam 40,7% da abundância da comunidade, também flutuaram pouco durante as amostragens, aumentando ainda mais a pouca variação na estrutura.

Resultados como este foram observados por Bertani et al. (2001) em floresta ribeirinha do Rio Passa Cinco em Ipeúna/SP em um intervalo de nove anos de avaliação. Essa pequena variação na riqueza em espécies (7,6%) na FPUBA pode estar relacionada ao curto período de avaliação, pois estudos mais longos como o realizado em um fragmento isolado de Floresta Estacional Semidecidual estudado e reavaliado após 11 anos por Santos et al. (1996), demonstrou que 23% da riqueza em espécies foi alterada e também houve redução na densidade de espécies abundantes na primeira avaliação. A presença do curso d'água e do regime de inundação são

fatores que contribuem para a maior seletividade das espécies e manutenção das espécies típicas dessas formações (TORRES et al., 1994; TONIATO et al., 1998; BERTANI et al., 2001).

Considerando-se os valores de dominância relativa das dez espécies com maiores valores de importância para essa comunidade, nota-se uma queda de posição para *C. odorata* que passou da terceira para quarta posição no período de avaliação, devido ao decréscimo na densidade dessa espécie. Cinco indivíduos de *C. odorata*, dos 33 encontrados nos primeiros inventários, estavam mortos em 2010, com isso, *X. emarginata* e *P. spruceanum* subiram de posição com maiores valores de dominância na segunda e terceira amostragens. *R. gardneriana* passou da oitava para a décima posição na segunda avaliação também devido a mortalidade de indivíduos dessa espécie ao longo dos inventários, e conseqüentemente, à queda no valor de dominância (Tabela 2).

Em mata de galeria estudada por quatro anos no Distrito Federal (FELFILI, 1994) foram encontradas mudanças de densidade de algumas espécies mais abundantes da área, indicando que a estrutura fitossociológica é dinâmica, e que as espécies dominantes podem mudar mesmo em curto tempo. Isso aconteceu de maneira mais discreta na FPUBA onde a maioria das espécies com os maiores valores de importância mantiveram-se nas mesmas posições da primeira avaliação. Esta floresta sofre constantemente inundações anuais, quando a saturação hídrica do solo provoca um fluxo de água superficial, causando deslocamento da serrapilheira de montante a jusante do curso d água, morte e o tombamento de indivíduos adultos pelo desenraizamento, além do arraste de plântulas. Em episódios excepcionais, esses efeitos são mais intensos.

Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos de 2006, 2008 e 2010 para espécies amostradas na Floresta Paludosa de Bauru/SP, em ordem decrescente de VI para 2010. N= número de indivíduos, DR = densidade relativa, FR = frequência relativa, DoR = dominância relativa, VI = valor de importância

Espécies	N			DR			FR			DoR			VI		
	2006	2008	2010	2006	2008	2010	2006	2008	2010	2006	2008	2010	2006	2008	2010
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	699	709	683	42,99	43,93	43,23	10,04	10,38	10,93	35,16	39,72	39,58	88,2	94,03	93,74
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.- Hil.) Spreng.	316	301	285	19,43	18,65	18,04	10,04	10,38	10,93	17,64	18,75	17,92	47,1	47,78	46,89
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	146	152	157	8,98	9,42	9,94	9,67	10	10,53	8,74	10,19	11,22	27,4	29,61	31,68
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	76	76	79	4,67	4,71	5	8,55	8,42	8,91	7,69	8,19	8,29	20,9	21,36	22,2
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	108	105	94	6,64	6,51	5,95	8,55	8,85	8,91	4,33	4,84	5,03	19,54	20,19	19,89
<i>Cedrela odorata</i> L.	33	33	28	2,03	2,04	1,77	6,32	6,54	6,48	9,67	10,59	10,46	18	19,17	18,71
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	48	48	49	2,95	2,97	3,1	7,43	7,69	8,1	1,36	1,49	1,47	11,7	12,16	12,67
<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	28	23	14	1,72	1,43	0,89	5,95	5,38	4,05	1,07	0,94	0,56	8,74	7,75	5,5
<i>Styrax pohlilii</i> A.DC.	35	33	29	2,15	2,04	1,84	4,83	4,62	4,86	1,05	1,19	1,09	8,04	7,85	7,78
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	24	23	14	1,48	1,43	0,89	5,2	5	3,64	0,87	0,97	0,66	7,6	7,39	5,19
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	11	2	0	0,68	0,12	0	2,23	0,77	0	0,29	0,03	0	3,22	0,92	0
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	9	9	7	0,55	0,56	0,44	2,23	2,31	1,62	0,21	0,22	0,17	3,02	3,08	2,24
<i>Ilex brasiliensis</i> (Spreng.) Loes.	5	4	3	0,31	0,25	0,19	1,86	1,54	1,21	0,11	0,1	0,07	2,27	1,87	1,48
<i>Ficus obtusiuscula</i> (Miq.) Miq.	6	5	5	0,37	0,31	0,32	1,49	1,54	1,62	0,18	0,19	0,2	2,04	2,05	2,14
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	3	2	2	0,18	0,12	0,06	1,12	0,77	0,81	0,33	0,35	0,4	1,63	1,24	1,34
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi.	3	2	1	0,18	0,12	0,06	0,74	0,77	0,4	0,18	0,16	0,15	1,11	1,06	0,61
<i>Ficus insipida</i> Willd.	2	2	2	0,12	0,12	0,13	0,74	0,77	0,81	0,05	0,05	0,05	0,92	0,95	0,99
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart.	2	0	0	0,12	0	0	0,74	0	0	0,06	0	0	0,92	0	0
<i>Eugenia florida</i> DC.	2	2	2	0,12	0,12	0,13	0,74	0,77	0,81	0,03	0,04	0,05	0,9	0,94	0,97
<i>Psychotria mapourioides</i> DC.	2	2	2	0,12	0,12	0,13	0,74	0,77	0,81	0,03	0,03	0,03	0,9	0,92	0,97
<i>Inga vera</i> Willd.	2	2	2	0,12	0,12	0,13	0,37	0,38	0,4	0,15	0,17	0,19	0,65	0,68	0,72
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	2	1	0	0,12	0,06	0	0,37	0,38	8,91	0,05	0,04	0	0,55	0,48	0
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	1	1	1	0,06	0,06	0,06	0,37	0,38	0,4	0,04	0,04	0,04	0,48	0,49	0,51
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	1	1	1	0,06	0,06	0,06	0,37	0,38	0,4	0,02	0,02	0,02	0,46	0,47	0,49
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	1	1	2	0,06	0,06	0,13	0,37	0,38	0,81	0,01	0,01	0,02	0,45	0,46	0,96
<i>Symplocos nitens</i> (Pohl) Benth	1	1	1	0,06	0,06	0,06	0,37	0,38	0,4	0,01	0,02	0,02	0,45	0,47	0,49
<i>Gomidesia schaueriana</i> O. Berg	1	1	1	0,06	0,06	0,06	0,37	0,38	0,4	0,01	0,01	0,01	0,45	0,46	0,48

A Tabela 3 apresenta alguns parâmetros estruturais e as variações da comunidade estudada. O índice de equabilidade de Pielou para as três amostragens foi pequeno, indicando dominância de algumas espécies na estrutura da comunidade, e assim menor diversidade.

Tabela 3 - Variação estrutural da comunidade arbórea (DAP>4,78cm), para os inventários feitos em 2006, 2008 e 2010 na Floresta Paludosa de Bauru/SP. Os parâmetros relacionados na tabela referem-se as médias de: N=número de indivíduos vivos; DAP médio e desvio padrão; Altura média e desvio padrão; AB = área basal total e desvio padrão; DA = densidade absoluta e desvio padrão; H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener (Log base2) e J' = equabilidade de Pielou

Ano	Nºvivos	DAP médio (cm)	Altura média (m)	AB total m ² /ha	DA (ind.ha-1)	H'	J'
2006	1.569	9,38 ± 0,77	8,76 ± 0,83	60,53 ± 18,17	6.022 ± 1071,42	2,67	0,58
2008	1.544	9,59 ± 0,75	10,18 ± 0,79	60,87 ± 15,18	5.978 ± 1177,79	2,58	0,56
2010	1.467	9,75 ± 0,89	11,18 ± 0,91	63,02 ± 15,19	5.852 ± 1149,7	2,53	0,57

2.3.4 Dinâmica da comunidade

A altura média da comunidade foi de 10 m ± 1,21 m, com alguns indivíduos emergentes chegando a altura máxima de 25m (Figura 10). O crescimento em altura da floresta entre os indivíduos de 10m e 15m foi evidente na segunda e terceira amostragens (Figura 10). A média de DAP para a comunidade foi 9,7m ± 0,5 m com progressivo aumento na classe de diâmetro >10 a 20 metros (Figura 11).

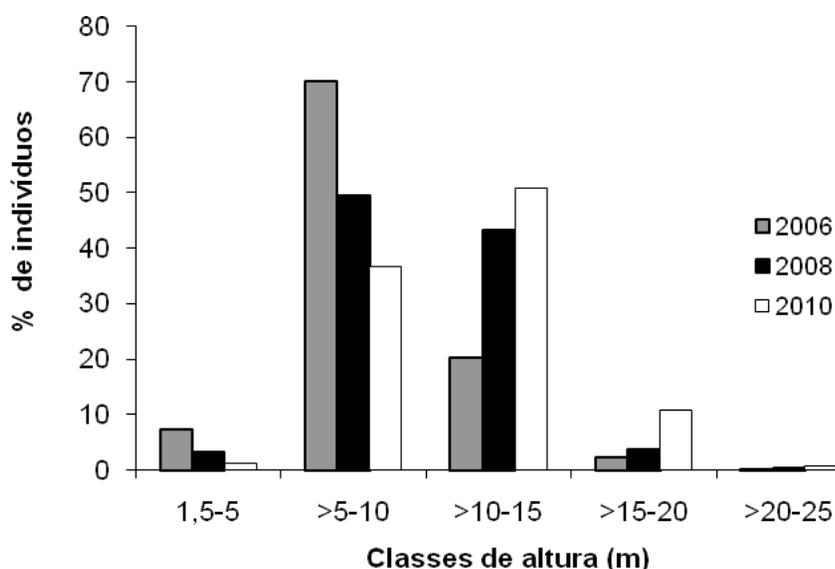


Figura 10 - Distribuição de freqüência das classes de altura dos indivíduos amostrados com DAP > 4,78 cm, na Floresta Paludosa de Bauru/SP, nos anos de 2006, 2008 e 2010

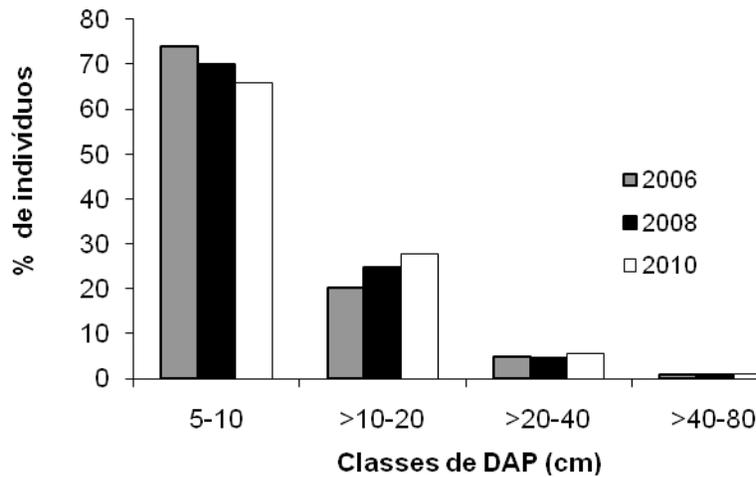


Figura 11 - Distribuição de freqüência das classes de diâmetro dos indivíduos vivos amostrados com DAP > 4,78 cm, na Floresta Paludosa de Bauru/SP, nos anos de 2006, 2008 e 2010

Entre os períodos de avaliação, 183 indivíduos morreram o que representa uma perda em área basal de $0,32\text{m}^2$ ($p = 0,75\%$). Já o ingresso de indivíduos na amostragem somou 81 árvores. O acréscimo de indivíduos na área e o crescimento dos presentes equivaleram ao ganho em área basal de $g = 3,97\%$. A maior mortalidade aconteceu principalmente nas menores classes de diâmetro, até 10 cm de DAP, e nas classes de altura de até 10m (Figuras 12 e 13), como consequência da própria distribuição dos indivíduos nas classes.

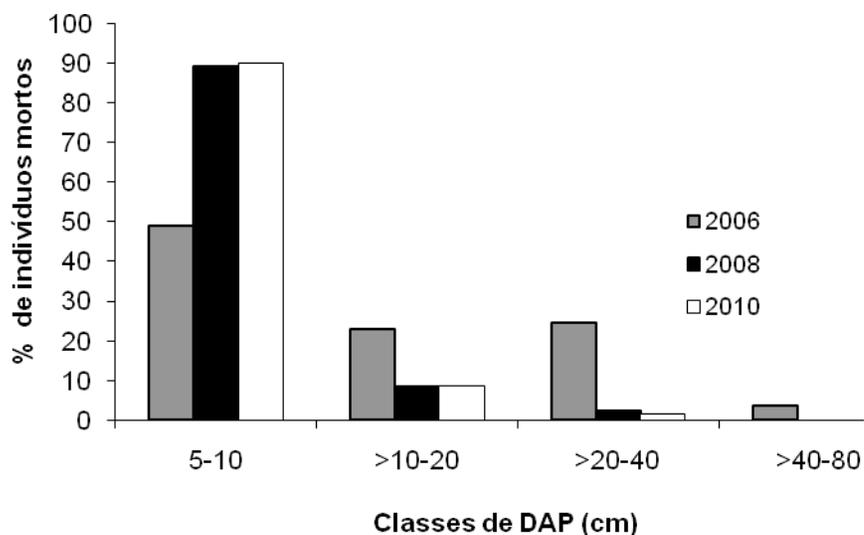


Figura 12 - Distribuição de freqüência das classes de diâmetro dos indivíduos mortos amostrados com DAP > 4,78 cm, na Floresta Paludosa de Bauru/SP, nos anos de 2006, 2008 e 2010

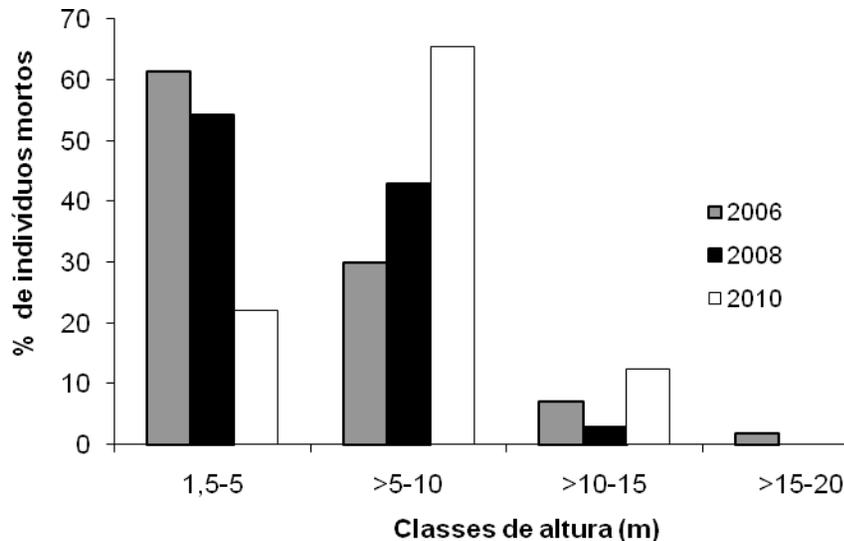


Figura 13 - Distribuição de freqüência das classes de altura dos indivíduos mortos amostrados com DAP > 4,78 cm, na Floresta Paludosa de Bauru/SP, nos anos de 2006, 2008 e 2010

A análise de variância para as médias de altura e DAP da comunidade paludícola mostra um incremento significativo ($F = 10,29$, $p < 0,0001$) para DAP entre os anos de 2006 e 2010, e também para altura entre as três amostragens ($F = 77,70$, $p < 0,0001$).

Durante o período de estudo foi observada a tendência no declínio do número de árvores e o crescimento em altura e área basal dos indivíduos. Essa tendência é reforçada pelo fato de a proporção de indivíduos mortos serem superior à de indivíduos recrutados. O aumento ou manutenção da área basal e a redução no número de indivíduos em florestas tropicais indicam uma comunidade em recuperação pós-distúrbio e estágio avançado de sucessão (HIGUCHI et al., 2008; PHILLIPS et al., 2002). No entanto, este estudo mostra que em áreas sobre forte estresse por saturação hídrica, como da floresta estudada, as dinâmicas de crescimento, mortalidade e recrutamento são diferentes das outras formações florestais, indicando vantagens competitivas às espécies mais adaptadas.

Tais valores se refletem também nas taxas de mortalidade ($m = 1,84 \text{ \% ano}^{-1}$), taxa de recrutamento ($i = 0,49 \text{ \% ano}^{-1}$) e na taxa de crescimento (*turnover*) ($r = -1,34 \text{ \% ano}^{-1}$) de acordo com a equação 3 de Sheil et al. (1995) e recrutamento de $1,17 \text{ \% ano}^{-1}$ conforme equação 4 de Phillips e Gentry (1994).

Em florestas tropicais, a variabilidade do regime hídrico pode provocar alterações nas taxas de crescimento arbóreo, já que nestas florestas a precipitação é a maior fonte de umidade no solo para a vegetação. A deficiência de água no solo leva a gradual diminuição da fotossíntese pelo fechamento dos estômatos, e conseqüentemente, à maior resistência a fixação do CO₂ (OLIVEIRA; JOLY, 2010).

Os valores de mortalidade, recrutamento e crescimento da comunidade encontrados neste trabalho, quando comparados com outras formações vegetais como Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa, Cerrado *Strictu Sensu* e Floresta de Galeria, chamam a atenção por serem os menores, valores principalmente de recrutamento e crescimento, entre as 28 florestas comparadas (Tabela 4). A taxa de mortalidade para o período avaliado ($m = 1,84 \% \text{ ano}^{-1}$) se manteve próxima aos valores descritos por Phillips (1996) quando comparou outros 64 trabalhos em floresta tropicais e sub-tropicais. Destes, 50% dos valores ficaram entre 1,13% e 10% de mortalidade ao ano. Outros trabalhos com baixos índices de crescimento foram descritos em florestas em estado de reestruturação pós distúrbio recente (FARAH, 2009; MANZATTO, 2005). Esses valores se refletem nas altas taxas de meia vida da FPUBA ($t_{1/2} = 37,3$ anos), e no tempo para dobrar o número de indivíduos da comunidade ($t_2 = 140$ anos), um dos maiores valor já encontrado.

Já era esperado que as Florestas Paludosas tivessem dinâmica diferente das formações mais secas, e aqui fica evidente que a comunidade estudada mostrou-se pouco dinâmica no intervalo considerado (cinco anos) e em comparação com outras formações.

Lieberman e Lieberman (1987) em avaliação após 13 anos realizada em floresta tropical úmida da Costa Rica, onde a precipitação anual média é de 4.000 mm, também encontrou evidências de uma floresta com dinâmica mais lenta. A taxa de mortalidade e também de recrutamento para a floresta úmida da Costa Rica foi de aproximadamente $2\% \text{ ano}^{-1}$, e o tempo de meia vida descrito pelos autores para essa formação foi de 34,2 anos. Assim como neste trabalho, foi evidenciada a influência da alta umidade no aumento da mortalidade, no estabelecimento e sucessão das espécies.

Tabela 4 - Taxas de mortalidade, recrutamento e *turnover* de outros estudos realizados em florestas tropicais. FP = Floresta Paludosa, C/SS = Cerrado *Stricto Sensu*, FES = Floresta Estacional Semidecidual, FODM = Floresta Ombrófila Densa Montana, FG = Floresta de Galeria. A tabela foi ordenada por ordem decrescente de valor do primeiro *Turnover* (SHEIL et al., 1995)

País	Tipo de formação	<i>m</i> (%ano ⁻¹)	<i>r</i> (%ano-1)	<i>Turnover</i> *	<i>Turnover</i> **	Referência
Brasil	FODM	1,67	3,46	1,79	2,57	Gomes et al, 2003
Malásia	FES	1,16	2,88	1,72	2,02	Condit et al., 1999
Guiana						
Francesa	FOD	1,00	2,58	1,58	1,79	Lewis et al., 2004
Malásia	FES	1,48	2,83	1,35	2,16	Condit et al., 1999
Brasil	FES	2,33	3,67	1,34	3,00	Barreto, 2009
Malásia	FES	1,60	2,79	1,19	2,20	Condit et al., 1999
Brasil	C/SS	4,90	5,90	1,00	5,40	Aquino et al, 2007
Malásia	FOD	1,39	2,34	0,95	1,87	Newbery et al., 1999
Uganda	FOD	0,70	1,40	0,7	1,05	Taylor et al, 1996
Panamá	FES	1,98	2,58	0,60	2,28	Condit et al., 1999
Panamá	FES	1,89	2,48	0,59	2,19	Condit et al., 1999
Brasil	C/SS	2,70	3,20	0,50	2,95	Aquino et al, 2007
Panamá	FES	2,26	2,66	0,40	2,46	Condit et al., 1999
Panamá	FES	2,75	3,08	0,33	2,92	Condit et al., 1999
Países Amazonicos (leste e central)		1,16	1,23	0,21	2,14	Phillips et al, 2004
Países Amazonicos (oeste e sul)		2,03	2,24	0,21	2,14	Phillips et al, 2004
Países Amazonicos (solos pobres)		1,16	1,26	0,18	2,21	Phillips et al, 2004
Países Amazonicos (Pan Amazonia)		1,58	1,70	0,12	1,64	Phillips et al, 2004
Países Amazonicos (clima sazonal)		2,04	2,12	0,10	1,21	Phillips et al, 2004
Uganda	FOD	1,00	1,10	0,10	1,05	Taylor et al, 1996
Brasil	FG	2,10	2,20	0,10	2,15	Van den Berg, 2001
Países Amazonicos (solos férteis)		2,12	2,30	0,07	1,20	Phillips et al, 2004
Costa Rica	FOD	2,03	2,01	-0,02	2,02	Liberman; Liberman, 1987
Uganda	FOD	1,10	0,80	-0,3	0,95	Taylor et al, 1996
Brasil	FES	1,80	1,40	-0,4	1,6	Higuchi et al, 2008
Brasil	FES	2,50	1,80	-0,70	2,15	Oliveira Filho et al, 2007
Brasil	FP	1,84	0,49	-1,35	1,16	Presente estudo
Brasil	FES	5,56	2,76	-2,80	4,16	Farah, 2009

* valores de *turnover* conforme metodologia sugerida por Sheil et al.(1995): $Turnover = (\text{recrutamento} - \text{mortalidade})$.

** valores de *turnover* conforme metodologia sugerida por Phillip's; Gentry (1994): $Turnover = [(\text{recrutamento} + \text{mortalidade})/2]$.

A diminuição em 3% na média de densidade populacional e o aumento em 5% da média de área basal desta floresta indicam um possível raleamento competitivo, descrito por alguns autores como sendo provocado pelo recrutamento concentrado em alguns períodos curtos de tempo, ocorrido há algumas décadas. As espécies mais numerosas se estabeleceram de forma maciça e atingiram seus níveis máximos de densidade e área basal e então entraram em competição e declínio (ARSENEAULT; SIROIS, 2004; GUTIERREZ et al., 2004; BAKER et al., 2005; POLLMANN, 2005). Fonseca e Rodrigues (2000), em trabalho realizado em Floresta Estacional Semidecidual em Botucatu/SP chamaram a diminuição da densidade de indivíduos de um estado de “construção” para um de “destruição”.

Em outro caso, a densidade de indivíduos arbóreos de uma Floresta Estacional Semidecidual em Campinas variou de 654,29 ind.ha⁻¹ a 1.297,14 ind.ha⁻¹, sendo a área menos densa a considerada mais madura pelo autor (GANDOLFI, 2000). Diante disso, e tendo em vista que a Floresta Paludosa estudada é uma das mais densas se comparada com os trabalhos de mesma formação vegetal (Tabela 5), a queda na densidade populacional de 6.022 ind.ha⁻¹ para 5.852 ind.ha⁻¹ não pode ser considerado um estado de destruição, mas talvez um raleamento competitivo.

Tabela 5 - Alguns parâmetros fitossociológicos, critério de inclusão dos indivíduos arbustivo-arbóreo e área de amostragem das Florestas Paludosas comparadas no estado de São Paulo. Os critérios de inclusão das espécies foram convertidos para PAP nos trabalhos onde eram DAP para facilitar a comparação. A ordenação da tabela foi feita por critérios de inclusão e posteriormente por ordem decrescente de densidade

Município	Autor	Critério de inclusão	Amostragem (ha)	Diversidade (H')	Densidade (ind. ha ⁻¹)
Itirapina	Teixeira (2008)	PAP _≥ 10cm	0,6	2,39	8.540
Campinas	Toniato et al (1998)	PAP _≥ 10cm	0,2	2,8	4.775
Jeriquara	Teixeira (2008)	PAP _≥ 10cm	0,6	2,81	4.275
Cristais Paulista	Teixeira (2008)	PAP _≥ 10cm	0,6	2,71	3.393
Campinas	Torres et al (1994)	PAP _≥ 15cm	0,87	2,45	1.074
Bauru	Carboni (2010)	PAP_≥15cm	0,27	2,53	5.852
Agudos	Paschoal; Cavassan (1999)	PAP _≥ 15cm	0,22	2,6	5.073
Rio Claro	Teixeira (2004)	PAP _≥ 15cm	0,45	2,1	3.669
Brotas	Costa et al (1997)	PAP _≥ 15cm	0,2	2,52	2.680
Agudos	Paschoal (2004)	PAP _≥ 15cm	0,18	2,72	2.555
Brotas	Marques et al (2003)	PAP _≥ 15cm	0,36	2,81	2.042
Itatinga	Ivanauskas et al (1997)	PAP _≥ 15cm	1	2,75	1.310

Diferente do que relatado por Condit et al. (1995) para florestas tropicais onde a maior mortalidade de árvores se concentra nos períodos de seca, na Floresta Paludosa, verificou-se que a maior mortalidade de plântulas e adultas se dá nas épocas chuvosas. O número de indivíduos mortos em 2010 foi 3% superior aos mortos em 2008, e a precipitação acumulada em 2009, ano que antecederam a última amostragem foi 15% superior à registrada em 2007. A perturbação natural recorrente no período chuvoso onde o solo das Florestas Paludosas fica mais saturado a ponto de provocar o arraste de plântulas e o desenraizamento de indivíduos adultos, fato freqüente nestas formações, resulta em um constante estado de recuperação, que, como relatado por Gomes et al. (2003), Wernek e Francischinelli (2004) e Higuchi et al. (2008) em florestas secundárias com o mesmo padrão de mortalidade nas menores classes diamétricas, é indicativo de área em estado de recuperação, já que o esperado para florestas maduras é a mortalidade independente das classes de diâmetro (SWAINE et al., 1987).

Distúrbios como a queda de árvores mortas, a queda de partes de árvores ou mesmo o tombamento destas provocam distúrbios comuns e importantes para a manutenção de padrões e processos sucessionais em florestas (ARRIAGA, 2000; RUNKLE, 1990; VAN DER MEER, BONGERS, 1996; LIMA et al., 2008).

O desenraizamento de árvores está geralmente associado a fatores físicos que afetam a instabilidade da raiz como ventos, encostas íngremes, solos rasos, ou saturação do solo (SCHAETZL et al., 1989; GALE; HALL, 2001).

Martini et al. (2008) observaram maior mortalidade por desenraizamento de árvores em estudo realizado na Estação Ecológica de Caetetus. No entanto, houve um predomínio de árvores desenraizadas nas maiores classes de diâmetro e os indivíduos mais jovens tiveram predominantemente morte em pé, o que também aconteceu da Floresta Paludosa estudada. No entanto, no caso da FPUBA, apesar do tombamento de árvores jovens ser frequente, muitas vezes ele não leva a morte, e a maior parte (64% das mortes) foi representada por indivíduos mortos em pé.

Em condições de alagamento o solo torna-se hipóxico levando as raízes a uma condição de estresse, provocando alterações na respiração aeróbica (JOLY, 1994; MATSUI; TSUCHIYA, 2006), na fotossíntese de algumas partes da planta, na nutrição e podendo afetar o crescimento (MEDRI et al., 2002; PRYOR et al., 2006). Essas condições fazem com que as plantas respondam com maior ou menor eficiência, permitindo distinguir entre espécies tolerantes ou intolerantes ao alagamento (ARMSTRONG et al., 1994).

A morte de árvores provoca a abertura do dossel e a formação de clareiras, com isso, espera-se encontrar um incremento de indivíduos regenerantes, além do incremento dos valores de crescimento dos indivíduos sobreviventes (DENSLOW et al., 1990).

A formação de diferentes tamanhos de clareiras afeta a intensidade de entrada de luz no interior da floresta, contribuindo com a formação de gradientes de luz e formando nichos de regeneração diferenciados, favorecendo grupos de espécies especialistas na colonização deste gradiente (GRUBB, 1977; DENSLOW, 1980).

Mesmo a área das clareiras nesta floresta não tendo sido quantificada por não estar no escopo deste trabalho, pode-se observar que a maioria das árvores mortas não

provocou a abertura de grandes clareiras o que se justifica pelo fato citado anteriormente onde a maioria dos indivíduos mortos está nas menores classes de diâmetros e morreram em pé, dificultando a abertura de grandes clareiras (Figura 14).

Nem mesmo a queda de árvores com DAP ≥ 10 cm pode ser associada à abertura de clareiras, conforme observado também em outras florestas tropicais (POORE 1968, VAN DER MEER; BONGERS 1996; LIEBERMAN et al., 1985). A estimativa do tamanho das clareiras foi feita com base no tamanho das parcelas (100 m²), com isso, observou-se que as clareiras formadas por queda ou tombamento de árvores não ultrapassavam um terço do tamanho das parcelas, aproximadamente 35m².

A abertura de clareiras por deciduidade de espécies como ocorre na floresta estacional semidecidual (GANDOLFI et al., 2007) não foi observada na Floresta Paludosa. A espécie decídua *C. odorata*, que permanece caduca de maio a julho (Vide Capítulo 3), não foi responsável por aberturas no dossel por ser espécie emergente, com altura média de 16m, enquanto a altura do dossel dessa floresta tem em média 10m e permanece perene e abaixo da copa de *C. odorata*.

As parcelas que apresentavam as maiores clareira, mesmo que pequena como citadas acima, foram analisadas com relação à frequência de indivíduos próximos às clareiras. Essa verificação foi possível devido ao mapeamento dos indivíduos nas parcelas. *Cecropia pachystachya* e *Rapanea gardneriana* foram as únicas espécies que mostraram tendência a ocorrer em parcelas onde havia alguma abertura no dossel. Essas espécies também são frequentemente encontradas na borda do fragmento, área com grande incidência de luz tendo em vista que a vegetação do entorno é predominantemente campestre. Essas espécies já foram descritas em outros trabalhos como estando associada a áreas com maior incidência de luz (TEIXEIRA; ASSIS, 2009).

A



B



C



D



Figura 14 - Aspecto de algumas clareiras observadas na Floresta Paludosa de Bauru/SP em 2010. A e B, clareiras provocadas pela morte de árvores com DAP > 40cm. C e D, tombamento de árvores que provoca clareiras

2.3.5 Dinâmica de populações

De acordo com a Tabela 6, com relação ao crescimento em altura e DAP das 17 populações de dicotiledôneas em maior abundância na FPUBA, apenas *Calophyllum brasiliense* ($F = 4,13$, $p = 0,019$) e *Tapirira guianensis* ($F = 3,92$, $p = 0,02$) tiveram incremento significativo em médias de DAP durante os cinco anos de amostragem. As

duas espécies tiveram a média de crescimento significativo entre os anos de 2006 e 2010, e 2008 e 2010. Já para os valores de média em altura, as espécies que tiveram aumento estatisticamente significativo foram: *Calophyllum brasiliense* ($F = 72,23$; $p = < 0,0001$), *Cecropia pachystachya* ($F = 7,06$; $p = 0,002$), *Cedrela odorata* ($F = 3,66$; $p = 0,03$); *Magnolia ovata* ($F = 11,48$; $p < 0,0001$); *Protium spruceanum* ($F = 12,85$; $p < 0,0001$); *Rapanea gardneriana* ($F = 4,9$; $p = 0,01$); *Styrax pohli* ($F = 5,57$; $p = 0,008$); *Tapirira guianensis* ($F = 53,54$; $p < 0,0001$); *Xylopia emarginata* ($F = 23,65$; $p < 0,0001$).

Teixeira e Assis (2011) analisaram 20 Florestas Paludosas do Sudeste e Centro-Oeste do Brasil e concluíram que essas florestas têm em comum, além do ambiente paludoso e da baixa diversidade de espécies com elevadas densidades locais, a ocorrência das espécies: *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia pachystachya*, *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum* e *Tapirira guianensis*. Algumas espécies tolerantes a saturação de água no solo, mostraram-se mais importantes na província Paranaense, como a espécie *Syrax pohlii*, e outras foram mais presentes em formações na província do Cerrado, como *Xylopia emarginata*.

Segundo a riqueza em espécies observada na FPUBA, esta formação mostrou-se típica de área paludosa com forte influência do Cerrado, matriz vegetacional do entorno, mas também influenciada pelos fragmentos de floresta estacional, também presentes na área e comuns à província paranaense.

Calophyllum brasiliense foi a espécie com maior incremento em todos os índices estudados. Esta espécie é uma especialista em ambientes inundáveis e prospera em áreas com condições extremas onde o longo período de alagamento assegura que apenas algumas espécies bem adaptadas são capazes de sobreviver (MARQUES; JOLY, 2000; OLIVEIRA; JOLY, 2010).

Sempre associada a áreas alagáveis e dentre as espécies típicas de ambientes inundáveis, *C. brasiliense* é uma das espécies arbóreas com maior amplitude de distribuição, ocorrendo desde a América Central até o Litoral Sul do Brasil, na Floresta Amazônica, Floresta Atlântica e de Restinga e em Florestas de Galeria do interior do país, (REITZ et al., 1978, SCHIAVINI, 1992, OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 1995).

T. guianensis (OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995) e *Protium heptaphyllum* também já foram descritas como sendo de ampla distribuição no Brasil sendo freqüentes tanto em solos inundáveis quanto em solos bem drenados com entorno de Cerrado (WALTER; RIBEIRO, 1997). Entretanto, o alagamento por mais de 60 dessas espécies pode levar a danos no sistema radículas das plantas (LOBO-FARIA, 1998).

Tabela 6 - Diâmetro médio (cm) e Altura média (m) para três avaliações para as espécies com maior densidade ao longo de 5 anos de amostragem na Floresta Paludosa de Bauru/SP. Estatística= valor F (ANOVA), * = valores significativos a 5%. Letras sobrescritas diferentes indicam diferenças (P< 0,05) indicadas pelo teste de Tukey para ANOVA. Ordenação da tabela em ordem decrescente de valor de *p* para média de DAP

Espécies	Média DAP					Média Altura				
	2006	2008	2010	Estatística	p valor	2006	2008	2010	Estatística	p valor
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	8,72 ^B	9,23A ^B	9,51 ^A	4,13	0,0197*	8,82 ^C	10,42 ^B	11,57 ^A	72,23	<0,0001*
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	8,28 ^B	9,16 ^{AB}	10,24 ^A	3,92	0,02*	8,89 ^C	10,82 ^B	13,04 ^A	53,54	<0,0001*
<i>Ficus insipida</i> Willd.	7,32 ^A	7,48 ^A	7,48 ^A	0,01	0,98	7,00 ^A	8,00 ^A	7,75 ^A	2,6	0,22
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	12,04 ^A	12,52 ^A	12,31 ^A	0,04	0,96	8,75 ^A	10,35 ^A	12,24 ^A	12,85	<0,0001*
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	7,27 ^A	7,65 ^A	7,50 ^A	0,13	0,87	6,88 ^A	7,73 ^A	7,95 ^A	2,31	0,1
<i>Ficus obtusiuscula</i> (Miq.) Miq.	7,87 ^A	8,61 ^A	8,95 ^A	0,19	0,83	6,91 ^A	8,18 ^A	9,56 ^A	0,76	0,49
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	7,07 ^A	7,14 ^A	7,66 ^A	0,2	0,82	5,48 ^A	5,98 ^A	6,81 ^A	0,4	0,67
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	5,09 ^A	5,09 ^A	4,93 ^A	0,25	0,81	6,00 ^B	6,50 ^A	6,00 ^B	infy	<0,0001*
<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	8,13 ^A	8,51 ^A	8,90 ^A	0,21	0,81	7,44 ^B	8,82 ^{AB}	9,65 ^A	4,9	0,01*
<i>Eugenia florida</i> DC.	5,88 ^A	6,68 ^A	7,16 ^A	0,25	0,79	8,25 ^A	8,25 ^A	8,5 ^A	0	0,99
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.- Hil.) Spreng.	9,44 ^A	9,85 ^A	9,96 ^A	0,31	0,73	8,75 ^B	9,81 ^A	10,74 ^A	11,48	<0,0001*
<i>Cedrela odorata</i> L.	22,21 ^A	23,54 ^A	26,81 ^A	0,32	0,72	13,54 ^B	15,28 ^{AB}	17,36 ^A	3,66	0,03*
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi.	8,95 ^A	11,45 ^A	17,82 ^A	0,48	0,67	10,25 ^A	11,00 ^A	17,00 ^A	1,57	0,38
<i>Psychotria mapourioides</i> DC.	5,33 ^A	5,25 ^A	6,04 ^A	1,18	0,41	5,00 ^A	5,50 ^A	8,25 ^A	1,14	0,42
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	8,44 ^A	8,89 ^A	9,95 ^A	1,03	0,36	8,72 ^B	9,55 ^B	12,29 ^A	7,06	0,002*
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	9,22 ^A	9,88 ^A	10,28 ^A	1,04	0,35	10,02 ^C	11,98 ^B	13,10 ^A	23,65	<0,0001*
<i>Styrax pohlii</i> A.DC.	7,66 ^A	7,95 ^A	8,75 ^A	1,09	0,34	8,83 ^B	9,85 ^{AB}	10,97 ^A	5,57	0,008*
<i>Ilex brasiliensis</i> (Spreng.) Loes.	6,68 ^A	7,20 ^A	7,32 ^A	1,52	0,26	8,75 ^A	9,10 ^A	10,00 ^A	0,33	0,73

Apenas *D.cuneatus* e *X. emarginata* tiveram taxa de recrutamento superiores às taxas de mortalidade, o que poderia indicar o crescimento dessas populações (Tabela 7).

As altas taxas de mortalidade e recrutamento de algumas espécies como *C. odorata*, *M. ovata*, *P.spruceanum*, *T.guianensis*, *C. pachystachya* e *S.pholii* indicam maior dinamismo dessas populações se comparadas com as outras espécies.

C. pachystachya teve o maior declínio entre as espécies analisadas, como resultado de alta mortalidade nesta população (13,86% ano⁻¹). Segundo Lieberman et al. (1990), altas taxas de mortalidade e recrutamento, com baixo crescimento populacional, indicam espécies pioneiras.

No entanto, o sucesso na manutenção das populações da floresta estudada não pode ser atribuído apenas as taxas de mortalidade, ingresso e crescimento dos indivíduos. A dinâmica reprodutiva e de crescimento das plântulas que envolvem a fenologia, dispersão, germinação e estabelecimento dos indivíduos, podem estar envolvidas na alta frequência dessas populações na Floresta Paludosa e para responder essa questão serão necessárias avaliações em períodos maiores do que os amostrados neste trabalho.

Tabela 7 - Parâmetros da dinâmica das dez populações mais abundantes da Floresta Paludosa de Bauru/SP, durante cinco anos de avaliação. *m* = mortalidade conforme equação (1); *i* = recrutamento conforme equação (2); *r* = crescimento conforme equação (3)

Espécies	nº de vivas	<i>m</i> (% ano⁻¹)	nº de mortas	<i>i</i> (% ano⁻¹)	nº de ingresso	<i>r</i> (% ano⁻¹)
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	685	1,18	40	0,74	25	-0,43
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	14	13,86	12	3,08	1	-10,78
<i>Cedrela odorata</i> L.	28	3,29	5	0	0	-3,29
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	49	1,29	3	1,7	4	0,41*
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	285	3,22	47	1,16	15	-2,07
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	79	1,64	6	2,42	9	-4,06
<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	14	0,18	14	0	0	-0,18
<i>Styrax pohlii</i> A.DC.	29	4,46	7	0,7	1	-3,76
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	94	3,65	18	0,87	3	-2,78
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	157	1,13	8	2,58	19	1,45*

2.3.6 Análise de correlação

A análise de correspondência canônica (CCA), Tabela 8, entre os valores de abundância das espécies e as variáveis ambientais mais importantes gerou autovalores baixos para os dois primeiros eixos de ordenação ($< 0,5$), indicando que a maioria das espécies está distribuída por todo o gradiente (TER BRAAK, 1995). O teste de permutação de Monte Carlo corroborou com esse resultado, pois demonstrou valores não significativos tanto para os autovalores dos eixos sumarizados ($p = 0,096$), quanto para a correlação das matrizes de variáveis ambientais e abundância das espécies ($p = 0,181$). Assumimos, portanto a hipótese inicial, que não existe relação linear entre as matrizes. De fato a porcentagem da variação dos dados explicada pelos dois eixos foi baixa (55%), sendo que valores baixos são comuns em dados de vegetação (TER BRAAK, 1988). Esses resultados indicam que a abundância das espécies não apresenta uma nítida relação com as variáveis ambientais coletadas.

Tabela 8 - Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA) da abundância das espécies (>9 indivíduos) em 14 parcelas na Floresta Paludosa de Bauru/SP em 2006

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	0,185	0,082
Variância dos dados de espécie (%):		
(%) variância explicada	38,2	17
(%) cumulativa variância explicada	38,2	55,2
Significância para o teste de Monte Carlo ¹ :		
para os autovalores ²	0,096	
para as correlações espécie-ambiente ³	0,18	

¹ O teste de Monte Carlo foi aplicado somente ao Eixo 1, pois os eixos subsequentes são dependentes do primeiro.

² Proporção de análises aleatórias com autovalores > autovalores observados.

³ Proporção de análises aleatórias com correlação espécie-ambiente > à observada.

As correlações de Spearman entre a ocorrência das espécies com maior abundância nas parcelas, o número de indivíduos por hectare, a média de altura e a área basal desses indivíduos, e as variáveis de macronutrientes do solo e nível do lençol freático foram apresentadas na Tabela 9, onde estão apresentados os coeficientes de correlação das variáveis estatisticamente significativas.

Para essa correlação algumas variáveis ambientais apresentaram correlações tanto negativas quanto positivas com as 10 espécies analisadas. As variáveis

correlacionadas foram: PH, Matéria Orgânica (MO), Acidez potencial (H+AL), Altura do Lençol Freático (Alt Len), Potássio (K) e CTC = capacidade de troca catiônica nas duas profundidades: de 0-20cm e de 20-40cm.

Desta forma *Tapirira guianensis* pode ser associada a sítios mais encharcados enquanto *Xylopia emarginata* mostrou-se relacionada com sítios mais secos nesta formação estudada. Resultados contrários a esse foram descritos em outros trabalhos onde *T. guianensis* foi associada a solos mais bem drenados e *X. emarginata* a solos menos drenados (TEIXEIRA; ASSIS, 2009; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2006), mais uma evidência da pouca variação ambiental a que está submetida a floresta de Bauru.

Diferente do que descreveram alguns autores para florestas tropicais com diferenças no gradiente de umidade estudado (VAN DEN BERG; OLIVIERA FILHO, 1999; OLIVEIRA FILHO et al., 1994, 1997; SCHIAVINI, 1997), nesta Floresta Paludosa, o regime de água no solo não é o principal fator associado a distribuição das espécies arbóreas na área, pois não foi encontrada uma forte correlação entre as espécies e a saturação hídrica do solo. Neste caso, as espécies que ocupam esta Floresta Paludosa são tolerantes e adaptadas as variações de fertilidade e encharcamento, e não se mostraram mais adaptadas a uma ou outra variação estudada.

De maneira geral, a maior fertilidade do solo representada pelas concentrações de matéria orgânica, soma de bases, capacidade de troca catiônica não foram representativas para a densidade e desenvolvimento em altura e área basal das principais espécies. *Calophyllum brasiliense* mostrou significativa relação com acidez potencial representada por altas concentrações de hidrogênio mais alumínio no solo.

Teixeira et al. (2008) analisaram a ocorrência de espécies em diferentes gradientes de encharcamento do solo em uma Floresta Paludosa em Rio Claro/SP. Neste trabalho foram encontradas diferenças significativas na ocorrência de espécies associadas a solos permanentemente encharcados, solos bem drenados, com encharcamento apenas na estação chuvosa e espécies que ocorrem em todo o gradiente. Neste estudo *Calophyllum brasiliense*, *Magnolia ovata* e *Dendropanax cuneatus*, também presentes na FPUBA, foram espécies encontradas em abundância em toda floresta independente do gradiente. *Cedrela odorata* que na floresta de Rio Claro foi associada a solos poucos drenados e ácidos, na floresta de Bauru não teve

essa relação, mas mostrou correlação negativa de área basal em solos pouco drenados.

A heterogeneidade na estrutura e composição florística de Florestas Paludosas pode variar em poucas centenas de metros e está associada principalmente a fatores do substrato (TEIXEIRA; ASSIS, 2007), no caso da FPUBA não foi evidente. Isso se deve ao pequeno tamanho do fragmento (2,3ha) e a pouca variação do substrato. A variação na altura do lençol freático e a na fertilidade do solo nas 27 parcelas amostradas não foram suficientes para alterar de forma significativa a ocorrência das espécies.

Souza et al. (2003), e Kent e Coker (1992) já alertaram para a dificuldade em definir interações de espécies com interações ambientais. Essas podem ser informações pontuais e meramente exploratórias, podendo apenas direcionar outros estudos, mas não são conclusivas.

Tabela 9 - Coeficientes de correlação de Spearman com sua significância e as seis variáveis de macronutrientes de solo usadas para as espécies mais abundantes da FPUBA. As variáveis de macronutrientes de solo não acompanhadas de número foram amostradas na profundidade de 0a20cm e as variáveis acompanhadas do número 2, foram amostradas na segunda profundidade, de 20 a 40 cm. CBRA = *Calophyllum brasiliense*; CPAC = *Cecropia pachystachya*; CODO = *Cedrela odorata*; DCUN = *Dendropanax cuneatus*; MOVA = *Magnolia ovata*; PSPR = *Protium spruceanum*; RGAR = *Rapania gardneriana*; SPOH = *Styrax pohlii*; TGUI = *Tapirira guianensis*; XEMA = *Xylopia emarginata*. M-alt = Média de altura; AB-ha = Área basal por hectare; N-ha = número de indivíduos por hectare

Espécie	Variável	PH	PH2	MO	MO2	H+AL	H+AL2	Alt Len	k	k2	CTC	CTC2
CBRA	M-alt	-0,63*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB-ha	-	-	-	-	0,56*	0,56*	-	-	-	-	-
	N-ha	-	-	-	-	0,56*	0,53*	-	-	-	-	-
CPAC	M-alt	-	-	-0,93**	-0,84*	-	-	-	-	-0,84*	-	-
	AB-ha	-	-	-	-0,82*	-	-	-	-	-0,82*	-	-0,88*
	N-ha	-	-	-	-	-	-0,87*	-	0,87*	-	-	-
CODO	M-alt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB-ha	-	-	-	-	-	-	-0,52*	-	-	-	-
	N-ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DCUN	M-alt	-	-	-0,63*	-	-	-	-	-0,64*	-	-	-
	AB-ha	0,67*	-	-	-	-	-	-0,49*	-	-	-	-
	N-ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOVA	M-alt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB-ha	-	-	-	-	-0,59*	-	-	-	-	-0,74**	-
	N-ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,68**	-
PSPR	M-alt	-	-0,64*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB-ha	-	0,75*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N-ha	-	0,77**	-	-	-	-0,71*	-	-	-	-	-
RGAR	M-alt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB-ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88*	-
	N-ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPOH	M-alt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB-ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N-ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TGUI	M-alt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB-ha	-	-	-	0,79**	-	-	0,64**	-	0,64*	-	-
	N-ha	-	-	-	-	-	-	0,49*	-	-	-	-
XEMA	M-alt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AB-ha	-	-	-	-	-	-	-0,45*	-	-	-	-
	N-ha	-	-	-0,62*	-	-	-	-0,44*	-0,64*	-	-	-

*, P < 0,05; **, P < 0,01; -, não significativo.

2.4 Considerações Finais

A Floresta Paludosa de Bauru/SP apresenta considerável homogeneidade ambiental condicionada, principalmente, pela saturação hídrica em todo fragmento e pelas propriedades do solo que tiveram pouca variação no trecho estudado da floresta. Esta homogeneidade ambiental possivelmente reflete-se na baixa diversidade de espécies, e na abundância das mesmas. As diferenças de umidade do solo nas regiões mais saturadas, a montante do Córrego Vargem Limpa, e das regiões menos saturadas, a jusante do córrego, não foram suficientemente variáveis para refletir na distribuição das espécies. Bem como as variações nas concentrações de macronutrientes do solo. As espécies adaptadas a essas condições são tolerantes as variações ambientais.

Apesar das principais espécies encontradas nesse fragmento estarem bem distribuídas em toda floresta, a abundância dessas populações não é a mesma, o que indica que em algum processo da dinâmica dessas espécies algumas tiveram mais sucesso do que outras. Talvez o estudo da ecologia reprodutiva dessas populações possa elucidar essa questão.

O estudo da dinâmica temporal da FPUBA retratou poucas alterações estruturais na comunidade. A baixa taxa de recrutamento e alta mortalidade indicam um ambiente em constante estado de recuperação após a perturbação provocada pelas cheias anuais, quando ocorre maior mortalidade de indivíduos. A diminuição na densidade dessa formação demonstra o raleamento natural que seleciona os indivíduos mais adaptados ao encharcamento permanente. Mas apesar do raleamento que indica uma diminuição na densidade florestal, tal densidade e a área basal da floresta permanecem altas.

O significativo desenvolvimento em altura das espécies, superior ao desenvolvimento em área basal, evidencia a competitividade por luz, comum em área com alta densidade populacional como na floresta estudada, independente da ocorrência de clareiras que não foram observadas em grandes áreas neste estudo.

Não foram encontradas evidências de relação da ocorrência de espécies e variáveis ambientais como altura do lençol freático e macronutrientes do solo. As espécies mais freqüentes nesse estudo são também as mais freqüentes em outras florestas paludosas localizadas na província do Cerrado.

Calophyllum brasiliense, *Cecropia pachystachya*, *Dendropanax cuneatus*, *Guarea macrophylla*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum*, *Tapirira guianensis*, *Syrax pohlii* e *Xylopia emarginata* apesar da taxa de crescimento (*turnover*) só ter sido positiva para *D.cuneatus* e *X. emarginata*, apresentaram incremento em altura e área basal ao longo dos cinco anos de avaliação. Mais uma evidência do bom estado de conservação dessa floresta e alta adaptação dessas espécies ao ambiente.

Essas espécies foram consideradas estruturadoras da floresta, pois são responsáveis por 90,6% de toda densidade e são as formadoras do dossel. As outras 17 espécies amostradas possuem ocorrência rara se comparadas com as primeiras e refletem a influência florística da formação do entorno.

A pouca alteração estrutural sofrida pela FPUBA ao longo de cinco anos e a evidência da lenta dinâmica da comunidade se comparada com outras formações, pode se refletir também em longos períodos para se regenerar após distúrbios naturais ou antrópicos. Assim, fazem-se necessários estudos com períodos maiores de acompanhamento e pesquisas sobre restauração dessas áreas tão ameaçadas.

Referências

AQUINO, F.G.; WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Woody community dynamics in two fragments of “cerrado” strict sensu over a seven-year period (1995-2002), MA, Brazil.

Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v.30, n.1, p. 113-121, 2007.

ARMSTRONG, W.; BRAENDLE, R.; JACKSON, M.B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, Amsterdam, v. 43, p. 307-358, 1994.

ARRIAGA, L. Types and causes of tree mortality in a tropical montane cloud forest of Tamaulipas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 16, p. 623–636, 2000.

ARSENEAULT, D.; SIROIS, L. The millennial dynamics of a boreal forest stand from buried trees. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 92, p. 490-504, 2004.

BAKER, P.J.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; OLIVER, C.D.; ASHTON, P.S. Disturbance history and historical stand dynamics of a seasonal tropical forest in western Thailand. **Ecological Monographs**, Durham, v. 5, n. 3, p. 317-343, 2005.

BARDDAL, M.L. **Aspectos florísticos e fitossociológicos do componente arbóreoarbustivo de uma floresta ombrófila mista aluvial - Araucária, PR.** 2002.

89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Paraná, Curitiba, 2002.

_____. **A influência da saturação hídrica na distribuição de oito espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Aluvial d'ô Rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** 2006. 115 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BARRETO, T.E. **Dinâmica de 10,24 ha de um trecho de floresta estacional semidecidual, Gália – Avilândia, SP, Brasil.** 2009, 56 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

BERTANI, D.F.; RODRIGUES, R.R.; BATISTA, J.L.F.; SHEPHERD, G.J. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n.1, p. 11-23, 2001.

CARBONI, M. **Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecídua ribeirinha com influência fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru – SP.** 2007. 118 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

CLARK, D.B., PALMER, M.W.; CLARK, D.A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. **Ecology**, Tempe, v. 80, p. 2662-2675, 1999.

CONDIT, R. Research in large, long-term tropical forest plots. **Tree**, Victoria, v. 10, n. 1, p. 18-22, 1995.

CONDIT, R.; ASHTON, P.S.; MANOKARAN, N.; LAFRANFIE, J.V.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Dynamics of the forest communities at Pasoh and Barro Colorado: comparing two 50-ha plots. **Philosophical Transaction of the Royal Society of London**, London, v. 354, p. 1739-1748, 1999.

DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rainforest trees. **Biotropica**, Washington, v. 12, p. 47–55, 1980.

DENSLOW, J.S.; SCHULTZ, J.C., VITOUSEK, P. M.; STRAIN, B.R. Growth responses of tropical shrubs to treefall gap environments. **Ecology**, Tempe, v. 71, p. 165-179, 1990.

FARAH, R.T. **Vinte anos de dinâmica em um hectare de Floresta Estacional Semidecidual.** 2009. 130 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas, 2009.

FELFILI, J.M. Floristic composition and phytosociology of the gallery forest alongside the Gama stream in Brasília, DF, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-11, 1994.

FIGUEIREDO, J.C.; PAZ, R.S. Nova classificação climática e o aspecto climatológico da cidade de Bauru/São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15., 2010, Belém. **Clima e mudanças climáticas: anais...** Disponível em: <<http://www.cbmet2010.com/anais/1.html>>. Acesso em: 05 jul. 2011.

FIGUEIREDO, J.C.; SUGAHARA, S. Classificação climática e o aspecto climatológico da cidade de Bauru. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...**

FONSECA, R.C.B.; RODRIGUES, R.R. Structural analysis and aspects of the successional mosaic of a semi-deciduous forest, in Botucatu (São Paulo State, Brazil). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 57, p. 27-43, 2000.

GANDOLFI, S.; JOLY, C.A.; LEITÃO FILHO, H.F. Gaps of deciduousness: cyclical gaps in Tropical Forests. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 280-284, 2009.

GANDOLFI, S.; JOLY, C.A.; RODRIGUES, R.R. Permeability - impermeability: Canopy trees as biodiversity filters. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, p. 433-438, 2007.

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

GOMES, E.P.C.; MANTOVANI, W.; KAGEYAMA, P.Y. Mortality and recruitment of trees in a secondary montane rain forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 63, n. 1, p. 47-60, 2003.

GRUBB, P.J. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 52, p. 107-142, 1977.

GUTIÉRREZ, A.G.; ARMESTO, J.J.; ARAVENA, J.C. Disturbance and regeneration dynamics of an old-growth North Patagonian rain forest in Chiloe Island, Chile. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 92, p. 598-608, 2004.

HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; SILVA, A.C.; MACHADO, E.L.M.; SANTOS, R.M.; PIFANO, D.S. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, p. 417-426, 2008.

INSTITUTO PAULISTA DE METEOROLOGIA. UNESP – Campus de Bauru/SP. Estação Meteorológica Automática. Disponível em:< <http://www.ipmet.unesp.br/>>. Acesso em: 23 jul.2011.

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga - SP: florística, fitossociologia e seletividade das espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 139-153, 1997.

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

JOLY, C.A. Flooding tolerance: a re-interpretation of Crawford's metabolic theory. **Proceedings of the Royal Society of Edinburgh**, Edingurgh, v. 102B, p. 343-354, 1994.

KELLMAN, M.; TACKABERRY, R.; RIGG, L. Structure and function in two tropical gallery forest communities: implications for forest conservation in fragmented systems. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 35, p. 195-206, 1998.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis, a practical approach**. London: Belhaven, 1992. 363 p.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality in Amazonia Tropical rain-forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 5, n. 1, p. 77-86, 1994.

LAURENCE, W.F. Hyperdynamism in fragmented habitats. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 13, p. 595-602, 2002.

LEWIS, S.L.; PHILLIPS, O.L.; SHEIL, D.; VINCETI, B.; BAKER, T.R.; BROWN, S.; GRAHAM, A.W.; HIGUCHI, N.; HILBERT, D.W.; LAURENCE, W.F.; LEJOLY, J.; MALHI, Y.; MONTEAGUDO, A.; NÚÑEZ VARGAS, P.; SONK, B.; SUPARDI, M.N.N.; TERBORGH, J.W.; VÁSQUEZ MARTÍNEZ, R. Tropical forest tree mortality, recruitment na turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 92, p. 929-944, 2004.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, p. 347-358, 1987.

LIMA, R.A.F.; MARTINI, A.M.Z.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Repeated disturbances and canopy disturbance regime in a tropical semi-deciduous Forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 24, p. 85-93, 2008.

LOBO-FARIA, P.C. **Estratégias adaptativas de espécies arbóreas típicas de ambientes de solo hidricamente saturado: uma abordagem morfológica, bioquímica e ecofisiológica**. 1998. 148 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

MANZATTO, A.G. **Dinâmica da comunidade arbustivo-arbórea em um fragmento de floresta estacional semidicidua localizada no Município de Rio Claro, SP**,

durante o período de 1989-2003. 2005. 114 p. Tese - (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2005.

MARQUES, M.C.M.; JOLY, C.A. Aspectos da germinação e do crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de locais inundados. **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v. 14, p. 113–120, 2000.

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

MARTINI, A.M.Z.; LIMA, R.A.F.; FRANCO, G.A.D.C.; RODRIGUES, R.R. The need for full inventories of tree modes of disturbance to improve forest dynamics comprehension: An example from a semideciduous forest in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, p. 1479–1488, 2008.

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

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecídua no Município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 405-412, 1999.

MATSUI, T.; TSUCHIYA, T. Root aerobic respiration and growth characteristics of three *Typha* species in response to hypoxia. **Ecological Research**, Tokyo, v. 21, p. 470-475, 2006.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.10** MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, 2006.

MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; COLLI, S.; MULLER, C. Estudos sobre a tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A. (Ed.). **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina: Edição dos Editores, 2002. p. 133-172.

METZGER, J.P.; GOLDENBERG, R.; BERNACCI, L.C. Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófia semidecídua submontana do rio Jacaré-Pepira (SP). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 321-330, 1998.

NEVES, C. **Google Earth**. Disponível em: <<http://baixaki.ig.com.br/download/Google-Earth.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2006.

NEWBERY, D.M.; KENNEDY, D.N.; PETOL, G.H.; MADANI, L.; RIDSDALE, C.E. Primary forest dynamics in lowland dipterocarp forest at Danum Valley, Sabah,

Malaysia, and the role of the understorey. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences**, London, v.354, p. 1763-1782, 1999.

OLIVEIRA, V.C.; JOLY, C.A. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. **Trees**, Heidelberg, v. 24, p. 185–193, 2010.

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

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

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CURTI, N.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Flora**, Jena, v. 192, p. 47-64, 1997.

PASCHOAL, M.E.S. **Avaliação da capacidade de regeneração da vegetação natural em áreas de reflorestamento com espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, no município de Agudos (SP)**. 2004. 160 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

PASCHOAL, M.E.S.; CAVASSAN, O. A flora arbórea da mata de brejo do ribeirão do Pelintra, Agudos – SP. **Naturalia**, São Paulo, v. 24, p. 171-191, 1999.

PHILLIPS, O.L. The changing ecology of tropical forests. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 6, p. 291-311, 1997.

PHILLIPS, O.L.; GENTRY, A.H. Increasing turnover through time in tropical forests. **Science**, Washington, v. 263, p. 954-958, 1994.

PHILLIPS, O.P.; MALHI, Y.; VICENTI, B.; BAKER, T.; LEWIS, S.L.; HIGUCHI, N.; LAURANCE, W.F.; VARGAS, P.N.; MARTINEZ, R.V.; LAURANCE, S.; FERREIRA, L.V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. Changes in growth of tropical forests: Evaluating potential biases. **Ecological Applications**, Washington, v. 12, n. 2, p. 576-587, 2002.

PHILLIPS, O.L.; BAKER, T.R.; ARROYO, L., HIGUCHI, N., KILLEEN, T.J.; LAURANCE, W.F.; LEWIS, S.L.; LLOYD, J.; MALHI, Y.; MONTEAGUDO, A.; NEIL, D.A.; NUÑES VARGAS, P.; SILVA, J.N.M.; TERBORGH, J.; MARTÍNEZ, R.V.; ALEXIADES, M.; ALMEIDA, S.; BROWN, S.; CHAVE, J.; COMISKEY, J.A.; CZIMCZIK, C.I.; DI FIORE, A.; ERWIN, T.; KUEBLER, C.; LAURANCE, S.G.; NASCIMENTO, H.E.M.; OLIVIER, J.; PALCIOS, W.; PITIÑO, S.; PITMAN, N.C.A.; QUESADA, C.A.; SALDIAS, M., TORRES

LEZAMA, A.; VICENTI, B. Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences**, London, v. 359, p. 381-407, 2004.

POLLMANN, W. A long-term record of *Nothofagus* dominance in the southern Andes, Chile. **Austral Ecology**, Carlton, v. 30, p. 91-102, 2005.

POORE, M.D.E. Studies in the Malaysian rain forest: I. The forest on Triassic sediments in Jengka Forest Reserve. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 56, p. 143-196, 1968.

PRADO, H. **Manual de classificação dos solos do Brasil**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 218 p.

PRYOR, R.J.; DAVISON, N.J.; CLOSE, D.C. Waterlogging duration; Interspecific comparison of *Leptospermum scoparium* (Forst et Forst.f.), *Acacia melanoxylon* (R. Br.), *Nothofagus cunninghamii* (Hook.) and *Eucalyptus abliqua* (L'Herit). **Austral Ecology**, Carlton, v. 31, p. 408-416, 2006.

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

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

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. **Sellowia**, Florianópolis, v. 28, n. 30, p. 218-224, 1978.

RODRIGUES, R. R. **Análise de um Remanescente de Vegetação Natural às Margens do Rio Passa - Cinco, Ipeúna, SP**. 1991. 372 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

_____. Diversidade dinâmica e conservação em Florestas do Estado de São Paulo: 40ha de parcelas Permanentes. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 57., 2006, Gramado. **Os avanços da Botânica no início do século XXI: anais...** Porto Alegre : Sociedade Botânica do Brasil, 2006. v. 1, p. 354-558.

RUNKLE, J.R. Gap dynamics in na Ohio Acer-Fagus forest and speculation on the geography of disturbance. **Canadian Journal of Forest Research**. Ottawa, v. 20, p. 632-641, 1990.

SAMPAIO, A.B.; WALTER, B.M.T.; FELFILI, J.M. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 197-214, 2000.

SANTOS, F.A.M.; TAMASHIRO, J.Y.; RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G.J. The dynamics of tree population in a semideciduous forest at Santa Genebra reserve, Campinas, SE Brazil, **Supplement to Bulletin of the Ecology Society America**. Providence, 1996.

SCHIAVINI, I. **Estrutura das comunidades arbóreas de Mata de Galeria da Estação do Panga (Uberlândia, MG)**. 1992. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

_____. Environmental characterization and groups of species in gallery forests. In. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS, 1997, Brasília. **Proceedings...** Brasília: UnB, 1997. p. 107-113.

SHEIL, D.; MAY, R.M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, p. 91–100, 1996.

SHEIL, D.; BURSLEM, D.F.R.P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 83, p. 331-333, 1995.

SILVA, S.M.; SILVA, F.C.; VIEIRA, A.O.S.; NAKAJIMA, J.; PIMENTA, J.A.; COLLI, S. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do Rio Tibagi: 2. várzea do Rio Bitumirim, Município de Ipiranga, PR. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 191-198, 1992.

SILVA-JÚNIOR, M.C. Comparação entre Matas de Galeria no Distrito Federal e a efetividade do código florestal na proteção de sua diversidade arbórea. **Acta Botanica Brasileira**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 139-146, 2001.

SIZER, N.; TANNER, E.V.J. Response of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. **Biological Conservation**, Barking, v. 91, p. 135-142, 1999.

SOUZA, A.F. **Aspectos da dinâmica populacional de uma palmeira clonal na floresta paludícola da Reserva Municipal de Santa Genebra (Campinas – SP)**. 2004. 177 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

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

SOUZA, S.G.A. **Produção e decomposição de serapilheira de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, rio Barigui, Araucária, PR**. 2003. 127 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

SPINA, A.P.; FERREIRA, W.M.; LEITÃO-FILHO, H.F. Floração, frutificação e síndrome de dispersão de uma comunidade de brejo na região de Campinas (SP). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n.3, p 349-368, 2001.

SWAINE, M.D. Rainfall and soil fertility as factors limiting forest species distribution in Ghana. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84 p. 419-428, 1996.

SWAINE, M.D.; HALL, J.B. The mosaic theory of forest regeneration and determination of forest composition in Ghana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 4, p. 253-269, 1988.

SWAINE, M.D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F.E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, n. 4, p. 359-366, 1987.

TAKYU, M.; AIBA, S.I.; KITAYAMA, K. Effects of topography on tropical lower montane under different geological conditions on Mount Kinabalu, Borneo. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 159, p. 35-49, 2002.

TAYLOR, D.; HAMILTON, A.C.; WYATT, D.; BUKENYA, R.; MUCUNGUZI, P. Stand dynamics in Mpanga Research Forest Reserve, Uganda, 1968-1993. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 12, p. 583-597, 1996.

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

_____. Estrutura diamétrica e distribuição espacial de espécies arbóreas em uma mata de brejo no Município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 567-569, 2007.

_____. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP. Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 23, p. 843–853, 2009.

_____. Floristic relationships among inland swamp forests of Southeastern and Central-Western Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 91-101, 2011.

TEIXEIRA, A.P.; RODRIGUES, R.R. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 20, p. 803-813, 2006.

TEIXEIRA, A.P.; ASSIS, M.A.; SIQUEIRA, F.R.; CASAGRANDE, J.C. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. **Wetlands Ecology and Management**, Dordrecht, v. 16, p.451–461, 2008.

TER BRAAK, C.J.F. **CANOCO – A FORTRAN program for canonical community ordination by (Partial) (Detrended) (Canonical) correspondence analysis and redundancy analysis, version 2.1.** Wageningen: Institute of Applied Computer Science, 1988. 389 p. (Technical report Lwa – 1988 -2, TNO).

_____. Ordination. In: JOGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F.; van TONGEREN, O.R.F. **Data analysis in community and landscape ecology.** Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 91-173.

THORNTON, C.W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v. 38, p. 55-94, 1948.

TONIATO, M.T.Z.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. 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, Amsterdam**, v. 198, p. 319-339, 2004.

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

TORRES, R.B., MATTHES, L.A.F., RODRIGUES, R.R. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 189-194, 1994.

VAN DEN BERG, E. **Variáveis ambientais e a dinâmica estrutural e populacional de uma floresta de galeria em Itutinga, MG.** 2001. 120 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 231-253, 2000.

VAN DER MEER, P.; BONGERS, F. Patterns of tree-fall and branch-fall in a tropical rain forest in French Guiana. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, p. 19–29, 1996.

WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Spatial floristic patterns in gallery forest in the Cerrado region. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS, 1997, Brasília. **Proceedings...** Brasília: University of Brasília, 1997. p. 339-349.

WEBB, E.L., STANFIELD, B.J.; JENSEN, M.L. Effects of topography on rainforest tree community structure and diversity in American Samoa, and implications for frugivore and nectarivore populations. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 26, p. 887-897, 1999.

WERNECK, M.S.; FRANCESCHINELLI, E.V. Dynamics of a dry forest fragment after exclusion of human disturbance in southeastern Brazil. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 174, p. 337-346, 2004.

WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, Tempe, v. 70, p. 536-538, 1989.

_____. A review of some aspects of tropical rain forest seedlings ecology with suggestions for further enquiry. In: SWAINE, M.D. (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: UNESCO, 1996. p. 3-39. (Man & Biosphere Series, 18).

WITTMANN, F.; JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 196, p. 199-212, 2004.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3rd ed. London: Prentice-Hall, 1996. 662 p.

3 ASPECTOS ECOLÓGICOS DA DINÂMICA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO-ARBÓREA DE UMA FLORESTA PALUDOSA EM BAURU/SP

Resumo

A compreensão da dinâmica da comunidade arbustivo-arbórea é fundamental para a preservação de ecossistemas florestais tropicais, bem como para a sua conservação, manejo e para a obtenção de recursos florestais, e deve estar fundamentada em informações biológicas básicas como estudos de fenologia, biologia floral e reprodutiva das espécies, dinâmica de populações, biologia de sementes, regeneração e genética de populações, etc. O presente trabalho teve por o objetivo descrever, para as 12 espécies mais importantes na estrutura fitossociológica da comunidade arbustivo-arbórea, os padrões fenológicos, a taxa de germinação, a presença ou não de reprodução vegetativa e o crescimento de plântulas para auxiliar na compreensão da dinâmica de Florestas Paludosas. A Floresta Paludosa estudada está localizada na Reserva Legal do *Campus* de Bauru da UNESP, na região centro-oeste do estado de São Paulo. A área possui 2,3 ha, e está encravada entre formações de Floresta Estacional Semidecídua, Campo Úmido e Cerradão, por onde passa um dos afluentes do córrego Vargem Limpa. Com base no levantamento das espécies que ocorrem nos estrato superior e inferior da Floresta Paludosa, realizado em 2006, foram selecionadas 12 espécies, dentre as mais abundantes e importantes nos dois estratos. Essas espécies tiveram suas fenologias, taxas de germinação, a presença ou não de reprodução vegetativa e o crescimento de plântulas estudadas neste trabalho. Para acompanhamento fenológico foram marcados 99 indivíduos das espécies selecionadas, e as fenofases de floração e frutificação foram acompanhadas mensalmente durante 18 meses. A taxa de germinação das espécies foi avaliada através de semeadura de 11 espécies "in situ" em duas áreas da Floresta Paludosa, nas parcelas mais secas e em parcelas mais úmidas, além do acompanhamento da germinação em laboratório. O acompanhamento do crescimento de plântulas foi feito através de duas medidas da altura total de 52 plântulas, em média, de cada espécie, com altura entre 0,30 e 1m e com intervalo de um ano entre as medidas. Nesta avaliação foram quantificados os indivíduos mortos e reavaliadas as alturas dos sobreviventes. Os resultados da fenologia indicaram sazonalidade relacionada principalmente com os regimes de pluviosidade, com fenofases reprodutivas concentradas no início da estação chuvosa e em intervalos superiores há um ano para a maioria das espécies estudadas. O pico de dispersão das principais espécies dessa floresta foi na estação seca e o pico de germinação foi nos primeiros dois meses após serem semeadas, independente da umidade a que estavam submetidas. A rápida germinação e o estabelecimento das plântulas antes dos meses mais chuvosos aumentam as chances de sobrevivência dessas espécies. As espécies *P.spruceanum*, *C. odorata*, *T.guianensis* e *S.pohlii*, foram consideradas generalistas com alta plasticidade fenotípica e com grande importância para as Florestas Paludosas e para floresta sem encharcamento permanente. E as espécies *C.brasiliense*, *X.emarginata*, *D.cuneatus*, *G.kunthiana*, *R.gardneriana* e *M.ovata* são espécies mais comumente encontrada em formações permanentemente encharcadas. Embora existam variações do encharcamento do solo dessa área as

espécies analisadas não apresentaram respostas diferentes de ocupação entre esses microsítios, não sendo observados padrões espaciais distintos de ocupação da área.

Palavras-chave: Floresta inundadas; Fenologia; Germinação; Sobrevivência; Recrutamento

Abstract

The understanding of a shrub and tree community dynamic is fundamental to the preservation, management and to obtain natural resources from tropical forest ecosystems. This knowledge should be based on basic biological information, such as species' phenology, floral and reproductive biology, population's dynamic and genetics, seed biology and regeneration, among others. This study aimed to describe, for the 12 most important species to the phytosociological structure of the shrub and tree community of a swamp forest, the phenological patterns, germination rates, presence or absence of vegetative reproduction and seedlings growth, intending to improve the comprehension of Swamp Forest dynamic. The studied swamp forest is part of the Legal Reserve of UNESP Campus, in Bauru city, mid-west region of Sao Paulo state. The remnant occupies an area of approximately 2.3 hectares, and it is located between formations of Tropical Semideciduous Forest, Wet Grasslands and "Cerradão", where there is a tributary of the Vargem Limpa streamlet. Based on the survey of superior and inferior layers, realized in 2006, 12 species were selected according to their abundance and importance for both layers. The phenology, germination rates, presence or absence of vegetative reproduction and young individual's growth of those species were studied in this research. 99 individuals of each species were marked for phenological study, in which flowering and fruiting phases were observed during 18 months. Species germination rate was evaluated through seeding of 11 species "*in situ*" in two plots, dry and wet soil condition, besides the evaluation of germination on laboratory. The study of seedling growth was conducted by measuring the total height of an average of 52 seedling of each species, with individuals from 0.30 cm to 1m tall: two observations were carried out with an interval of one year between them, when death individuals were quantified and survivors were measured once again. The phenology results indicates that there is a seasonality due mainly to the precipitation seasons; and the reproductive phenology is concentrated on the beginning of rainy season, with intervals between flowering and fruiting longer than one year for most of the studied species. Most of the species had the highest dispersion rate during the dry season, and the highest rate of germination occurred during the first two months after seeding, despite the humidity that the individuals were submitted to. Seedlings fast germination and establishment before the rainy months increased their chances of surviving. *P. spruceanum*, *C. odorata*, *T. guianensis* and *S. pohlii* were considered generalist species, presenting high phenotypical plasticity and great importance to swamp forests, and also to forests that are not permanently wet. *C. brasiliense*, *X. emarginata*, *D. cuneatus*, *G. kunthiana*, *R. gardneriana* e *M. ovata* are the most common species found in permanently wet forests. Although there are gradients of wet soils in the area, the analyzed species did not show different patterns of occupation of these microhabitats. Because of that, it was not observed different spatial patterns of occupation in the remnant.

Keywords: Flooded forest; Phenology; Germination; Survival; Recruitment

3.1 Introdução

O manejo de ecossistemas tropicais para a preservação, conservação e obtenção de recursos florestais deve estar fundamentado em informações biológicas básicas como estudos em fenologia, biologia floral e reprodutiva das espécies, dinâmica de populações, biologia de sementes, regeneração, genética de populações, entre outros (BAWA; KRUGMAN, 1991).

Os processos de regeneração de uma floresta trazem consigo uma série de etapas que vai desde a produção de sementes ao êxito no recrutamento dos juvenis, incluindo a dispersão de sementes, a chuva de sementes e o nascimento e estabelecimento de plântulas (MARTÍNEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993).

O potencial de propágulos autóctones, associados aos propágulos imigrantes, contribui para as mudanças ecológicas da comunidade e são fundamentais no processo de regeneração natural (JEFFERSON; USHER, 1989). Apenas uma pequena fração das sementes presentes no solo e que chegam ao ambiente através da dispersão são capazes de germinar e dar origem às plântulas (HARPER, 1977). Para chegar à germinação uma semente tem de atravessar diversas etapas que compreendem desde a sua produção e desenvolvimento até a ação dos processos de predação, dispersão, dormência e disponibilidade de microhabitats para sua germinação (JANZEN; VÁSQUEZ-YANES, 1991).

As características das sementes no que diz respeito às propriedades fisiológicas de sua latência, viabilidade e germinação, refletem a natureza do ambiente em que ocorre o estabelecimento das plantas que as produzem, de modo que estas características tendem a assegurar sua sobrevivência pelo condicionamento da germinação ao momento mais propício ao seu estabelecimento. O estudo da ecofisiologia da germinação de sementes permite compreender a forma mais precisa dos mecanismos que regulam a longevidade das sementes no solo, o rompimento da latência, a germinação e o estabelecimento das plantas em condições naturais (VAZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1984; PIÑA-RODRIGUES; COSTA; REIS, 1990).

Durante a fase de estabelecimento de uma plântula que compreende os processos de emergência, mortalidade e crescimento (PARCIAK, 2002), a germinação apresenta destacada importância justamente por ser a primeira etapa do estabelecimento e fase crítica do ciclo de vida da planta (KOBÉ, 1996; FENNER; THOMPSON, 2005). Com isso, a produção de sementes com satisfatório nível de desempenho mediante ampla variação de condições bióticas e abióticas é etapa fundamental e decisiva para que uma dada espécie vegetal possa superar os filtros fisiológicos que determinam sua ocorrência em diferentes formações florestais (LAMBERS; CHAPIN III; PONS, 2008).

Variações ambientais, sucesso ou não na reprodução e mudanças no nível de competição interespecífica proporcionam diferenças nas populações de locais distintos (MARQUES; JOLY, 2000b). A tolerância de uma espécie à inundação é condicionada pela sobrevivência da semente e pela manutenção do crescimento das plantas em condições anóxicas (KOZLOWSKI, 1984; MARQUES; JOLY, 2000b).

Em florestas com influência de inundações o solo passa por mudanças físico-químicas e biológicas que provocam a rápida redução da quantidade de oxigênio disponível para as raízes (PONAMPERUMA, 1984; DREW, 1997) restringindo assim o crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas (PEZESHKI, 2001). No entanto, a sensibilidade à inundação pode variar com o tipo, duração e intensidade do estresse, bem como a fase de desenvolvimento da planta. Mesmo considerando apenas espécies tropicais, há uma grande diversidade de respostas em árvores estabelecidas sobre solos periodicamente inundados (JOLY, 1991; SCHLUTER et al., 2003; PAROLIN, 2000; 2001; 2003; WALDHOFF; FURCH, 2002; SCARANO, 2002; PAROLIN et al., 2004, DUARTE et al., 2005; RENGIFO et al., 2005, FERREIRA et al., 2007).

A interferência de fatores biótico e abióticos também sobre a chuva de sementes pode interferir no ciclo de regeneração de determinado ambiente. São chamadas limitações de semente quando estas não chegam a todos os locais potenciais de recrutamento por limitações na fonte ou na dispersão e constitui-se em um dos fatores que com frequência limita o recrutamento em populações de plantas (ERIKSSON; EHRLÉN, 1992; TURNBULL et al., 2000). A limitação na fonte é resultado da baixa

disponibilidade de sementes no ambiente, seja porque a densidade da população é muito baixa ou porque são produzidas poucas sementes. A limitação de dispersão ocorre quando, independente da quantidade de sementes produzidas, a quantidade de sementes dispersas é limitada pela atividade do dispersor (MULLER-LANDAU et al., 2002).

Estudos em Florestas Paludosas estão concentrados em análises descritivas da composição florística e estrutural da comunidade e poucos são os trabalhos que apresentam dados sobre a fenologia dessas formações vegetais. Trabalhos nessa linha auxiliam muito na compreensão da dinâmica da comunidade floresta e sugerem as possíveis relações entre os fatores ambientais e as respostas biológicas dos indivíduos da comunidade (SPINA; FERREIRA; LEITÃO FILHO, 2001).

O objetivo desse trabalho foi descrever, para as 12 espécies mais importantes na estrutura fitossociológica da comunidade arbustivo-arbóreas, os padrões fenológicos, a taxa de germinação, a presença ou não de reprodução vegetativa e o crescimento de plântulas para auxiliar na compreensão da dinâmica de Florestas Paludosas.

3.2 Materiais e Método

3.2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Paludosa, situada no *Campus* da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) (FPUBA). A Floresta Paludosa com aproximadamente 2,3 ha está localizada na Reserva Legal do *Campus* que possui 132 ha, nas coordenadas 22° 20’S e 49° 01’W, a 560 metros de altitude, na região sudeste da cidade junto ao perímetro urbano. Os limites da Reserva Legal da UNESP estão definidos a oeste por departamentos do próprio *Campus* da Universidade, a leste por área de floresta nativa de 321,71 ha do Jardim Botânico de Bauru onde ocorrem vegetações de Floresta Estacional Semidecídua, Cerradão e Campo Úmido e pelo Zoológico Municipal de Bauru, ao sul por propriedades rurais e ao norte pela Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros (SP225). Nesta área estão localizadas as nascentes do Córrego Vargem Limpa, que pertence à bacia do rio Bauru, afluente do rio Tietê.

A Floresta Paludosa estudada possui solo hidromórfico do tipo Gleissolo, ácido e com altas concentrações de matéria orgânica (CARBONI, 2007).

O clima da região de Bauru pode ser definido, segundo a classificação de Köppen, como sendo do tipo Cwa, clima mesotérmico, com inverno seco (PINHEIRO et al., 2002), chuvas de menos de 30mm no mês mais seco, temperatura média acima de 22°C no mês mais quente e abaixo de 18°C no mês mais frio. A precipitação média anual, no período de 2000 a 2010 foi 1.110,5mm, e a temperatura média anual foi 20,6°C. As médias de temperatura e precipitação nos meses mais quentes (dezembro, janeiro e fevereiro) foram respectivamente, 24,5°C e 193 mm, e nos meses mais frios (maio, junho e julho) 19° e 45,7mm, para o mesmo período, segundo dados do Instituto de Pesquisas Meteorológicas do *Campus* de Bauru da UNESP (IPEMet).

Durante o período total de estudo 2005 a 2010, a maior temperatura absoluta registrada pelo Instituto de Pesquisas Meteorológicas da UNESP foi 36°C em dezembro de 2008, e a menor temperatura foi 4,8°C em junho também de 2008. A temperatura anual média para esse período foi de aproximadamente 22,4°C, a maior precipitação anual foi de 1.584,5 mm em 2009, e a menor foi 947,2 mm em 2006.

3.2.2 Seleção de espécies

Visando descrever de forma mais detalhada o comportamento das espécies mais importantes dessa floresta, a fim de se discutir um modelo de dinâmica florestal específico, foram selecionadas 12 espécies (Tabela 10), dentre as mais abundantes no estrato superior e no estrato inferior da floresta, e que apresentaram os maiores índices de valor de importância nos dois estratos (CARBONI, 2007). Essas espécies tiveram seus regenerantes, fenologia e taxa de germinação estudadas neste trabalho.

As espécies amostradas no estrato superior em inventário realizado em 2005 e 2006 foram indicadas em outros trabalhos como sendo as principais espécies de formações paludosas localizadas em regiões da província do Cerrado (TEIXEIRA et al, 2008, 2011; TEIXEIRA; ASSIS, 2011).

Tabela 10 - Espécies mais abundantes no estrato inferior e superior da Floresta Paludosa de Bauru/SP, em 2006 (CARBONI, 2007)

Família/ Espécie	Estrato onde foi amostrada
MYRSINACEAE	
<i>Ardisia ambigua</i> Mart.	Inferior
<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	Superior/Inferior
CLUSIACEAE	
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Superior/Inferior
MELIACEAE	
<i>Cedrela odorata</i> L.	Superior
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Superior/Inferior
ARALIACEAE	
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	Superior/Inferior
ARECACEAE	
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	Superior/Inferior
MAGNOLIACEAE	
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	Superior/Inferior
BURSERACEAE	
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	Superior/Inferior
STYRACACEAE	
<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	Superior/Inferior
ANACARDIACEAE	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Superior/Inferior
ANNONACEAE	
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	Superior/Inferior

3.2.3 Fenologia reprodutiva

Foram acompanhadas mensalmente as fenofases de floração e frutificação das 12 espécies arbustivo-arbóreas da Floresta Paludosa selecionadas dentro e fora das parcelas de amostragem fitossociológica, em uma média de 8,25 indivíduos por espécie, totalizando 99 indivíduos marcados, durante o período de junho de 2009 a dezembro de 2010.

O número de indivíduos por espécies e a periodicidade dos acompanhamentos foi baseado nas recomendações de Fournier e Charpantier (1975) sobre número mínimo de cinco indivíduos a serem observados para o estudo de fenologia de plantas tropicais com coletas mensais de dados.

Por floração entende-se a presença de flores, sem distinguir entre botão floral e flor aberta, no mínimo em um indivíduo. Foram selecionados os maiores indivíduos amostrados em levantamento fitossociológico em 2006 na tentativa de assegurar que

todos estivessem na fase adulta, e cuja visualização da copa permitiu a quantificação dos frutos. A síndrome de dispersão foi dividida nas categorias anemocórica – quando os diásporos apresentam-se alados, plumosos ou em forma de balão ou poeira; zoocóricos – quando apresentarem atrativos e/ou fontes alimentares em seus diásporos, e também aqueles com estruturas adesivas (ganchos, cerdas, espinhos, etc.); autocóricas – quando não se encaixarem nas duas categorias anteriores (PIJL, 1982).

As fenofases reprodutivas das espécies estudadas foram comparadas com os dados de precipitação e de temperatura obtidos na Estação Meteorológica do IPMEt - Instituto de Pesquisas Meteorológicas de Bauru (2010).

Durante as coletas de dados além do registro da fenofase reprodutiva em que se encontravam os indivíduos, método do índice de atividade, método onde se constata a presença ou ausência da fenofase reprodutiva no indivíduo (MORELLATO, 1990), fez-se ainda a quantificação da média de sementes por frutos e a estimativa dos frutos por indivíduo, para o posterior cálculo da produção de sementes da população, método baseado em Fournier (1974). Com auxílio de um binóculo fez-se a contagem dos frutos dos galhos com melhor visualização para então, quantificando-se os galhos produtivos, e estimando o percentual da intensidade de fenofase em cada indivíduo, estimar a produção de sementes do indivíduo. Tal dado somado às avaliações de germinação das sementes e densidade da comunidade jovem permitirá mais adiante discutirmos a dinâmica do ciclo reprodutivo de algumas populações da Floresta Paludosa.

3.2.4 Germinação

Para avaliação da taxa de germinação em laboratório e emergência no campo das 12 espécies selecionadas, foram utilizadas 300 sementes de cada espécie, coletadas a partir de frutos maduros de pelo menos três indivíduos diferentes por espécie. As sementes foram coletadas de novembro de 2009 a março de 2011 na própria FPUBA. O processamento dos frutos para obtenção das sementes foi feito de forma separada e conforme indicado para cada espécie, com retirada do pericarpo e arilo quando necessário, mas sem a utilização de produtos químicos que pudessem

alterar a taxa de germinação. As sementes de matrizes diferentes foram misturadas antes dos testes de serem semeadas para o teste de germinação.

A germinação em laboratório foi avaliada por meio da semeadura entre areia (150g sob e 150g sobre as sementes, com areia umedecida com água até atingir 60% de sua capacidade de retenção) e em caixas de plástico transparente (11cm x 11cm x 3 cm), utilizando-se cinco caixas com 20 sementes. As caixas foram mantidas por até 120 dias em germinador a 25°C, com 16 horas no escuro e 8 horas no claro. A avaliação da porcentagem de germinação das sementes foi quinzenal com base na emergência da radícula, para o cálculo da velocidade de germinação. Apenas para a espécie *Rapanea gardneriana* utilizou-se as caixas de plástico com papel de filtro ao invés de areia, por tratarem-se de sementes pequenas.

Concomitantemente com os experimentos em laboratório, foram realizados experimentos de campo com avaliações mensais da emergência das plântulas utilizando-se 200 sementes, de cada uma das 12 espécies selecionadas, e acompanhadas até 150 dias, de acordo com a época de frutificação das espécies. As sementes foram colocadas em sacolas de nylon (20 cm x 20 cm), que foram instaladas de forma aleatória, em blocos (gaiolas) de 0,36m². Os blocos foram colocados em duas regiões diferentes da Floresta Paludosa, quatro blocos em áreas mais úmidas, no centro das parcelas 24, 25, 26 e 27, a montante do Córrego Vargem Limpa, e quatro blocos em área com solo mais seco, parcelas 1, 2, 3 e 4, a jusante do córrego, segundo indicações do acompanhamento do nível do lençol freático. Além de evitar a remoção de sementes pela água que inunda algumas áreas da Floresta Paludosa em épocas chuvosas, a sacola de nylon também impediu a adição de sementes advindas da dispersão.

Cada sacola de nylon colocada nos blocos experimentais continha 25 sementes de uma espécie, e a ordem das espécies dentro do bloco foi aleatória. As sementes contidas nos blocos experimentais foram protegidas de herbivoria por gaiolas construídas com estrutura metálica e cobertas com tela de arame, com aberturas circulares de 1 cm de diâmetro (60 cm de comprimento x 60 cm de largura x 15 cm de altura) (Figura 15), pois em experimento piloto onde colocou-se as sementes apenas

nas sacolas de nylon, desprotegidas por telas, tais sacolas foram rasgadas e as sementes predadas por roedores.

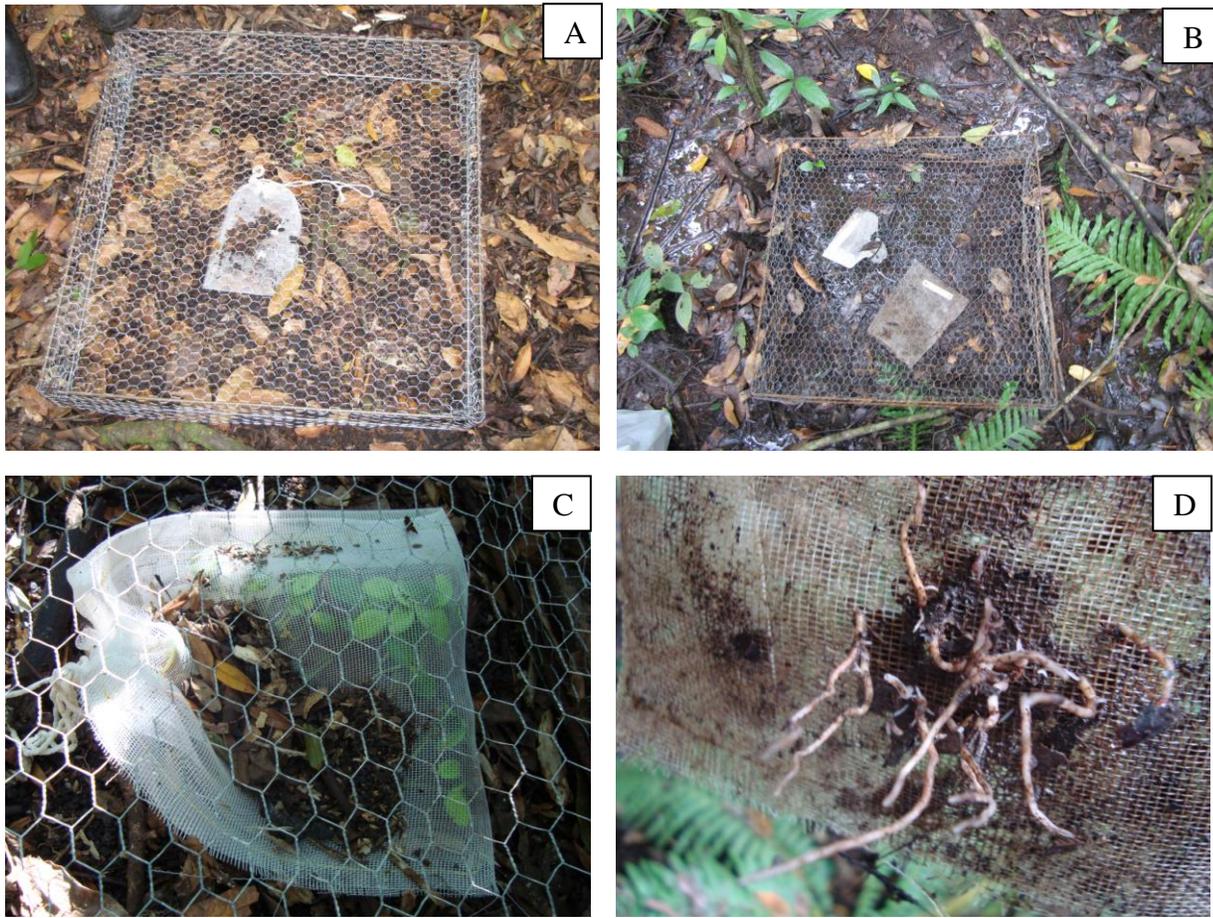


Figura 15 - Blocos experimentais contendo sementes na Floresta Paludosa de Bauru/SP, em 2009. A - Gaiola de exclusão de fauna com sacola de nylon contendo sementes colocadas em parcela com superfície do solo seca. B - Gaiola de exclusão de fauna com sacolas de nylon contendo sementes colocadas em parcela com superfície do solo encharcada. C – Detalhe da sacola com sementes germinadas. D – Detalhe das radículas das sementes no exterior das sacolas de nylon

Dessa forma, este experimento teve como objetivo avaliar a taxa de germinação de 12 espécies com altos índices de valor de importância em Florestas Paludosas no Estado de São Paulo.

Foi utilizado um teste de qui-quadrado (χ^2) para avaliar se as sementes colocadas em diferentes tratamentos no campo, solo encharcado e solo seco, apresentaram diferenças significativas de germinação entre os tratamentos. O teste foi realizado através do Programa SAS 9.1.

3.2.5 Dinâmica das plântulas

Visando descrever o crescimento e avaliar se existem diferentes comportamentos de crescimento entre as espécies escolhidas fez-se a avaliação da regeneração natural da FPUBA. Assim, foram demarcadas plântulas de cada uma das seguintes espécies: *Calophyllum brasiliense*, *Magnolia ovata*, *Xylopia emarginata*, *Cedrela odorata*, *Tapirira guianensis*, *Protium spruceanum*, *Dendropanax cuneatus*, *Rapanea gardneriana*, *Styrax pohlii*, que se apresentaram como as mais abundantes, segundo levantamento fitossociológico, no estrato superior dessa floresta. Foram amostradas ainda as espécies: *Ardisia ambigua*, *Geonoma brevispata* e *Guarea kunthiana* encontradas com altos valores de abundância no estrato inferior do levantamento florístico e fitossociológico da mesma mata.

Foram amostradas, em média, 51 plântulas de cada uma das espécies selecionadas e cujos regenerantes tinham altura entre 0,30m e 1m. O método de amostragem foi adaptado do método para levantamento florístico expedito empregado por Ratter et al. (2000) para levantamento em Cerrado utilizando espaços de tempos cronometrados. Com o objetivo de estimar a abundância das populações estudadas, cronometrou-se o tempo necessário para amostragem dos 51 indivíduos, em média, de cada uma das 12 espécies através de caminhadas em percurso paralelo ao curso d'água. Os indivíduos foram marcados com plaqueta de plástico numerada e estaca de bambu pintada de branco para facilitar a visualização das plântulas na amostragem seguinte (Figura 16). A procura e marcação dos indivíduos foram feitas sempre pelo mesmo coletor para tentar minimizar os erros no tempo de amostragem. A cada expedição marcavam-se os indivíduos de uma única espécie que assim que encontrados o cronômetro era parado até que a planta jovem fosse medida, estaquiada e colocada plaqueta numerada.



Figura 16 - Indicação da metodologia de marcação de plântulas de uma espécie das 12 amostradas na Floresta Paludosa de Bauru/SP, em 2009, com estaca de bambu e plaqueta de plástico

O desenvolvimento desses indivíduos foi acompanhado através de medidas da altura total, ou seja, altura da folha mais alta até o solo, e altura do eixo caulinar das plântulas em julho de 2009 e junho de 2010, para avaliar o crescimento, sobrevivência, possíveis danos e injúrias sofridas pelas plântulas, mortes e suas possíveis causas.

Esses indivíduos tiveram ainda sua origem identificada para avaliar se são originárias preferencialmente a partir de sementes ou por raízes gemíferas.

Para verificar se as espécies apresentaram diferença significativa entre as alturas das duas medições foi realizado um teste de Shapiro-Wilk para investigar a normalidade dos dados para a diferença entre as alturas nas duas medições. No caso de dados normais foi realizado um teste t pareado para comparar as alturas nas duas medições, através do Programa SAS 9.1. Em caso de não normalidade foi realizado o teste dos sinais. As análises foram feitas a 5% de significância. Onde as hipóteses foram:

H0: não existe diferença entre as alturas nas duas medições ($Alt_2 - Alt_1 = 0$);

HA: existe diferença entre as alturas nas duas medições ($Alt_2 - Alt_1 \neq 0$).

Através do teste de qui quadrado fez-se a comparação entre a porcentagem de indivíduos mortos entre as duas medições. Este teste foi feito com base na frequência esperada e frequência observada da porcentagem de indivíduos mortos por espécie, assumindo nível de significância de 5%.

3.3 Resultados e Discussões

3.3.1 Fenologia reprodutiva

O estudo da fenologia de 12 populações da Floresta Paludosa de Bauru durante 18 meses de acompanhamento, indicou sazonalidade nas fenofases reprodutivas com variação de ano para ano. Os ciclos fenológicos que são períodos entre uma fenofase reprodutiva e outra, podem, de forma geral para as populações estudadas, ser supra- anuais, com períodos para completar o ciclo, superiores a um ano. Outra explicação possível para a alteração no período de floração e frutificação nos 18 meses de estudo, foi a ocorrência de um excedente hídrico incomum nos últimos 10 anos, provocado pelas chuvas do final de 2009 que podem ter alterado a sazonalidade de algumas espécies no ano seguinte, 2010.

Dos 99 indivíduos estudados, 89% floresceram no decorrer do estudo, sendo *Ardisia ambigua* a espécie que apresentou menor número de indivíduos em fenofase de floração durante os 18 meses de acompanhamento. Isso se deu porque no início do estudo, em 2009, esta espécie já apresentava frutos e apenas um indivíduo dos oito acompanhados e que já havia florescido, voltou a florescer no mês de abril de 2010.

A análise dos dados das 12 populações estudadas durante o período indicou dois picos de floração durante o ano de 2010, um no final da estação chuvosa de março a maio, e o segundo e maior pico, no início da estação úmida e quente, de agosto a outubro do segundo ano de avaliação. O primeiro pico foi determinado principalmente pelas espécies: *Geonoma brevispatha*, *Rapanea gardneriana* e *Dendropanax cuneatus*. Já o segundo e maior pico de floração, foi determinado pela floração das espécies: *Protium spruceanum*, *Calophyllum brasiliense*, *Tapirira guianensis* e *Cedrela odorata* (Figuras 17, 18). Alguns autores relacionam este pico de floração durante a estação seca das florestas úmidas, com a disponibilidade de água do solo, com a sazonalidade

das chuvas, variação na temperatura, picos de irradiância e com a baixa herbivoria (WRIGHT, 1996).

Durante o período de estudo, a freqüência de floração foi contínua, segundo classificação de Newstrom et al. (1994), para as espécies *G. brevispatha* e *X. emarginata* cuja produção de botões e flores foi interrompida em períodos curtos durante o ano. Para *P. spruceanum* e *C. brasiliense* a floração foi sub-anual, com mais de um ciclo de floração durante o ano dividido nas duas estações, o que pode conferir a essas espécies maior vantagem competitiva e grande importância na comunidade pela oferta contínua de recursos para a fauna. Cerca de 80% das espécies estudadas florescem em apenas uma estação do ano e podem ser divididas em: supra-anual para *A. ambigua*, *G. kunthiana*, *T. guianensis*, *D. cuneatus*, *S. pholli*, com ciclo de floração com intervalos maiores do que um ano, e anual para *R. gardneriana*, *C. odorata*, *M. ovata* com apenas um ciclo de floração durante o ano.

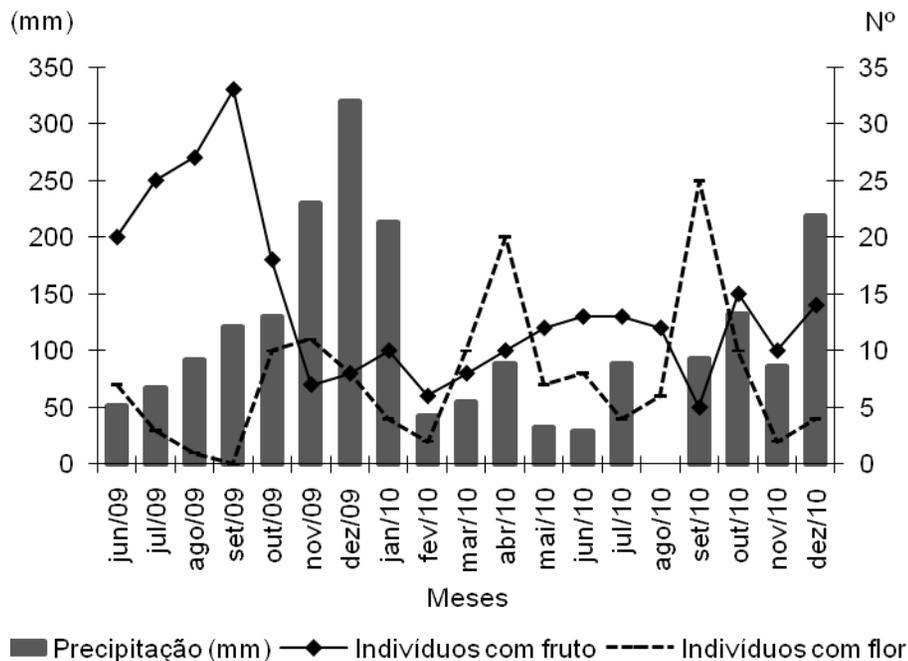


Figura 17 - Pluviosidade e picos de floração e frutificação da comunidade arbustivo-arbórea de Floresta Paludosa em Bauru/SP, no período de junho de 2009 a dezembro de 2010

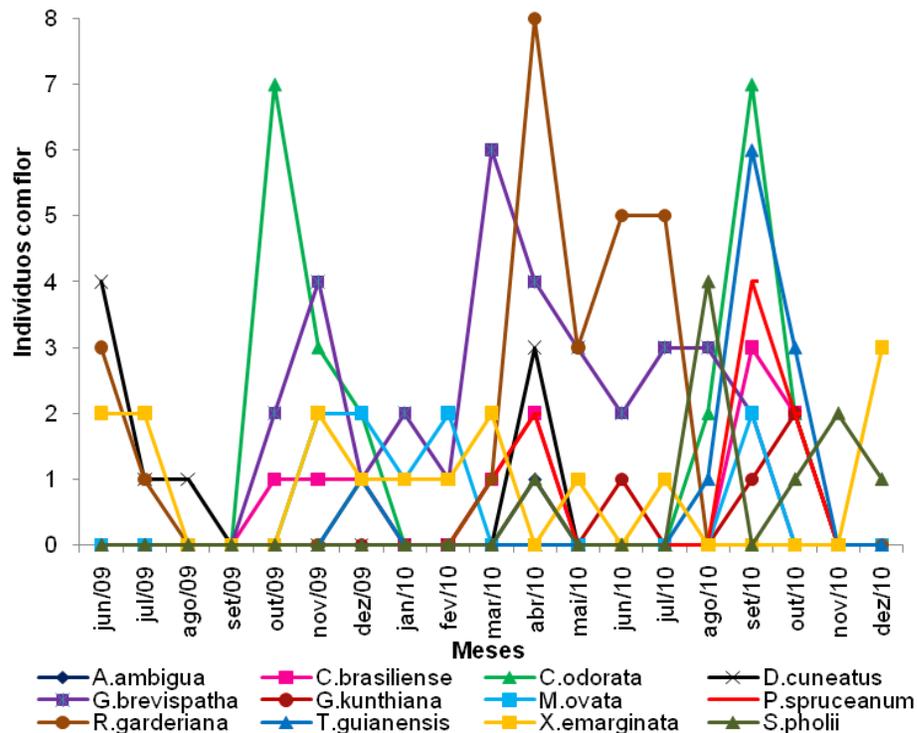


Figura 18 - Número de indivíduos em fenofase de floração na Floresta Paludosa de Bauru/SP, durante o período de junho de 2009 a dezembro de 2010, das 12 espécies avaliadas

Salvo por dois pequenos períodos, agosto e setembro de 2009 e janeiro e fevereiro de 2010, essas espécies fornecem flores durante todo o ano ajudando assim a manter a fauna local diferentemente das Florestas Estacionais Semidecíduais onde tende a ocorrer um pico principal de floração das espécies arbóreas no segundo semestre e um pico menor no primeiro semestre, ficando a oferta de recursos para polinizadores dependentes de lianas no primeiro semestre (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1996).

Na Tabela 11 são apresentados os períodos de floração e frutificação das 12 espécies estudadas, bem como a quantidade de sementes produzidas no período de estudo e a síndrome de dispersão dessas espécies. A zoocoria foi à síndrome de dispersão apresentada pela maioria das espécies, como também relatado para as espécies arbustivo e arbóreas em trabalho de mesma formação em Campinas onde 75% das espécies arbóreas tinham síndrome de dispersão zoocórica (SPINA; FERREIRA; LEITÃO FILHO, 2001). Apenas *Cedrela odorata* L. possui síndrome anemocórica dentre as estudadas na FPUBA.

Tabela 11 - Época de floração, frutificação, número acumulado de sementes e síndrome de dispersão das 12 espécies acompanhadas na Floresta Paludosa de Bauru/SP em 2009 e 2010, ordenadas de forma decrescente pelo número de sementes produzidas no período

Espécies	Floração	Frutificação	Nº de sementes	Síndrome de Dispersão
<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	mar-jul	jun-mar	16.487	Zoocoria
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	nov-jul	mar-jan	11.643	Zoocoria
<i>Ardisia ambigua</i> Mart.	abr-mai	jun-out	8.597	Zoocoria
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	jun-ago	jul-out	7.494	Zoocoria
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.- Hil.) Spreng.	jan/set	fev-ago	6.990	Zoocoria
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	mar-abr/set-out	jun-jan	4.129	Zoocoria
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	mar-abr/set-out	jul-jan	3.192	Zoocoria
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	ago-out	nov-dez	2.744	Zoocoria
<i>Cedrela odorata</i> L.	ago-dez	nov-jan	800	Anemocoria
<i>Styrax pohlilii</i> A.DC.	set-dez	set-dez	232	Zoocoria
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	jun-out	jun-nov	140	Zoocoria
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	set-jun	dez-abr	109	Zoocoria

Os primeiros estudos fenológicos com comunidades tropicais foram realizados por Fournier e Salles (1966), e Janzen (1967) na Costa Rica e posteriormente seguidos por outros da América Central que apontaram os picos de floração e frutificação das espécies arbóreas dentro da estação seca.

Para a fenofase de frutificação, 75% das populações estudadas são dispersas na estação seca, durante o período de junho a outubro (Figura 19), como também observada por Spina, Ferreira e Leitão Filho (2001) em Floresta Paludosa de Campinas - SP e Floresta Ombrófila Densa (MORELLATO et al., 2000). O maior pico de frutificação se deu na estação seca do primeiro ano de avaliação, 2009, no entanto, os meses de setembro a dezembro de 2009 corresponderam aos meses com maior excedente hídrico, atingindo um volume de pluviosidade acumulada duas vezes maiores do que o volume de chuva registrado para os mesmos meses nos últimos 10 anos (Tabela 12), o que pode ter diminuído de forma significativa a reprodução das espécies no ano seguinte, 2010 (Figura 18). Os ritmos sazonais de floração e frutificação podem mostrar padrões fenológicos do ciclo de vida característico de determinadas formações florestais, os quais são relacionados com fatores ambientais e intrínsecos desta comunidade. A limitação na floração, que pode ser provocada por

fatores abióticos, afeta a polinização e a formação dos frutos, eventos fenológicos críticos para a sobrevivência e propagação das espécies (RATHCKE; LACEY, 1985).

A menor frutificação das espécies estudadas em 2010 pode estar relacionada à esse distúrbio provocado pela alta pluviosidade do ano anterior, ou a periodicidade de floração e frutificação natural de algumas espécies com reprodução supra-anual. Outros anos muito chuvosos no município de Bauru também foram relatados por Cavassan et al (1984), que avaliaram a pluviosidade durante o período de 1950 a 1979, como em 1972 quando a pluviosidade anual foi de 1832,8mm e em 1974 quando a pluviosidade apenas do mês de março foi de 565,2mm. Estes podem ter sido anos onde a alta pluviosidade provocou distúrbios da FPUBA como a morte de plântulas e adultos e a alteração das fenofases reprodutivas das espécies.

A sazonalidade na fenologia de espécies de Floresta Estacional Semidecídua, acompanhando as duas estações climáticas bem definidas já foram relatados no estado de São Paulo por Morellato et al. (1989, 1990), Morellato e Leitão Filho (1990, 1992, 1996) e Morellato (1991). Frankie et al. (1974), Hilty (1980), Koptur et al. (1988), Morellato e Leitão Filho (1990) e Morellato e Talora (2000) sugerem que, em ambientes com pouca sazonalidade climática, onde as chuvas são mais bem distribuídas ao longo do ano e o déficit hídrico é menor, os fatores ambientais devem ter menor influência sobre as fenofases do que em ambientes notadamente sazonais. Nas formações de Florestas Paludosas onde o déficit hídrico não é fator limitante devido à influência permanente do lençol freático, o excesso de chuva e a saturação hídrica prolongada no solo podem ser.

Os períodos de floração e frutificação foram irregulares no período de avaliação, demonstrando que o sincronismo presente em florestas tropicais onde as espécies tendem a tornar-se sincrônicas com as sazonalidades climáticas (RICHARDS, 1952) não ocorreu nesta Floresta Paludosa, e pode ser uma das variáveis definidoras das diferenças populacionais dessa formação. Segundo Morellato et al. (1989) o principal fator indutor da floração seria a precipitação após períodos de estresse, para as floresta tropicais que florescem nas estações secas. No caso das florestas hidrófilas, com pico de floração na estação chuvosa, anos com maior precipitação podem reduzir a quantidade de flores produzidas o que refletirá na frutificação também menor.

Tabela 12 - Precipitação acumulada por mês no período de 2001 a 2010, segundo Instituto de Pesquisas Meteorológicas da Unesp de Bauru/SP

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2010	213,4	42,7	55,1	88,9	33	29,2	88,6	0	92,7	132,6	86,4	218,9
2009	253,7	149,1	117,1	8,1	45	51,6	67,8	91,4	121,2	130,1	229,9	319,5
2008	213,4	149,9	92,2	125,2	73,9	58,2	0	54,1	29,7	129,8	107,9	132,3
2007	327,2	177	42,4	55,9	45	3,3	239,5	0	3	51,3	219,7	182,6
2006	166,1	263,1	43,7	12,2	13,7	12,2	34,3	15,5	62,5	7,4	65,5	251
2005	363,2	89,4	119,6	21,3	70,4	47,2	7,1	16,5	39,4	10,7	63,8	190,2
2004	189	137,2	48,3	65,8	105,4	16	43,9	0	4,1	98,8	11,7	174,2
2003	366,3	138,2	84,3	158,8	34,8	47,2	12,4	29,7	14,5	82,3	138,2	202,9
2002	158,2	196,3	24,4	17,3	81	0	33,8	52,6		14,7	122,7	169,9
2001	310,6	188,7	115,3	11,2	77,7	45,7	38,6	42,2	26,9	45,2	35,1	231,6
2000	99,3	0	64,5	7,6	0	0	54,4	53,3	163,6	57,9	183,1	122,9

Além dos fatores físicos do ambiente, a competição por alimentação dos dispersores pode agir como uma pressão seletiva adicional influenciando a época de amadurecimento dos frutos que tendem a ser disperso em estações bem definidas quando grandes e de forma mais distribuída ao longo do ano quando em sementes pequenas (SMYTHE, 1970). No entanto, neste trabalho, isso não pode ser confirmado, pois a maioria das espécies estudadas apresentava sementes pequenas, com exceção de *C. brasiliense*, e tiveram pico de dispersão na estação seca.

T. guianensis, *C. odorata* foram dispersas na época chuvosa, e a dispersão de *C. brasiliense* ocorreu tanto na época seca quanto na chuvosa (Figura 18). *T. guianensis*, uma das espécies aqui classificadas como sendo de floração supra-anual, é uma espécie dióica cuja floração foi descrita também como sendo de períodos mais longo do que um ano para floresta atlântica da serra do mar no Estado de São Paulo (GRESSLER, 2010), bem como, *A. ambigutiva*, *D. cuneatus*, *G. kunthiana* e *S. pholii* que floresceram em períodos mais longo do que um ano neste estudo.

Para a fenofase de frutificação, as espécies *P. spruceanum*, *G. brevispatha* e *C. brasiliense*, apresentaram frutificação anual. A maioria das populações (50%), estudadas nesta Floresta Paludosa mostrou padrão de frutificação supra-anual, diferente do relatado para florestas tropicais, onde o padrão anual de floração e frutificação é o mais freqüente (GRESSLER, 2010; NEWSTROM et al., 1994). As espécies *C. odorata*, *A. ambigutiva*, *D. cuneatus*, *G. kunthiana*, *S. pholii* e *T. guianensis* frutificaram apenas uma vez durante os 18 meses de amostragem.

Andrade et al. (2009) descreveu as fenofases reprodutivas de *C. odorata* como sendo supra-anuais e influenciadas pelas condições climáticas de precipitação e temperatura dos meses anteriores à floração e frutificação.

M. ovata foi descrita por Antunes et al. (1998) como tendo dispersão na época chuvosa de mata de galeria do distrito federal, mas neste trabalho a dispersão dessa espécie se deu de forma mais ampla, concentrada na estação seca, mas também ocorreu no início da estação chuvosa. Trata-se de uma espécie importante pois fornece recursos para a fauna durante alguns meses (janeiro, fevereiro e março), em que as outras espécies não estão fornecendo.

As espécies com maiores produções de frutos foram *R. gardneriana*, *M. ovata* e *X. emarginata*, espécies dispersas por zoocoria e com alta frequência de regenerantes como discutido adiante. As três espécies tiveram frutificação contínua durante o ano e *R. gardneriana* apresentou a maior produção de sementes no período (Tabela 11).

Foi observado dois períodos de escassez de frutos durante os 18 meses de observação, outubro de 2009 a janeiro de 2010, e posteriormente outro período crítico em setembro de 2010.

Para a Floresta Paludosa estudada, na estação seca, mesmo no mês de agosto que não houve precipitação, o solo permaneceu encharcado (Figura 11, Capítulo 2), e a maioria das espécies manteve a aparência perenefólia, como já relatado por Tonianto et al. (1998) em floresta higrófila em Campinas. A senescência foliar foi observada para as espécies *C. odorata* L. nos meses de maio e junho e *M. ovata* (A.St.- Hil.) Spreng. em agosto.

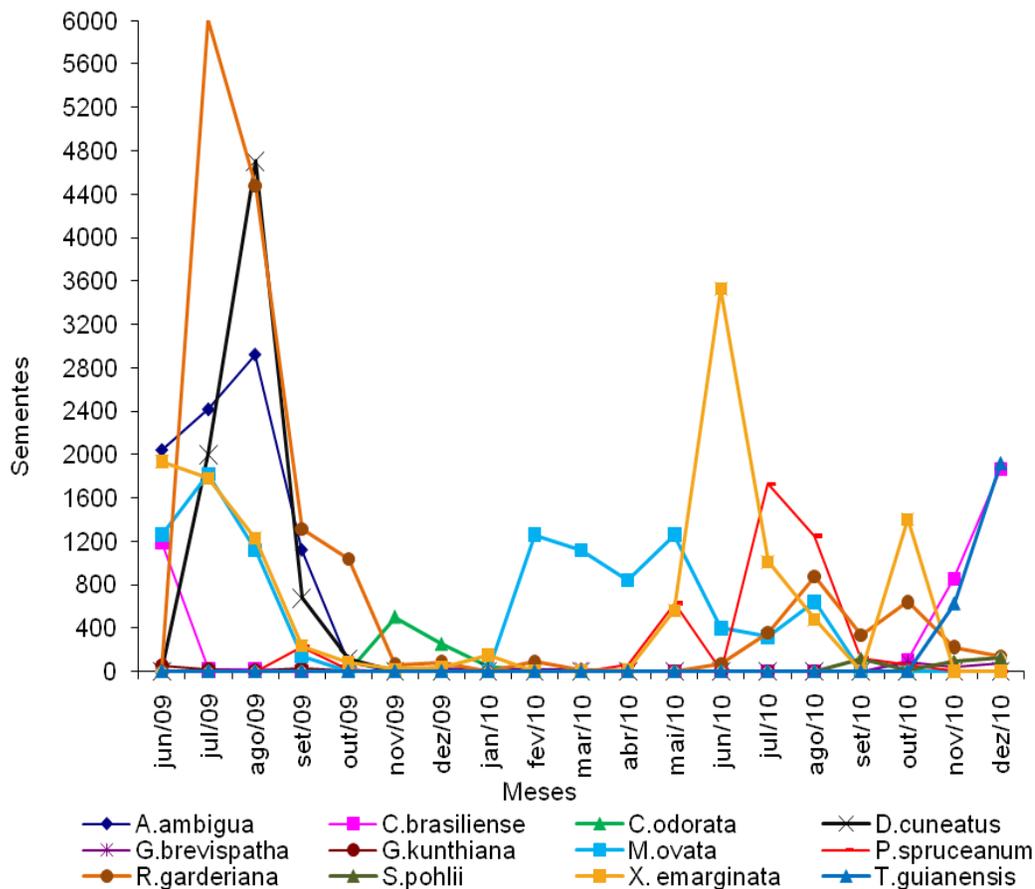


Figura 19 - Produção de sementes de 12 espécies da Floresta Paludosa de Bauru/SP, durante o período de junho de 2009 a dezembro de 2010

3.3.2 Germinação

Como visto no estudo fenológico da FPUBA, o pico de dispersão das principais espécies é na estação seca (junho a outubro), até o início do período chuvoso, de outubro em diante, essa pode ser uma estratégia para aumentar a sobrevivência das plântulas no período de maior estresse para essas comunidades, que é o período das chuvas. A maioria (60%) das 11 espécies que tiveram a germinação estudada neste trabalho apresentou o pico de germinação nos primeiro dois meses após serem semeadas, independente da umidade a que estavam submetidas (Figuras 20 e 21). Nenhuma das sementes apresentou comportamento de dormência, que ocorre quando sementes viáveis não germinam necessitando a retirada de um impedimento ou oferta de outro fator complementar como, por exemplo, a luz (EIRA et al., 1993).

A rápida germinação e o estabelecimento das plântulas antes dos meses mais chuvosos garantem a estas espécies maior sucesso na sobrevivência dos mesmos, e pode indicar ainda que as sementes de espécies abundantes em florestas hidrófilas são em sua maioria, recalcitrante, sementes sensíveis à dessecação, cuja perda de água pode ser fatal para o embrião, o que também explicaria o pico de germinação nos primeiros dias pós a sementeira. Outra possibilidade diz respeito ao risco das sementes serem carregadas para fora da Floresta Paludosa com as chuvas sendo, portanto, interessante que sejam dispersas e germinem antes do período de cheias.

Conforme Roberts e King (1980), as sementes recalcitrantes são encontradas em plantas que crescem em ambientes aquáticos, onde a secagem natural das sementes não é esperada, assim como por plantas perenes que liberam as sementes em intervalos regulares em ambientes úmidos.

As espécies *C. brasiliense* e *M. ovata* foram classificadas por Carvalho et al. (2006) como espécies recalcitrantes e clímax, tolerantes à sombra. Silva e Durigan (1991) indicam que a espécie *T. guianenses*, possui sementes ortodoxas ou intermediárias, cujo teor de água antes da germinação pode chegar a 16,5%.

Segundo Pezeshki (1994, 2001), o alagamento modifica parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo, e leva a alterações drásticas das condições ambientais como a redução de oxigênio no solo que constitui o principal limitante do crescimento do sistema radicular de plantas submetidas à inundação. Além do excesso de água no substrato que causa redução na disponibilidade de O₂, pois a água impede a troca gasosa (LOBO; JOLY 2000, 2010), o aumento da temperatura associada ao excesso de água afeta a germinação (SANTOS; FERREIRA, 1993). Sob condições de inundação, tanto a germinação das sementes quanto o crescimento das plantas podem ser comprometidos, dependendo da espécie e da duração da inundação (KOZLOWSKI 1984). *T. guianensis*, *P. spruceanum*, *M. ovata* e *C. brasiliense* foram descritas por alguns autores como espécies que não germinam em condições de alagamento, no entanto essas sementes permanecem viáveis por certos períodos de tempo mesmo em condições de hipoxia e anoxia (LOBO-FARIA, 1998; LOBO; JOLY, 1996; MARQUES; JOLY, 2000b).

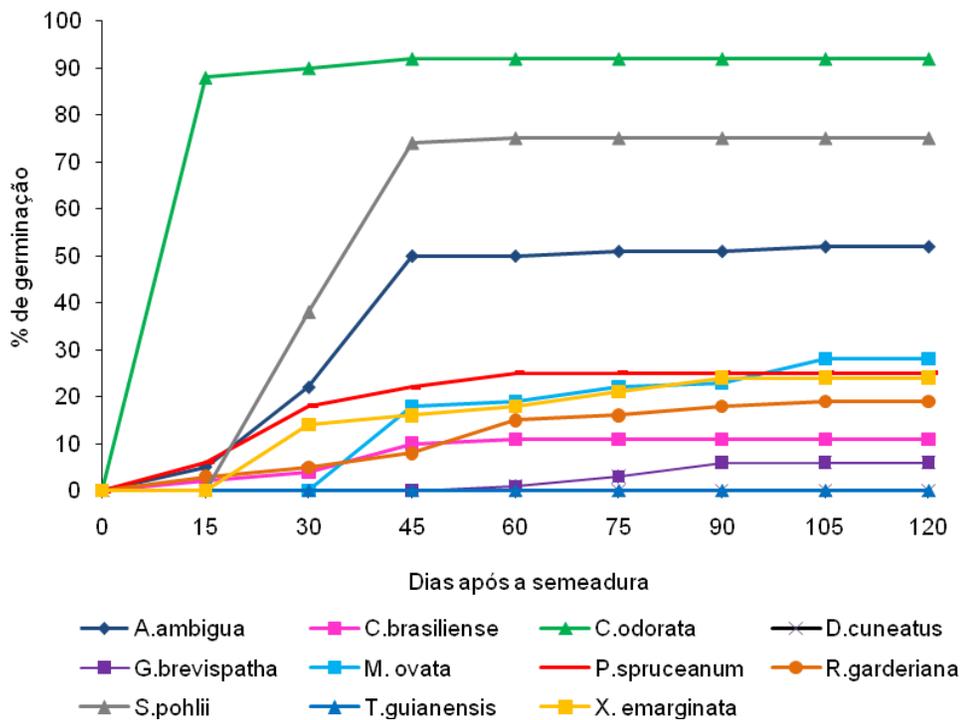


Figura 20 - Distribuição da germinação de 11 espécies arbustivo-arbóreas da Floresta Paludosa de Bauru/SP ao longo de 120 dias, mantidas em germinador à 25° C com 8 horas de luz e 16 de escuro

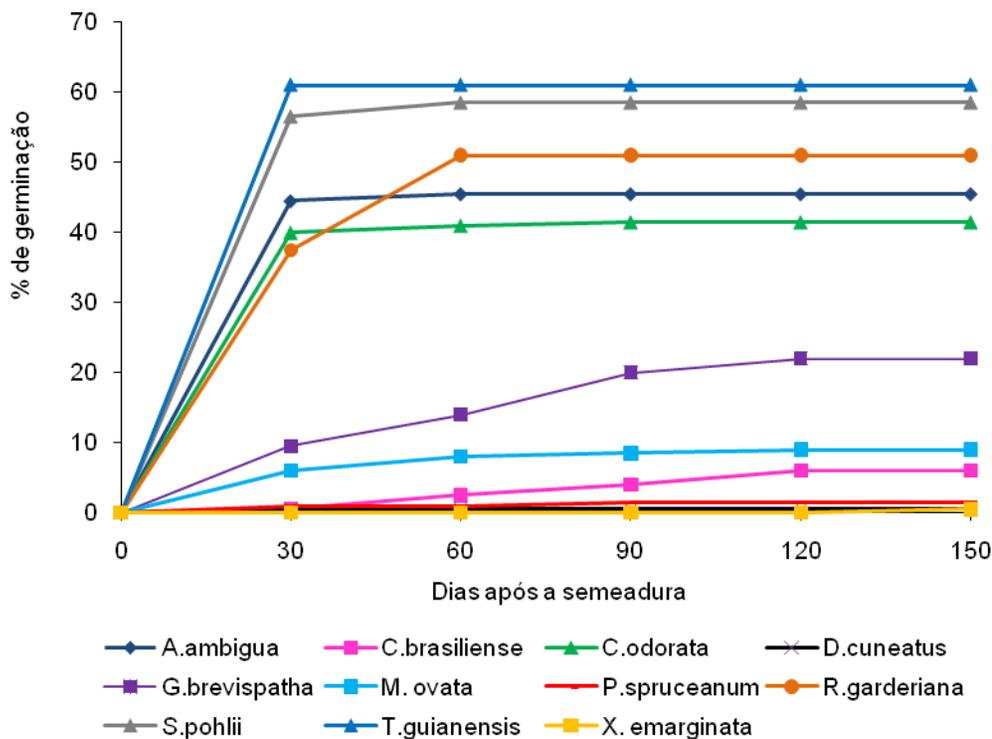


Figura 21 - Distribuição da germinação de 11 espécies arbustivo-arbóreas da Floresta Paludosa de Bauru/SP, ao longo de 150 dias, mantidas em campo, em parcelas mais secas e parcelas mais úmidas. O experimento foi realizado em 2009, 2010 e 2011, conforme frutificação

Além do encharcamento, a predação por vertebrados, invertebrados e fungos são fatores responsáveis pela inviabilização das sementes que não germinam logo após serem dispersas, conforme estudo realizado por Fischer e dos Santos (2001), com sementes de *C. brasiliense* em condições de campo.

Foram realizados testes de germinação em condições artificiais e naturais, de 11 espécies entre as mais abundantes e com maiores índices de valor de importância nos estratos superior e inferior da FPUBA. Das 12 espécies previamente selecionadas para este experimento, *Guarea kunthiana* não pode ser testada, pois não foram encontrados indivíduos frutificando após o início na coleta de sementes que aconteceu de novembro de 2009 a março de 2011.

O acompanhamento da germinação das sementes em laboratório teve por objetivo analisar a viabilidade das sementes utilizada em todo o experimento. Das espécies analisadas, apenas as sementes de *D. cuneatus* não tiveram nenhuma germinação em campo encharcado e em germinador, e apenas uma semente germinou nos blocos experimentais colocados na região com solo mais seco da floresta. Todas as outras espécies testadas apresentaram sementes viáveis com germinação em algum dos testes, laboratorial ou natural (Tabela 13).

R. gardneriana, *S. pohlii*, *T. guianensis* foram as espécies com melhores taxas de germinação nas duas áreas naturais (Tabela 13).

Tabela 13 - Taxas de germinação de cinco espécies estudadas em laboratório, no solo da Floresta Paludosa de Bauru/SP na parcelas mais encharcadas e nas parcelas mais secas, avaliadas por 120 dias em germinador e 180 dias em campo de março de 2009 a março de 2011. As espécies estão ordenadas por ordem decrescente de taxa de germinação no solo encharcado

Espécies	Solo encharcado (%)	Solo seco (%)	Germinador (%)
<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	62	40	19
<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	53	64	75
<i>Ardísia ambigua</i> Mart.	50	41	52
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	49	73	0
<i>Cedrela odorata</i> L.	37	46	92
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	36	12	11
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	27	17	6
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	14	8	28
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	4	2	25
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	1	0	0
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	0	1	24

Segundo análise de qui-quadrado apresentada na Tabela 14, as espécies *C. brasiliense*, *R. gardneriana* e *T. guianensis* tiveram diferenças significativas nas taxas de germinação em áreas com diferenças de umidade do solo. *C. brasiliense* e *R. gardneriana* tiveram melhor germinação nas parcelas encharcadas enquanto *T. guianensis* teve maior taxa de germinação nas parcelas com solo mais bem drenado.

Esse resultado não corrobora com os dados de abundância das espécies adultas analisados no Capítulo 2 dessa tese, onde *T. guianensis* mostrou-se mais abundante em áreas encharcadas do que nas regiões mais secas da floresta estudada, mas vai de encontro com os resultados de Teixeira e Assis (2009) que encontraram a mesma espécie e também *R. gardneriana* em Florestas Paludosas, ocorrendo com maior frequência em áreas bem drenadas. *C. brasiliense* que no teste de germinação mostrou melhores resultados nas parcelas encharcadas, já foi descrita por outros autores como sendo típica de ambientes úmidos, com alta sobrevivência das sementes e desenvolvimento de plântulas eficaz nesses ambientes (TEIXEIRA; ASSIS, 2009; OLIVEIRA; JOLY, 2010; SCARANO, 2006; SCARANO et al., 1997, SCARANO, 2002). Todas as outras espécies analisadas não tiveram germinação significativamente diferente nas duas áreas testadas. Tais resultados evidenciam mais uma vez a pouca variação ambiental a que estão submetidas às populações dessa formação estudada.

Mecanismos de dispersão em épocas secas e tolerância à germinação em ambientes encharcados são características que conferem maior sucesso na sobrevivência de espécies como *C. brasiliense* e *M. ovata* que ocorrem em áreas de Floresta Paludosa. As sementes dessas espécies não são capazes de germinar sob condição de hipóxia (MARQUES; JOLY, 2000b; LOBO; JOLY, 1995, 1996), no entanto, com a dispersão acontecendo no início da estação seca as sementes encontram microhabitats favoráveis para a germinação. Neste experimento, as sementes dessas duas espécies foram colocadas no campo no início da estação seca (abril) quando o encharcamento do solo não era suficiente para que as sementes ficassem submersas nem mesmo nas parcelas menos drenadas, garantindo assim taxas superiores de germinação nessas parcelas.

Tabela 14 - Teste qui quadrado para frequência de germinação de sementes de 11 espécies da FPUBA em áreas com diferentes drenagens. N° de sementes = número total de sementes colocadas na floresta. Germinação seco = frequência de sementes germinadas em áreas bem drenadas da floresta; Germinação encharcado = frequência de sementes germinadas em área mal drenada na floresta; X^2 = qui quadrado; p = valor de significância do teste à 1%. As espécies foram ordenadas em ordem decrescente de germinação no solo encharcados

Espécie	Nº de sementes	Germinação Seco (%)	Germinação Encharcado (%)	X^2	p
<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	200	40	62	9,68	0,002**
<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	200	64	53	2,49	0,11
<i>Ardísia ambigua</i> Mart.	150	41	50	2,26	0,13
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	200	73	49	12,1	0,0005**
<i>Cedrela odorata</i> L.	200	46	37	1,67	0,2
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	200	12	36	15,79	<0,0001**
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	200	17	27	2,91	0,09
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	200	8	14	1,84	0,17
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	200	2	4	0,69	0,41
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	200	0	1	1,01	0,32
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	200	1	0	1	0,32

** altamente significativo a 1 %.

Ardisia ambigua é uma espécie da família das Myrsinaceae muito freqüente no sub-bosque da FPUBA, segundo levantamento do estrato inferior realizado em 2006 (CARBONI, 2007), e comumente encontrada em formações de Floresta Paludosa na província Paranaense (TEIXEIRA; ASSIS, 2011). É uma espécie arbustiva cujos oito indivíduos estudados durante acompanhamento fenológico e dos quais foram coletadas as sementes para o teste de germinação, tinham entre 2,5 e 4,5 metros de altura na fase adulta. Essa espécie apresentou altas taxas de germinação, acima de 40%, em ambas as áreas testas (solo pouco e muito drenado).

Xylopia emarginata, espécie encontrada mais freqüentemente em Floresta Paludosas do Brasil Central e em formações com entorno de Cerrado (TEIXEIRA; ASSIS, 2011), não teve boa germinação das sementes no campo, no entanto a germinação em laboratório com temperatura, e luz controladas, chegou a 24% (Tabela 13). Essa espécie é freqüente no sub-bosque, apresentando muitas plântulas provenientes de raiz gemífera, estratégia que pode conferir a esta espécie alguma vantagem no recrutamento de descendentes.

Outra espécie com reprodução vegetativa é *Geonoma brevispatha* que apresentou 27% e 17% de taxa de germinação em áreas com solo menos drenado e mais drenado, respectivamente.

C.odorata, cujas sementes estavam viáveis como pode ser percebido pela alta taxa de germinação em laboratório (Tabela 13), apresentou baixa taxa de germinação em campo sem diferença significativa entre as áreas testadas. Foram observadas plântulas de *C.odorata* no sub-bosque da floresta estudada, provenientes de raiz gemífera.

3.3.3 Dinâmica das plântulas

A metodologia de amostragem de plântulas com tempos cronometrados pode indicar a frequência dessas espécies no sub-bosque da FPUBA. As espécies que apresentaram maior número de indivíduos encontrados por minuto foram: *P.spruceanum* (10,91 ind/min), *A. ambigua* (4,71 ind.min⁻¹), *G.kunthiana*(3,18 ind.min⁻¹), *G.brevispatha* (2,83 ind.min⁻¹), *X. emarginata* (2,61 ind.min⁻¹) e *R. gardneriana* (2,17 ind.min⁻¹) (Tabela 15).

X. emarginata e *P. spruceanum* também foram freqüentes sendo a terceira e quarta espécies mais freqüentes entre os indivíduos adultos ($\geq 4,76$ cm DAP) respectivamente, o que indica que a taxa de mortalidade entre essas espécies na fase jovem, 18,2% e 36, 4%, não impede que esses indivíduos cheguem com sucesso à vida adulta.

A baixa freqüência de indivíduos adultos de *C. odorata* (FR = 6,48%) também se repete no sub-bosque (0,47 ind.min⁻¹), no entanto, todas as plântulas encontradas tinham origem vegetativa, o que nos levou a questionar a eficiência da reprodução sexuada dessa espécie na floresta estudada.

Para investigar se as espécies adultas de *C. odorata* eram clones devido à reprodução vegetativa observada nas plântulas (Figura 22), foram realizadas análises genéticas através do DNA foliar dos 30 indivíduos adultos amostrados nas parcelas de levantamento fitossociológico. Os resultados indicaram que todos os indivíduos amostrados são distintos geneticamente, descartando assim a hipótese de clones entre os adultos. As análises genéticas foram realizadas no Laboratório de Reprodução e

Genética de Espécies Arbóreas (LARGEA), localizado no Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, e os resultados dessa análise ainda aguardam tratamento estatístico para posterior publicação e por isso não serão apresentados nessa tese.

Apesar da floração de *C.odorata* ter apresentado padrão anual, a frutificação foi supra-anual e pode esta relacionada com fatores climáticos como precipitação e temperatura (ANDRADE et al., 2009). A mortalidade dessa espécie entre as plântulas avaliadas no período de um ano foi de 71,4 %, e apenas oito indivíduos estavam vivos na segunda medição. Dentre as plântulas que sobreviveram apenas uma teve crescimento positivo, pois as outras estavam desfolhadas no período da segunda medição. Com isso a média de crescimento para a espécie foi superestimada pela pequena amostragem.

Diante desses resultados e da alta taxa de germinação (aproximadamente 40%) dessa espécie, acredita-se que a o banco de plântulas gerado em períodos mais longos do que o estudado garanta o recrutamento de indivíduos de *C.odorata* e a manutenção da espécie nessa floresta. Esses dados sugerem que ela não seja uma das espécies que devam inicialmente ser introduzidas em áreas degradadas de Florestas Paludosas, devendo sua introdução se dar sim, mas atendendo a um planejamento espacial.

Tabela 15 - Parâmetros avaliados para as plântulas de 12 espécies da FPUBA. ind.min⁻¹= número de indivíduos amostrados por minuto; Número de indivíduos amostrados em 2009, Número e Porcentagem de indivíduos mortos na segunda avaliação, em 2010; Média cresc. = Média de crescimento das plântulas em um ano, Prop. = propágulo de origem das plântulas avaliado; R = raiz gemífera; S = semente; S/R = indivíduos que apresentaram as duas formas de reprodução. A tabela foi ordenada de forma decrescente para número de indivíduos encontrados por minuto (ind.min⁻¹)

Nome Científico	ind.min ⁻¹	Nº ind. 2009	Nº de ind.mortos	% Mortas 2010	Média cresc. (cm)	Prop.
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	10,91	55	20	36,4	5,8 ± 5,0	S
<i>Ardísia ambigua</i> Mart.	4,71	54	8	14,8	7,3 ± 6,7	S
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	3,18	55	8	14,5	8,7 ± 6,4	S
<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	2,83	52	9	17,3	13,9 ± 13,9	S/R
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	2,61	55	10	18,2	4,9 ± 3,3	S/R
<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	2,17	55	11	20	7,4 ± 7,5	S
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	2,06	54	12	22,2	6,1 ± 8,5	S
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	1,98	54	25	46,3	9,6 ± 11,3	S
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1,38	50	8	16	6,7 ± 4,2	S
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	0,96	55	17	30,9	4,8 ± 2,3	S
<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	0,9	55	20	36,4	5,4 ± 3,4	S
<i>Cedrela odorata</i> L.	0,47	28	20	71,4	36	R



Figura 22 - Indicação de indivíduo jovem de *Cedrela odorata* originada de raiz gemífera na Floresta Paludosa de Bauru/SP. Seta branca indicando plântula originada de raiz

Espécies de habitats aquático geralmente tem capacidade de se reproduzirem de forma assexuada como estratégia de sobrevivência nesses ambientes (CRAWFORD, 1992). Além de *C. odorata*, *X. emarginata* e *G. brevispatha* são espécies que também apresentaram reprodução vegetativa nesta comunidade (Tabela 15). A presença de raízes gemíferas nas plântulas de *C. odorata* e de *X. emarginata* da FPUBA pode ser confirmada através de análises morfo-anatômicas das raízes dessas espécies realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal da ESALQ/USP (Figura 22).

G. brevispatha é uma espécie de palmeira clonal, com brotação vegetativa formando grandes touceiras, é endêmica de áreas pantanosas de beiras de córrego, matas ciliares ou florestas de várzea úmida no Sudeste e Brasil central, bem como Peru, Bolívia e Paraguai (HENDERSON et al., 1995).

Em estudo realizado em uma Floresta Paludosa no sudeste do Brasil, Souza (2004) constataram que a maioria dos indivíduos de *G. brevispatha* ocorreu na zona de

transição entre canais de drenagem e os montículos (bem drenados), isto é, em micro-sítios, periodicamente inundadas e áreas bem drenadas. O que sugere uma forte dependência com micro-sítios muito molhados, mas não completamente alagados.

Durantes a segunda avaliação, dos 454 indivíduos vivos, apenas 51,5% tiveram crescimento no período. O mesmo percentual de crescimento foi observado por Santos (2007) em avaliação de regenerantes em clareiras de Floresta de Restinga na Ilha do Cardoso/SP.

Segundo dados apresentados na Tabela 15 e Figura 23, excluindo o valor da média de crescimento de *C.odorata* que teve a maior amplitude na média de crescimento representado por apenas um indivíduo com crescimento positivo, *G. brevispatha* foi a espécie com maior média de crescimento em altura total. Isso se justifica também pela morfologia dessa palmeira onde as plântulas crescem verticalmente por adicionar folhas jovens a uma haste vertical (SOUZA, 2004).

O decréscimo na média de altura por espécies apresentado na Figura 24, pode estar relacionado com a perda de folhas pelas plântulas no período avaliado. Muitos indivíduos amostrados na segunda avaliação encontravam-se sem folhas, devido provavelmente à herbivoria ou inundação sofrida pelos juvenis. A mortalidade (27%) das plantas amostradas também pode estar relacionada a herbivoria ou mais provavelmente à inundação da área nos períodos mais chuvosos do ano, pois estas não foram encontradas quebradas, mas sim, mortas tombadas ou em pé, ou não foram mais encontradas.

De forma geral, o crescimento em altura total das plântulas das 12 espécies analisadas, apresentou pequeno crescimento em um ano. As espécies *T.guianenses*, com 6,7cm de média de crescimento, *C.brasiliense*, 6,1 cm, e *D.cuneatus* com 4,8cm, que também tiveram o desenvolvimento das plântulas acompanhados no período de uma ano em Floresta de Restinga, apresentaram maiores médias de crescimento em altura (12 cm, 12cm e 8 cm respectivamente), em condições de luz (SANTOS, 2007).

Nas condições de sombra em que se encontram na Floresta Paludosa de Bauru, o crescimento foi pequeno reforçando a lentidão do ciclo florestal dessa comunidade já observado na análise dos indivíduos adultos. O ciclo florestal lento desta comunidade

consequente irá se refletir na lentidão na recuperação dessas florestas pós distúrbio antrópico ou natural.

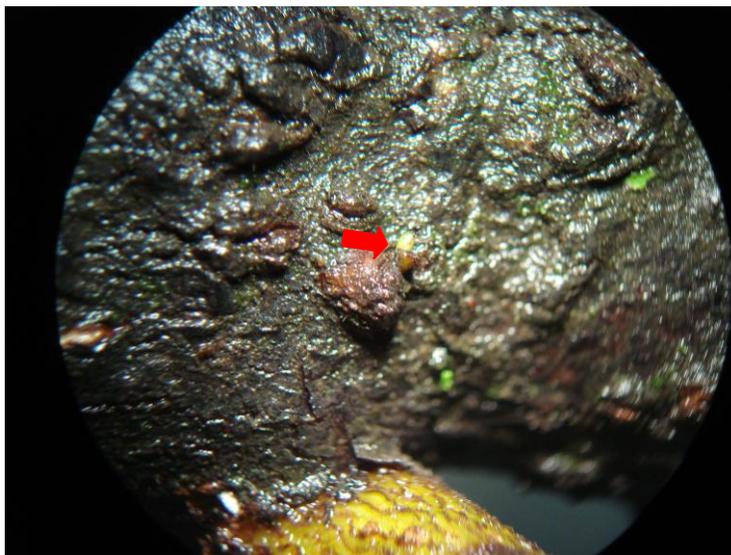


Figura 23 - Imagem de microscópio esteroscópico de raiz de *Xylopia emarginada* com iniciação de gema radicular (seta vermelha)

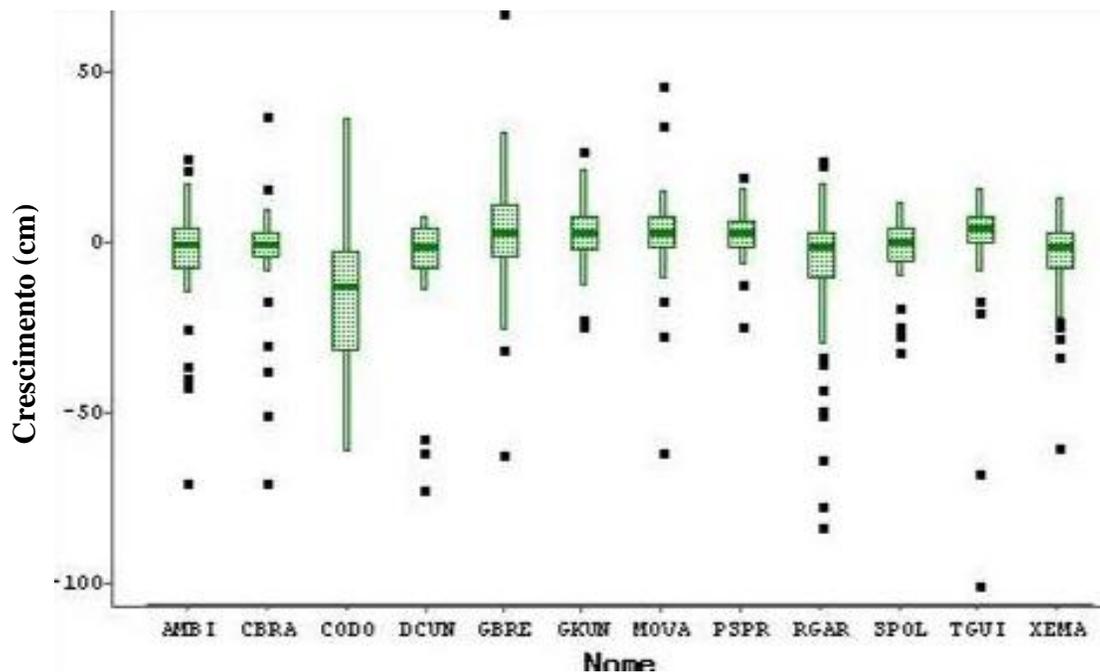


Figura 24 - Boxplots da média de crescimento em altura total das plântulas amostrados na Floresta Paludosa de Bauru/SP, no período de 2009 a 2010, incluindo os mortos. A barra horizontal das caixas indica a média no valor de altura para cada espécie. Os pontos indicam as mínimas e máximas alturas encontradas por espécie. AMBI = *Ardisia ambigua*, CBRA = *Calophyllum brasiliense*, CODO = *Cedrela odorata*, DCUN = *Dendropanax cuneatus*, GBRE = *Geonoma brevispatha*, GKUN = *Guarea kunthian*, MOVA = *Magnolia ovata*, PSPR = *Protium spruceanum*, RGAR = *Rapanea gardneriana*, SPOL = *Styrax pohlii*, TGUI = *Tapirira guianensis* e XEMA = *Xylopia emarginata*.

Das 622 plântulas amostradas na primeira avaliação, 27% estavam mortas ou não foram encontradas na segunda avaliação. A maior mortalidade de plântulas se deu nas menores classes de altura total dos indivíduos (Figura 25), em medida feita da altura da folha mais alta até o solo.

A determinação da composição das espécies das florestas tropicais opera com mais intensidade nas fases iniciais do desenvolvimento (SWAINE; HALL, 1988), assim, a taxa de mortalidade é maior nas plântulas e vai decrescendo com o aumento dos indivíduos (MILTON et al., 1994; CLARK; CLARK, 1992).

A diminuição na densidade a o alto índice de mortalidade da vegetação principalmente nas menores classes de diâmetro pode estar ocorrendo em função das inundações nas épocas mais chuvosas. As cheias provocam a retirada de serapilheira e aumentam a instabilidade do solo, provocando o arranque e o arraste de algumas

plântulas e indivíduos jovens que não apresentam sistema radicular ainda bem desenvolvido (BERTANI et al., 2001).

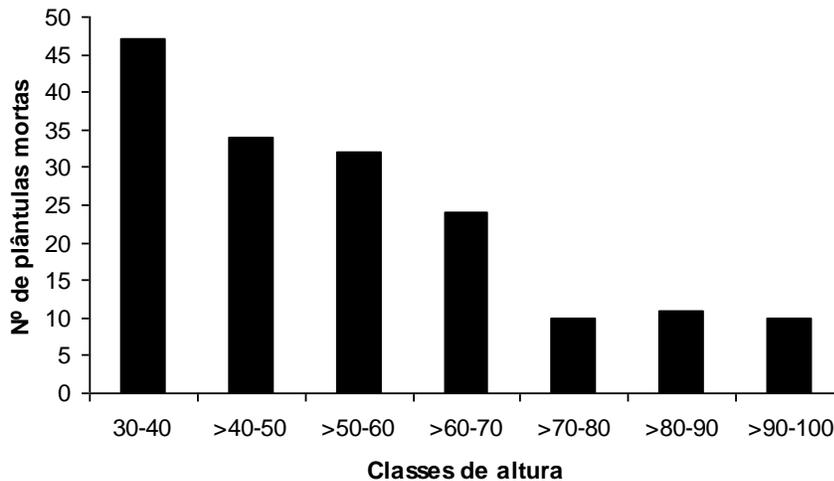


Figura 25 - Distribuição de frequência das plântulas mortas, por classes de altura total, amostrados na Floresta Paludosa de Bauru/SP, em 2009

Segundo teste de qui quadrado ($X^2 = 45$ com $p < 0,001$), para comparação da frequência encontrada e frequência esperada de indivíduos mortos entre as espécies avaliadas, *M. ovata*, *C. odorata*, *P. spruceanum*, *S. pohlii* e *D. cuneatus* apresentaram maior mortalidade do que o esperado, indicando ser esta etapa importante filtro a ser superada na sobrevivência dessas espécies (Tabela 16).

A mortalidade, no entanto, pode ser consequência da competição intra e interespecífica, da predação de plântulas ou ainda a intolerância às condições ambientais. A redução no número de indivíduos ao longo do tempo é comum para a maioria das populações, pois é no estágio de plântula que ocorre a maior mortalidade (MOGIE; LATHAM; WARMAN, 1990; VIEIRA; GANDOLFI, 2006).

Fatores como predação e herbivoria não foram avaliadas neste estudo, no entanto, foi observado em campo que a remoção das plântulas pelo arraste após enchentes nas épocas mais chuvosas pode estar relacionado com a mortalidade das mesmas.

Tabela 16 - Teste qui quadrado para Frequência de indivíduos mortos por espécie. Os valores foram calculados baseando-se na hipótese que as espécies apresentavam a mesma porcentagem de indivíduos mortos a 5% de significância. Onde N=número de indivíduos iniciais. Tabela ordenada por ordem decrescente do número de indivíduos mortos por espécie

Espécie	N	Mortos (Esperados)
<i>Magnolia ovata</i>	54	25(14,58)
<i>Cedrela odorata</i>	28	20(7,562)
<i>Protium spruceanum</i>	55	20(14,85)
<i>Styrax pohlii</i>	55	20(14,85)
<i>Dendropanax cuneatus</i>	55	17(14,85)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	54	12(14,58)
<i>Rapanea gardneriana</i>	55	11(14,85)
<i>Xylopia emarginata</i>	55	10(14,85)
<i>Geonoma brevispata</i>	52	9(14,04)
<i>Tapirira guianensis</i>	50	8(13,5)
<i>Ardisia ambigua</i>	54	8(14,58)
<i>Guarea kuntiana</i>	55	8(14,85)
Total	622	168
$\chi^2=45, p<0,001$		

O alagamento é prejudicial para a maioria das plantas terrestres, afetando o crescimento e se ultrapassar algumas semanas geralmente resultando em morte (BAILEY-SERRES; VOESENEK, 2008). Geralmente o alagamento reduz o crescimento das plantas, porque os sistemas de raiz são incapazes de sobreviver em um ambiente pobre em oxigênio, perdendo a capacidade de absorver água e nutrientes, e para de sintetizar hormônios como citocininas (JACKSON, 1993). Em hipóxia e anóxia, o metabolismo da raiz muda de sistema aeróbica para anaeróbica, com uma redução na produção de energia por molécula de carboidrato e com o aumento na produção de quantidades potencialmente tóxicos do etanol e/ou lactato (CRAWFORD, 1992; JOLY; BRANDLE, 1995; DREW, 1997). Até mesmo nas florestas tropicais úmidas, como as estuda da Costa Rica, onde a precipitação média anual é de 4.000 mm, observaram-se maiores mortalidades de plântulas em períodos de maior precipitação (LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1987).

Algumas plantas, no entanto, conseguem sobreviver por longos períodos de alagamento, e também crescer vigorosamente nesta condição (KOLB; JOLY, 2009), graças a uma combinação de adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e bioquímicas (JOLY, 1991; KOLB; JOLY 2009). Essas diferentes respostas às inundações podem determinar a composição de espécies e a abundância ao longo de um gradiente de intensidade de inundações (BLOM; VOESENEK, 1996; DREW, 1997; SILVERTOWN et al., 1999; VAN ECK et al., 2004).

As espécies aqui avaliadas representam um conjunto de espécies que evolutivamente desenvolveram a capacidade de ocupar sítios paludosos como demonstra sua abundância local e em grande número de fragmentos de Florestas Paludosas presentes pelo Brasil, no entanto, apesar de suas adaptações a esse tipo de habitat, diferenças intrínsecas a cada espécie, ou de interação entre elas ou com o meio determinam a estrutura da comunidade local onde elas se apresentam com diferente importância estrutural. Dessa forma as diferenças em taxas de sobrevivência são importantes na determinação dessas diferenças.

As maiores taxas de sobrevivência foram apresentadas pelas espécies *A.ambigua*, *G.kunthiana* e *T.guianensis*, tendo as duas últimas mais a espécie *P.spruceanum* apresentado também taxas significativas de médias de crescimento para o período avaliado (Tabela 17). Esta espécie já foi descrita como dominante em áreas não inundáveis de mata de galeria por Van der Berg e Oliveira Filho (2000), mas aparece entre as mais abundantes em Florestas Paludosas de outros trabalhos (SILVA et al., 2007; IVANAUSKAS et al., 1997; TEIXEIRA; ASSIS, 2005, 2011) o que leva a crer que *T.guianensis* e *S.pohlilii*, são espécies generalistas com alta plasticidade fenotípica.

Tabela 17 - Teste de normalidade para diferença entre as alturas nas duas medições para as espécies. Quando os dados foram normais ($p > 0,05$) foi realizado teste t de Student pareado representado pela letra t, e quando não foram, foi realizado o teste dos sinais, representado pela letra M

Espécies	Shapiro-Wilk		Teste de comparação		
	W	P	Estatística	P	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	0,71	<0,0001	M 11	0,0005*	
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	0,88	0,001	M 8,5	0,006*	
<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	0,98	0,22	t 2,24	0,02*	
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	0,84	0,0005	M 5,5	0,06	
<i>Cedrela odorata</i> L.	0,79	0,02	M -2,5	0,12	
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	0,96	0,28	t -1,45	0,15	
<i>Geonoma brevispata</i> Barb. Rodr.	0,91	0,003	M 4,5	0,21	
<i>Rapanea garderiana</i> (A.DC.) Mez	0,86	<0,0001	M -3,5	0,36	
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	0,81	0,0001	M -3,5	0,36	
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	0,8	<0,0001	M -1,5	0,74	
<i>Ardisia ambígua</i> Mart.	0,89	0,0007	M -1	0,88	
<i>Styrax pohlli</i> A. DC.	0,84	0,0002	M 0,5	1	

* valores significativos a 5% de probabilidade

T. guianensis também já foi descrita como sendo de ampla distribuição no Brasil sendo freqüentes tanto em solos inundáveis quanto em solos bem drenados com entorno de cerrado (WALTER; RIBEIRO, 1997). Sua ampla distribuição e importância ecológica podem ser explicadas pela eficiência da reprodução sexuada dessa planta (LENZA; OLIVEIRA, 2005).

O significativo crescimento em altura total das espécies citadas acima pode estar relacionado à maior necessidade de luz para o desenvolvimento. O alongamento do caule em baixa irradiância, que permite acesso mais rápido à luz, quando ocorre sombreamento por outras espécies, também é uma característica de espécies que demandam alta irradiância para seu crescimento (POORTER, 1999).

Apesar de *C. brasiliense* não ter apresentado os melhores índices de crescimento e sobrevivência quando comparadas com as outras espécies avaliadas, sua capacidade de tolerar e crescer em condições de prolongado tempo de encharcamento já foi demonstrada em alguns estudos (MARQUES; JOLY, 2000a, 2000b; OLIVEIRA; JOLY, 2010). O que indica alta adaptação às mesmas condições de encharcamento, das outras espécies aqui apresentadas.

Sabidamente ocorrem variações de crescimento entre espécies, assim como pode haver variações dentro de uma mesma espécie, ou mesmo entre indivíduos, pois além da influência genética, provavelmente as condições de iluminação, encharcamento e herbivoria são diferentes ao longo da vida.

3.4 Considerações Finais

Este trabalho indicou que os padrões da fenologia reprodutiva em Florestas Paludosas apresentam sazonalidades relacionadas principalmente com os regimes de pluviosidade. Por tratar-se de uma formação florestal onde não há déficit hídrico, as limitações nos padrões fenológicos da comunidade mostram-se relacionadas com o estresse pela saturação hídrica prolongada no solo. A Floresta Paludosa apresentou sazonalidade nas fenofases reprodutivas concentradas no início da estação chuvosa, no entanto, com alternância de produção de flores e frutos de ano a ano onde a fenologia da maioria das espécies foi supra-anual.

Os dados indicam que apesar da adaptação das espécies paludícolas à condição de anoxia e hipóxia no solo, alterações sensíveis do regime hídrico como chuvas intensas em períodos prolongados alterem a dinâmica reprodutiva dessas formações, aumentando a mortalidade de indivíduos adultos e juvenis, alterando a produção de frutos e expondo sua fragilidade às alterações climáticas. No entanto, fazem-se necessárias avaliações em períodos mais prolongados para que esta questão possa ser melhor respondida.

O pico de dispersão das principais espécies dessa formação na estação seca até o início das águas indica uma estratégia para aumentar a sobrevivência das plântulas no período chuvoso. Outra evidência foi o pico de germinação nos primeiro dois meses após serem semeadas, independente da umidade a que estavam submetidas as sementes. A rápida germinação e o estabelecimento das plântulas antes dos meses mais chuvosos garantem a estas espécies maior sucesso na sobrevivência dos indivíduos, evitando fatores como predação e herbivoria além da remoção das plântulas pelo arraste após enchentes.

As espécies *C. brasiliense*, *R. gardneriana* e *T. guianensis* tiveram diferenças significativas nas taxas de germinação em áreas com diferenças de umidade do solo. *C.*

brasiliense e *R. gardneriana* tiveram melhor germinação nas parcelas encharcadas enquanto *T.guianensis* teve maior taxa de germinação nas parcelas com solo mais bem drenado. A instalação das parcelas paralelas ao curso d'água e próximas deste, além do pequeno tamanho do fragmento, indicaram que as espécies amostradas e as áreas escolhidas para o teste de germinação, apesar da aparente diferença de drenagem do solo, não são suficientemente variáveis para a maioria das populações estudadas.

Algumas espécies como *C. odorata*, *X. emarginata* e *G. brevipatha* apresentaram reprodução vegetativa. Entre estas, todas as plântulas amostradas de *C. odorata* tinham origem de raiz gemífera. Os resultados para essa espécie indicaram ainda, pouca produção de frutos, em períodos superiores há um ano e alta mortalidade das plântulas. Diante desses resultados e da alta taxa de germinação dessa espécie, acredita-se que o banco de plântulas gerado em períodos mais longos do que o estudado garanta o recrutamento e a manutenção dessa população da floresta.

As altas taxas de sobrevivência de *A.ambigua*, *G.kunthiana* e *T.guianensis*, e de crescimento das plântulas das duas últimas citadas mais a espécie *P.spruceanum* revelam espécies adaptadas as condições locais. Mais do que isso, *P.spruceanum*, *T.guianensis* e *S.pohlii*, são espécies generalistas com alta plasticidade fenotípica e com grande importância para as Florestas Paludosas e para floresta sem encharcamento permanente. Já as espécies *C.brasiliense*, *X.emarginata*, *D.cuneatus*, *G.kunthiana*, *R.gardneriana* e *M.ovata* são espécies mais comumente encontradas em formações permanentemente encharcadas.

Os ciclos fenológicos longos, a alta mortalidade e o pequeno crescimento em altura da maioria das espécies avaliadas indicam ciclos florestais lentos, que também foi observado entre as espécies adultas. Assim, formações florestais com encharcamento permanente mostram-se sensíveis à degradação, com recuperação lenta pós distúrbios naturais e antrópicos.

Espécies têm potenciais fenotípicos produzidos ao longo de um processo seletivo histórico e de potenciais resultantes da variabilidade genética atual que pode divergir da já selecionada. No habitat, as espécies se estabelecem, interagem com o meio e entre si de forma dinâmica e histórica, assim as avaliações aqui feitas refletem possivelmente

tendências, mas não necessariamente padrões únicos que podem variar de acordo com realidades ambientais locais um pouco distintas, conjuntos de espécies um pouco distintos e cenários históricos locais. No entanto, as evidências aqui obtidas permitem não só tentar interpretar aspectos da dinâmica dessa Floresta Paludosa, mas também projetar essa dinâmica em outros fragmentos da mesma formação. Por fim, apenas a repetição de estudos dinâmicos sobre essa formação, o acompanhamento de mais longo prazo em parcela e ou experimentos permanentes, bem como a experimentação da restauração de trechos dessa formação permitirão melhor vislumbrar as tendências de estruturação e manutenção dessas comunidades

Referências

- ANDRADE, A.C.O.; LOBÃO, M.S.; MORATO, E.F. Fenologia de árvores de *Cedrela odorata* L. e *Cedrela fissilis* Vell. no Estado do Acre. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: SEB, 2009. p. 1-3.
- ANTUNES, N.B.; RIBEIRO, J.F.; SALOMÃO, A.N. Caracterização de frutos e sementes de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 112-119, 1998.
- BAILEY-SERRES, J.; VOESENEK, L.A.C.J. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 59, p. 313–339, 2008.
- BAWA, K.S.; KRUGMAN, S.L. Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management. In: GOMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. (Ed.). **Rain forest regeneration and management**. London: UNESCO, 1991.
- BERTANI, D.F.; RODRIGUES, R.R.; BATISTA, J.L.F.; SHEPHERD, G.J. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 11-23, 2001.
- BLOM, C.W.P.M.; VOESENEK, L.A.C.J. Flooding: the survival strategies of plants. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 11, p. 290–295, 1996.
- CARBONI, M. **Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecídua ribeirinha com influência fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru – SP**. 2007. 118 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.

CAVASSAN, O.; CESAR, O.; MARTINS, F.R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 91–106, 1984.

CLARK, D.A.; CLARK, D.B. Life history diversity of Canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. **Ecological Monographs**, Washington, v. 62, n. 3, p. 315-344, 1992.

CRAWFORD, R.M.M. Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution. **Advances in Ecological Research**, London, v. 23, p. 93–185, 1992.

DREW, M.C. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 48, p. 223–250, 1997.

DUARTE, H.M.; GEBLER, A.; SCARANO, F.R.; FRANCO, A.C.; DE MATTOS, E.A.; NAHM, M.; RENNEENBERG, H.; RODRIGUES, P.J.F.P.; ZALUAR, H.L.T.; LUTTGE, U. Ecophysiology of six selected shrub species in different plant communities at the periphery of the Atlantic Forest of SE Brazil. **Flora**, Jena, v. 200, p. 456–476, 2005.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A.; MELLO, C.M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) MORONG. – LEGUMINOSAE. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

ERIKSSON, O.; EHRLÉN, J. Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. **Oecologia**, Berlin, v. 91, n. 3, p. 360-364, 1992.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 250 p.

FERREIRA, C.S.; PIDADE, M.T.F.; JUNK, W.J.; PAROLIN, P. Floodplain and upland populations of Amazonian *Himatanthus sucuuba*: effects of flooding on germination, seedling growth and mortality. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 60, p. 477–483, 2007.

FISCHER, E.; DOS SANTOS, F.A.M. Demography, phenology and sex of *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) trees in the Atlantic forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 17, p. 903-909, 2001.

FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, San Juan, v. 24, p. 422-423, 1974.

FOURNIER, L.A.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, San Juan, v. 25, p. 45 -48, 1975.

FOURNIER, L.A.; SALAS, S. Algunas observaciones sobre la dinamica de la floracion en el bosque humedo de Villa Collon. **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 14, p. 75-85, 1966.

FRANKIE, G.F.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 881-913, 1974.

GRESSLER, E. **Fenologia de espécies de Floresta Atlântica, Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, Estado de São Paulo: comparação entre estratos e influência de borda natural**. 2010. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2010.

HARPER, J.L. **The population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892 p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**. Princeton: University Press, 1995.

HILTY, S.L. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in pacific Colombia. **Biotropica**, Wahington, v. 12, p. 292-306, 1980.

INSTITUTO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS, UNESP/BAURU-SP. **Estação Meteorológica Automática**. Disponível em: <http://web.ipmet.unesp.br/index2.php?menu_esq1=&abre=ipmet_html/estacao/historico.php>. Acesso em: 14 jun. 2010.

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga - SP: florística, fitossociologia e seletividade das espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 139-153, 1997.

JANZEN, D.H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution**, Lancaster, v. 21, p. 620- 637, 1967.

JANZEN, D.H.; VASQUEZ-YANES, C. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested Wildlands. In: GOMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. (Ed.). **Rainforest regeneration and management**. Paris; Parthenon; Carnforth, Lancashire: UNESCO, 1991. p. 137-157. (Man and Biosphere Series, 6).

JEFFERSON, R.G.; USHER, M.B. Seed rain dynamics in disused chalk quarries in the Yorkshire Wolds, England, with special reference to nature conservation. **Biological Conservation**, Barking, v. 47, p. 123-136, 1989.

- JOLY, C.A. Flooding tolerance in tropical trees. In: DAVIES, M.B.; LAMBERS, H. (Ed.). **Plant life under oxygen deprivation**. Amsterdam: Academic Publishing, 1991. p. 23–34.
- JOLY, C.A.; BRANDLE, R. Fermentation and adenylate metabolism of *Hedychium coronarium* J.G. (Zingiberaceae) and *Acorus calamus* L. (Araceae) under hypoxia and anoxia. **Functional Ecology**, Oxford, v. 9, p. 505–510, 1995.
- KOBE, R.K. Intraspecific variation in sapling mortality and growth predicts geographic variation in forest composition. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 66, n. 2, p. 181–201, 1996.
- KOLB, R.M.; JOLY, C.A. Flooding tolerance of *Tabebuia cassinoides*: metabolic, morphological and growth responses. **Flora**, Jena, v. 204, p. 528–535, 2009.
- KOPTUR, S.; HABER, W.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forest of Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 4, p. 323–346, 1988.
- KOZLOWSKI, T.T. Responses of woody plants to flooding. In: _____ (Ed.). **Flooding and plant growth**. London: Academic Press, 1984. p. 129–163.
- LAMBERS, H.; CHAPIN III, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 2008.
- LENZA, E.; OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 179–190, 2005.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969–1982). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, p. 347–358, 1987.
- LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 177–183, 1995.
- _____. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 30–40, 1996.
- _____. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2000. p. 143–157.

LOBO-FARIA, P.C. **Estratégias adaptativas de espécies arbóreas típicas de ambientes de solo hidricamente saturado:** uma abordagem morfológica, bioquímica e ecofisiológica. 1998. 148p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1998.

MARQUES, M.C.M.; JOLY, C.A. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 107-112, 2000a.

_____. Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 113-120, 2000b.

MARTÍNEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. In: FLEMING, T.H.; ESTRADA, A. (Ed.). **Frugivory and seed dispersal:** ecological and evolutionary aspects. Dordrecht; Boston: Kluwer Academic, 1993.

MILTON, K.; LACA, E.A.; DEMMENT, M.W. Sucessional patterns of mortality and growth of large trees in a Panamanian lowland forest. **Journal of Ecology**, London, v. 82, n. 1, p. 79-87, 1994.

MOGIE, M.; LATHAM, J.R.; WARMAM, E.A. Genotype-independent aspects of seed ecology in *Taraxacum*. **Oikos**, Berlin, v. 59, p. 175-182, 1990.

MORELLATO, L.P.C. **Estudos da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil.** 1991. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 50, p. 163-173, 1990.

_____. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. **Biotropica**, Washington, v. 28, n. 2, p. 180-191, 1996.

_____. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: _____. (Org.). **História natural da Serra do Japi:** ecologia e preservação de uma área florestal do sudeste do Brasil. Campinas: Editora da UNICAMP; FAPESP, 1992. p. 112-140.

MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.; JOLY, C.A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.

MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA, E.C.; ZIPARRO, V.B. Phenology of atlantic forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

MULLER-LANDAU, H.C.; WRIGHT, S.J.; CALDERÓN, O.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Assessing recruitment limitation: concepts, methods and case-studies from a Tropical Forest. In: LEVEY, D.J.; SILVA, W.R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. Wallingford; Oxfordshire: CABI Publishing, 2002. p. 35-53.

NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Washington, v. 26, p. 141-159, 1994.

OLIVEIRA, V.C.; JOLY, C.A. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. **Trees**, Heidelberg, v. 24, p. 185–193, 2010.

PAROLIN, P. Phenology and CO₂-assimilation of trees in Central Amazonian floodplains. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 16, n. 3, p. 465-473, 2000.

_____. Seed germination and early establishment of 12 tree species from nutrient-rich and nutrient-poor Central Amazonian floodplains. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v.70, p. 89-103, 2001.

_____. Fugitive and possessive establishment strategies in Amazonian floodplain pioneers. **Flora**, Jena, v. 198, p. 444–460, 2003.

PAROLIN, P.; DE SIMONE, O.; HAASE, K.; WALDHOFF, D.; ROTTENBERGER, S.; KUHN, U. Central Amazonian floodplain forests: tree adaptations in a pulsing system. **Botanical Review**, Oxford, v. 70, p. 357–380, 2004.

PEZESHKI, S.R. Plant responses to flooding. In: WILKINSON, R.E. (Org.). **Plant environment interactions**. New York: Dekker, 1994. p. 289-321

_____. Wetland plant responses to soil flooding. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 46, p. 299–312, 2001.

PIJL, L. van der. **Principles of dispersal in higher plants**. New York; Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1982. 213 p.

PIÑA-RODRIGUES, F.G.M.; COSTA, L.G.S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 1990. p. 676-684.

- PINHEIRO, M.H.O., MONTEIRO, R., CESAR, O. Levantamento fitossociológico da floresta estacional semidecidual do Jardim Botânico de Bauru, São Paulo. **Naturalia**, São Paulo, v. 27, p. 145-164, 2002.
- PONAMPERUMA, F.H. Effects of flooding on soil. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Flooding and plant growth**. Orlando: Academic Press, 1984. p. 9–45.
- POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, Oxford, v. 13, p. 396-410, 1999.
- RATHCKE, B.; LACEY, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 16, p. 179-214, 1985.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F.; DIAS, T.A.B.; SILVA, M.R. Distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 5, p. 5-43, 2000.
- RENGIFO, E.; TEZARA, W.; HERRERA, A. Water relations, chlorophyll a fluorescence, and contents of saccharides in tree species of a tropical forest in response to flood. **Photosynthetica**, Dordrecht, v. 43, p. 203– 210, 2005.
- SANTOS, D.S.B.; FERREIRA, M.F.A. Walter and temperature sensitivity of seeds of *Beta vulgaris* during germination and emergence. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 7-11, 1993.
- SCARANO, F.R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. **Annals of Botany**, Oxford, v. 90, p. 517-524, 2002.
- _____. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, p. 491-502, 2006.
- SCARANO, F.R.; RIBEIRO, K.T.; MORAES, L.F.D.; LIMA, H.C. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.13, n.6, p. 793-803, 1997.
- SCHLÜTER, U.; MUSCHAK, M.; BERGER, D.; ALTMANN, T. Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (sdd 1-1) under different light regimes. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, n. 383, p. 867-874, 2003.
- SILVA, A.; DURIGAN, G. Germinação de sementes de *Tapirira guianensis* Aublet., Anacardiaceae, em diferentes temperaturas. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 1, n. 4, p. 77, 1991.

SILVA, A.C.; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHA, A.T. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 257-269, 2007.

SILVERTOWN, J.; DODD, M.E.; GOWING, D.J.G.; MOUNTFORD, J.O. Hydrologically defined niches reveal a basis for species richness in plant communities. **Nature**, London, v. 400, p. 61–63, 1999.

SOUZA, A.F. **Aspectos da dinâmica populacional de uma palmeira clonal na floresta paludícola da Reserva Municipal de Santa Genebra (Campinas – SP)**. 2004. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SPINA, A.P.; FERREIRA, W.M.; LEITÃO-FILHO, H.F. Floração, frutificação e síndrome de dispersão de uma comunidade de brejo na região de Campinas (SP). **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 349-368, 2001.

SWAINE, M.; HALL, J.B. The mosaic theory of forest regeneration and the determination of forest composition in Ghana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 4, p. 253-269, 1988.

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

_____. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP. Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 23, p. 843–853, 2009.

_____. Floristic relationships among inland swamp forests of Southeastern and Central-Western Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 91-101, 2011.

TEIXEIRA, A.P.; ASSIS, M.A.; LUIZE, B.G. Vegetation and environmental heterogeneity relationships in a Neotropical swamp forest in southeastern Brazil (Itirapina, SP). **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 94, p. 17-23, 2011.

TEIXEIRA, A.P.; ASSIS, M.A.; SIQUEIRA, F.R.; CASAGRANDE, J.C. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. **Wetlands Ecology and Management**, Dordrecht, v. 16, p. 451–461, 2008.

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

TURNBULL, L.A.; CRAWLEY, M.J.; REES, M. Are plant populations seed-limited? A review of seed sowing experiments. **Oikos**, Berlin, v. 88, n. 2, p. 225-238, 2000.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n.3, p 231-253, 2000.

VAN ECK, W.H.J.M.; VAN DER STEGG, H.M.; BLOM, C.W.P.M.; DE KRON, H. Is tolerance to summer flooding correlated with distribution patterns in river floodplains? A comparative study of 20 terrestrial grassland species. **Oikos**, Berlin, v. 107, p. 393–405, 2004.

VAZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiologia ecologica de las semillas de árboles de la selva tropical. **Ciencia**, Quito, v. 35, p. 191-201, 1984.

VIEIRA, D.C.M.; GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 541-554, 2006.

WALDHOFF, D.; FURCH, B. Leaf morphology and anatomy in eleven tree species from Central Amazonian floodplains (Brazil). **Amazoniana**, Manaus, v. 17, p. 79–94, 2002.

WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Spatial floristic patterns in gallery forest in the Cerrado region. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS, 1997, Brasília. **Proceedings...** Brasília: University of Brasília, 1997. p. 339-349.

WRIGHT, S.J. Phenological responses to seasonality in tropical forest plants. In: MULKEY, S.S.; CHAZDON, R.L.; SMITH, A.P. (Ed.). **Tropical forest plant ecophysiology**. New York: Chapman & Hall, 1996.

4 PRIMEIRA VERSÃO DE UM MODELO PARA DINÂMICA DA COMUNIDADE ARBUSTIVO-ARBÓREA DE UMA FLORESTA PALUDOSA

Resumo

O estudo detalhado de alguns processos ecológicos relacionados à regeneração e manutenção das espécies mais importantes na estrutura da Floresta Paludosa do *Campus* de Bauru da UNESP e comumente encontradas na maioria das Florestas Paludosas do Brasil, foi apresentado e discutido neste capítulo para auxiliar na criação de um primeiro modelo de dinâmica dessas florestas. A floresta estudada possui 2,3ha e está encravada em formações de Cerradão, Campo Úmido e Floresta Estacional Semidecidual no município de Bauru/SP. Visando formular um modelo de dinâmica florestal específico para uma floresta paludícola, foram selecionadas doze espécies, dentre as mais freqüentes na floresta estudada. Essas espécies tiveram a fenologia acompanhada ao longo de 1,5 anos, com identificação da fase fenológica em que se encontravam e quantificação estimada das sementes por elas produzidas. A germinação das sementes também foi avaliada em campo, com duas variáveis ambientais: germinação no seco e germinação em área encharcada. As plântulas (0,30 m a 1m de altura), das mesmas espécies, foram acompanhadas durante um ano para avaliação da taxa de crescimento e mortalidade. Após discussão populacional da dinâmica da Floresta Paludosa, os dados foram utilizados para a análise de agrupamento por ligação de médias de grupo (*Average Linkage Cluster Analysis*), para identificar padrões de agrupamento entre espécies e separá-las em um grupo de espécies estruturadoras da floresta e um grupo de espécies complementares. Durante avaliação da composição e estrutura da comunidade paludícola observou-se que as adaptações biológicas e ecológicas das espécies adquiridas em longo prazo, conferem a algumas populações o carácter estruturador da floresta. As espécies típicas de formações permanentemente encharcadas *Calophyllum brasiliense*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum*, *Dendropanax cuneatus* e *Xylopia emarginata*, são espécies responsáveis pela formação do dossel, pela manutenção da fisionomia florestal e pela manutenção da fauna dispersora de algumas Florestas Paludosas. Essas já são características suficientes para classificá-las como estruturadores. Podemos acrescentar a esse grupo as espécies *Ardisia ambigua* e *Geonoma brevispatha* que apesar de não estarem incluídas em todas as análises realizadas aqui, por serem de sub-bosque e uma palmeira com crescimento muito diferente das demais espécies, são comuns a esta formação. Já as espécies *Cedrela odorata*, *Rapanea gardneriana*, *Styrax pohlii* e *Tapirira guianensis* foram consideradas aqui espécies complementares. As três primeiras podem ser consideradas de menor freqüência na floresta, no entanto *T.guianensis* é altamente freqüente e foi agrupada como sendo do grupo das complementares provavelmente pela grande taxa de mortalidade e pequeno recrutamento. Em projetos de restauração dessas florestas tanto as espécies estruturadoras quando as complementares devem estar contempladas, pois apesar da tentativa de separação em grupos mais e menos freqüentes, todas as espécies apresentadas tem ocorrência em florestas hidrófilas e são ecologicamente importantes para a diversidade e para o equilíbrio desses ecossistemas. No entanto, as estruturadoras devem ser consideradas prioritárias em termos de densidade e arranjos

especiais, pois acreditamos que estas mais certamente darão condições ao estabelecimento de uma nova comunidade paludícola.

Palavras-chave: Matas de brejo; Espécies estruturadoras; Espécies complementares; Regeneração natural

Abstract

In this chapter, we present and discuss the detailed study of some ecological processes due to regeneration and maintenance of the most important and frequent species for the structure of a swamp forest, in order to propose a dynamic model for this forest formation. The studied area is located at the UNESP Campus of Bauru, São Paulo-SP. This remnant forest has 2,3 ha, and is surrounded by “Cerradão”, wet grasslands and Semideciduous Forest formations. In order to formulate a forest dynamic model specific to a swamp forest, twelve species were selected among the most frequent species of the remnant studied. The phenology of these species was studied for 1,5 year, when the phenological phases were identified and seed production was estimated. The seed germination was evaluated in field, in relation to dry and wet areas. Seedlings (0,30m to 1m tall) were studied for one year, to evaluate their growth and mortality rates. In this chapter, we discuss the population dynamic of the swamp forest, and then present an Average Linkage Cluster Analysis, used here attempting to identify linkage patterns of the species, and classify them in framework or complementary species. In the course of the evaluation of swamp community structure and composition, we observed that species biological and ecological adaptations, acquired at long term, are responsible for the current framework role developed by some populations. The typical species of permanently flooded formations *Calophyllum brasiliense*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum*, *Dendropanax cuneatus* and *Xylopia emarginata* are responsible for canopy structuring, forest physiognomy maintenance and to support dispersal fauna of other swamp forest remnants. These characteristics are enough to classify them as framework species. *Ardisia ambigua* and *Geonoma brevispatha* can also be included in this classification, although they were not included in all the analysis we realized because they are understory specie and a palm, respectively, with different growth rates in relation to the other species studied here. *Cedrela odorata*, *Rapanea gardneriana*, *Styrax pohlii* and *Tapirira guianensis* were considered complementary species. The last one is very frequent on the forest, and it was classified as complementary specie probably due to its high mortality value and low recruitment value. The others received this classification because of their low frequency on the forest. For restoration projects of swamp forests, species of both groups should be contemplated, since all the species studied here occur in flooded forests and are important for biological diversity and balance of these ecosystems, although our attempt to classify them according to their frequency. Notwithstanding, the framework species must be prioritized in terms of density and spatial arrangement, because we believe that they will give conditions most certainly the establishment of a new swamp community.

Keywords: Flooded forests; Framework species; Complementary species; Natural regeneration

4.1 Introdução

Entende-se regeneração natural como o complexo e contínuo processo de reconstituição e reorganização da estrutura e composição da comunidade, sendo determinada pelo recrutamento, crescimento e sobrevivência ao longo das diferentes fases da vida de seus indivíduos (RICHARDS, 1952; BARTON, 1984).

A composição e estrutura populacional de vegetações naturais são oriundas de uma série de eventos ecológicos variáveis no tempo e no espaço. Entre os processos que colaboram para a manutenção destas estruturas estão às estratégias de estabelecimento (PIÑA-RODRIGUES; COSTA; REIS, 1990). A variabilidade de especializações para o estabelecimento de nichos é uma razão potencial para que tantas espécies arbóreas possam coexistir na floresta tropical (BAWA et al., 1989).

Nos projetos de restauração de florestas nativas normalmente desenvolvidas em São Paulo a abundância relativa das espécies arbóreas utilizadas nos plantios tem sido definida principalmente em função de promover o rápido recobrimento do solo das áreas degradadas e também de permitir que ao longo do desenvolvimento do processo de restauração ocorra uma substituição sucessional das espécies e o estabelecimento de uma dinâmica de clareiras na floresta madura (GANDOLFI, 2000). Todavia, as diferentes espécies introduzidas têm diferentes potencialidades de dominar a futura regeneração da floresta implantada, por exemplo, por apresentarem diferentes capacidades de produção de sementes, por suas sementes apresentarem diferentes taxas de germinação, por suas plântulas possuírem diferente capacidade de crescimento e sobrevivência, etc. (CASTANHO, 2009). Tais aspectos, que não tem sido considerado, podem levar a futura formação de florestas com marcada dominância de algumas espécies.

O estudo detalhado de alguns processos ecológicos relacionados à regeneração e manutenção das espécies mais importantes na estrutura da Floresta Paludosa do *Campus* de Bauru da UNESP e comumente encontradas nas matas de brejo do estado de São Paulo, foram separadamente apresentados e discutidos nos capítulos anteriores. No presente capítulo os principais resultados serão agora reunidos para

4.2 Materiais e Método

4.2.1 Área de Estudo

A Floresta Paludosa estudada está inserida em um *continuum* de vegetação nativa de aproximadamente 800 ha, um dos poucos remanescentes vegetais deste tamanho no Estado de São Paulo. Esta floresta está localizada no município de Bauru na região centro-oeste do estado de São Paulo, próximo das coordenadas 22° 20'S e 49° 01'W, junto ao perímetro urbano e pertence à Reserva Legal da UNESP. A Floresta Paludosa possui 2,3 ha, e está encravada entre áreas de Floresta Estacional Semidecídua, Cerradão e Campo Úmido e onde se encontram as nascentes de um dos afluentes do Córrego Vargem Limpa, que pertence à bacia do rio Bauru e é antigo manancial da cidade de Bauru.

O solo da Floresta estudada é hidromórfico do tipo Gleissolo, ácido e com altas concentrações de matéria orgânica (CARBONI, 2007), e o clima da região é classificado, segundo Thornthwaite (1948), como BB'sb. A precipitação média do mês mais seco, julho, foi de 38 mm com avaliação no período de 1981-2009; e com média de 291mm em janeiro, mês mais chuvoso. A temperatura média anual foi de 28,5°C para as máximas temperaturas e 17°C para as mínimas temperaturas avaliadas para o mesmo período. A temperatura média anual da cidade de Bauru é 22,7°C (FIGUEIREDO; PAZ, 2010).

4.2.2 Dinâmica da comunidade paludícola

Visando formular um modelo de dinâmica florestal específico para uma floresta paludícola, foram selecionadas doze espécies (Tabela 18), dentre as mais importantes do estrato inferior (indivíduos com DAP < 4,78 cm e abaixo de 1m) e do estrato superior (indivíduos com DAP ≥ 4,78cm) amostrados em levantamento fitossociológico realizado em 2005/2006 (CARBONI, 2007). Essas espécies tiveram a fenologia acompanhada ao longo de 1,5 anos, com identificação da fase fenológica em que se encontrava e quantificação estimada das sementes produzidas. A germinação das sementes também foi avaliada em campo, com duas variáveis ambientais: germinação no seco e germinação em área encharcada. As plântulas (0,30 m a 1m de altura), das mesmas

espécies, foram acompanhadas durante um ano para avaliação da taxa de crescimento e mortalidade dos mesmos. A descrição da fenologia das espécies, germinação e desenvolvimento das plântulas foi detalhada no Capítulo 3 desta tese. Foi avaliado ainda, o desenvolvimento dos indivíduos adultos ($DAP \geq 4,78\text{cm}$), em três inventários ao longo de cinco anos, descrito no Capítulo 2 desta tese.

Foram calculadas as taxa de mortalidade (m) e de crescimento (r) das plântulas e dos adultos, e a taxa de recrutamento anual (i) dos adultos para compor a matriz da análise de agrupamento. Para isso, foram usadas as equações de Sheil et al. (1995), normalmente empregadas para o cálculo da mortalidade, recrutamento, crescimento populacional (*turnover*). As equações exponenciais utilizadas foram:

$$m = (\ln(n_0) - \ln(S_t)) / (t);$$

$$i = (\ln(S_t) - \ln(n_t)) / (t);$$

$$r = (\ln(S_t) - \ln(n_0)) / (t); \text{ ou } r = i - m$$

Onde n_0 = número inicial de árvores/plântulas vivas; n_t = número final de árvores/plântulas vivas. O número de indivíduos sobreviventes do último inventário foi S_t e assim o número de indivíduos recrutados foi $n_t - S_t$.

Para facilitar a discussão populacional das espécies estudadas com relação aos dados de frequência relativa entre as adultas e as plântulas, germinação, mortalidade e crescimento, as espécies foram divididas de acordo com a classificação abaixo.

Para a classificação de frequência das adultas utilizou-se os dados da amostragem de 2010, conforme Tabela 2, Cap. 2, e estabeleceu-se:

- Grande frequência entre as adultas: $\geq 10\%$ de frequência relativa;
- Média frequência entre as adultas: entre 10% e 4 % de frequência relativa;
- Pequena frequência entre as adultas: $\leq 4\%$ de frequência relativa.

Para a classificação de frequência das plântulas, utilizou-se a medida de mudas encontradas por minuto adaptada de levantamento expedito (RATTER et al., 2000), conforme dados da Tabela 15, Cap.3.

- Grande frequência entre as plântulas: $\geq 3 \text{ ind. min}^{-1}$;

- Média freqüência entre as plântulas: entre 3 e 1 ind.min⁻¹;
- Pequena freqüência entre as plântulas: ≤ 1 ind.min⁻¹.

Quanto à germinação das sementes em condição de campo, fez-se uma média entre a germinação nas áreas secas e encharcadas e então as espécies foram classificadas como:

- Alta taxa de germinação: quando a taxa de germinação média entre a área seca e encharcada foi $\geq 40\%$;
- Média taxa de germinação: quando a taxa de germinação média entre a área seca e encharcada ficou entre 40% e 10%;
- Baixa taxa de germinação: quando a taxa de germinação média entre a área seca e encharcada foi $\leq 10\%$.

A produção de sementes foi acompanhada durante 18 meses e as sementes produzidas foram somadas durante todo o período. Com base na produção de sementes no período, a produção foi classificada em:

- Grande produção: produção ≥ 6000 sementes;
- Média produção: produção entre 6000 e 1000 sementes;
- Pequena produção: produção ≤ 1000 sementes.

Quanto à mortalidade dos indivíduos adultos (DAP $\geq 4,76$ cm), conforme Sheil et al. (1995) (Tabela 19) :

- Alta taxa de mortalidade: taxa de mortalidade $\geq 3\%$ ano⁻¹;
- Baixa taxa de mortalidade: taxa de mortalidade $< 3\%$ ano⁻¹.

Quanto à mortalidade das plântulas, indivíduos entre 0,3m e 1m altura, conforme Sheil et al. (1995) (Tabela 19) :

- Alta taxa de mortalidade: taxa de mortalidade $\geq 40\%$ ano⁻¹;
- Média taxa de mortalidade: taxa de mortalidade entre 40% ano⁻¹ e 20% ano⁻¹;
- Baixa taxa de mortalidade: taxa de mortalidade $\leq 20\%$ ano⁻¹.

O crescimento em diâmetro e altura das espécies adultas foi classificado conforme análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias ano a ano através do programa SAS 9.1, com variância significativa a 5% (Vide Tabela 3, Cap. 2)

- Grande crescimento em diâmetro: $p \leq 0,05$;
- Pequeno crescimento em diâmetro: $p \geq 0,05$;
- Grande crescimento em altura: $p \leq 0,05$;
- Pequeno crescimento em altura: $p \geq 0,05$;

A definição dos limites entre classes, usada para os diferentes descritores citados, foi feita através de uma análise subjetiva dos resultados disponíveis e privilegiou o uso de poucas classes.

Após discussão populacional da dinâmica da Floresta Paludosa, os dados foram utilizados para a análise de agrupamento por ligação de médias de grupo (*Average Linkage Cluster Analysis*), para identificar padrões. No entanto, a falta de dados suficientes para análises estatísticas apresentadas neste capítulo restringiram o modelo à utilização de nove espécies que estão em destacadas na Tabela 18.

Tabela 18 - Espécies mais abundantes no estrato inferior e superior da Floresta Paludosa de Bauru/SP (CARBONI, 2007). As espécies em negrito são as utilizadas na análise de agrupamento

	Sigla	Espécie	Famílias
1	AAMB	<i>Ardísia ambigua</i> Mart.	MYRSINACEAE
2	CBRA	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	CLUSIACEAE
3	CODO	<i>Cedrela odorata</i> L.	MELIACEAE
4	DCUN	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne.& Planch.	ARALIACEAE
5	GBRE	<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.	ARECACEAE
6	GKUN	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	MELIACEAE
7	MOVA	<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	MAGNOLIACEAE
8	PSPR	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	BURSERACEAE
9	RGAR	<i>Rapanea gardneriana</i> (A.DC.) Mez	MYRSINACEAE
10	SPOH	<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	STYRACACEAE
11	TGUI	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	ANACARDIACEAE
12	XEMA	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	ANNONACEAE

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Dinâmica da comunidade paludícola

Já em 1913 Cooper, estudando uma floresta clímax do noroeste dos EUA, observou que a comunidade florestal correspondia a um conjunto de manchas espacialmente delimitadas, com diferentes idades e composições, e que se relacionavam dinamicamente e gradualmente um tipo de mancha se convertendo em outra. Em seu estudo, adotou como método com três passos, descrição geral da área, descrição dos principais aspectos biológicos e ecológicos observados sobre as espécies e análise de algumas parcelas para descrever a dinâmica da floresta local (COOPER, 1913). O modelo de dinâmica de clareiras dessa forma deduzido e por ele proposto permanece ainda hoje como principal concepção sobre a dinâmica de comunidades florestais temperadas e tropicais.

Inspirados no estudo de Cooper (1913) faremos uma descrição geral da área e dos aspectos biológicos e ecológicos de algumas populações consideradas estruturalmente mais importantes nessa comunidade.

A Floresta Paludosa da UNESP de Bauru (FPUBA) apresentou variações na saturação hídrica no solo que acompanharam a topografia e as áreas de afloramento do lençol. O nível do lençol freático mostrou diferenças de profundidade no sentido da nascente para a foz do Córrego Vargem Limpa e variações laterais, no sentido perpendicular ao rio. Quanto mais próximo às nascentes (montante) e mais próximo à calha do rio maior a saturação hídrica do solo que variou pouco ao longo do ano.

O encharcamento permanente do solo é considerado um dos fatores de estresse a que estão submetidas às espécies desta floresta. Estresse que pode alterar o crescimento, a reprodução, a germinação e aumentar a mortalidade das espécies menos tolerantes. Além do encharcamento, outra variável ambiental determinante na ocorrência das espécies é o regime de luz (WHITMORE, 1978; BROKAW, 1985; DESLOW, 1987; HUBBELL et al., 1999), que está relacionado principalmente com as características do dossel e a presença de clareiras nesse estrato.

Em Florestas Tropicais, a abertura do dossel ocorre através da queda ou morte de uma árvore que leva ao surgimento de uma clareira, iniciando o ciclo de crescimento

florestal ou dinâmica de clareiras. O estabelecimento de espécies arbustivo-arbóreas acontece devido ao aumento da luz nas clareiras havendo uma gradual substituição de espécies na medida em que o seu interior fica sombreado (GANDOLFI, 2000).

O ciclo de formação de uma floresta passa por três diferentes fases de crescimento, a abertura do dossel é chamada “fase de clareira”, posteriormente ocorre a “fase de construção ou preenchimento” e por fim, a “fase madura” (WHITMORE, 1975). As clareiras tem papel fundamental no entendimento da dinâmica funcional das florestas através da interpretação dos processos de sucessão que alteram na composição e estrutura das florestas tropicais (KAGEYAMA; GANDARA, 2000).

A regeneração nas clareiras pode ocorrer de várias formas, as principais são: chuva e banco de sementes, propagação vegetativa, crescimento de plântulas, rebrota lateral das árvores do entorno e a germinação e rápido crescimento de espécies anuais (CONNELL, 1989; PAKEMAN; SMALL, 2005). As clareiras são ambientes tão diversos que mais de uma estratégia das citadas anteriormente pode estar envolvida na regeneração dessas áreas.

Durante o período de avaliação da FPUBA, foram observadas poucas clareiras e de tamanho inferior a 35 m² o que nos leva a crer que as espécies abundantes nessa área são indiferentes a luz ou fotoblásticas negativas não necessitando de clareiras para germinar e se estabelecer e que a pequena disponibilidade de luz no sub-bosque embora possa limitar o crescimento das espécies, apresenta-se em um nível tolerável para a maioria delas. No entanto, algumas espécies observadas nessas clareiras como *Cecropia pachystachya*, uma espécie conhecida como fotoblástica positiva (VALIO; SCARPA, 2001), e também *Rapanea gardneriana*, espécie mais frequente nas bordas, parecem comportar-se como pioneiras nessa floresta. As outras 12 espécies listadas na Tabela 18, e acompanhadas neste estudo, não mostraram aparentemente dormência em relação à luz, sendo indiferentes, pois ocorrem tanto nas bordas na floresta quanto no interior.

Em observações realizadas ao longo dos anos de experimentos, notou-se um padrão de fechamento das clareiras através da rebrota lateral das árvores do entorno. O crescimento e ocupação vertical da clareira por espécies do sub-bosque também foi observado, mas mais lentamente do que a ocupação lateral. No entanto, em casos de

clareiras maiores, onde o fechamento por rebrota lateral não é suficiente para ocupar o espaço no dossel, a ocupação dessas clareiras se dá primeiramente por espécies presentes no sub-bosque da Floresta Paludosa, espécies essas, que são tolerantes as condições abióticas locais e aparentemente indiferentes a luz quanto à germinação. Outras espécies fotoblásticas positivas não típicas de florestas hidrófilas, mas tolerantes ao encharcamento e de ocorrência na vegetação do entorno podem menos comumente ocupar essas clareiras. Vale ressaltar que estamos tratando aqui de padrões observados em uma Floresta Paludosa bem preservada, onde a densidade arbustivo-arbórea é alta e as condições abióticas estão em aparente equilíbrio. Entretanto através de observações feitas em outras Florestas Paludosas no município de Bauru e cidades do entorno, observou-se nessas florestas a presença de grandes clareiras. Todavia essas florestas apresentavam-se já bastante degradadas, em função principalmente do represamento do fluxo natural de suas águas que promovem longos períodos de encharcamento do solo e provocam a morte de espécies menos tolerantes a essas condições, o que resulta na presença dessas clareiras.

Scarano (2006), em estudo realizado em floresta inundada na Reserva Biológica do Poço das Antas – RJ, indicou baixa resiliência dessa vegetação e incapacidade de se recuperar após distúrbios devido a permanente mudança no regime hídrico. No entanto, segundo o mesmo autor, essa vegetação possui o diferencial de conseguir se recuperar através da reprodução assexuada, mas essa estratégia diminui ainda mais a diversidade dessas formações.

Estudos em Florestas Paludosas mais degradadas ou mesmo pesquisas em restauração dessas áreas podem fornecer informações importantes sobre o comportamento das espécies típicas em casos de desequilíbrio do meio físico, e assim, complementar o que está sendo apontado neste estudo. Por exemplo, distúrbios que acontecem no represamento da água, tais como a queda de grandes árvores na calha à jusante poderia promover provavelmente mais mortalidade de espécies sensíveis à montante.

A época de abertura das clareiras também pode ser fator importante para explicar a ocupação destas por espécies que estejam em fase de dispersão. Já foi indicado nos capítulos anteriores que a fase de maior mortalidade das espécies dessa

floresta é a estação chuvosa, quando as copas ficam mais pesadas e com maior chance de tombamento ou, o que é mais comum, a mortalidade aumenta entre os indivíduos em pé, mais jovens, entre 5 e 10 cm de DAP. A morte pelo desenraizamento de árvores está geralmente associada a fatores físicos que afetam a instabilidade da raiz como ventos, encostas íngremes, solos rasos, ou saturação do solo (SCHAETZL et al., 1989). No caso das clareiras abertas na época chuvosa, as espécies *C. brasiliense*, *M. ovata* e *T. guianensis* que estão produzindo sementes na estação chuvosa ou no final desta, teriam vantagens na ocupação dessas áreas.

A taxa de mortalidade das árvores adultas para esta comunidade estudada não foi considerada alta em comparação com outras florestas tropicais, também não foram altas as taxas de crescimento e de recrutamento, resultando em longos tempos de meia vida (37,3 anos) e períodos para duplicação da comunidade (140 anos).

A porcentagem de mortalidade entre os indivíduos adultos acompanhados durante cinco anos foi de 12% e entre as plântulas acompanhadas durante um ano de 27%. Essa maior mortalidade entre as plântulas em relação a plantas mais velhas tem sido referida por muitos autores (MILTON et al., 1994; CLARK; CLARK, 1992), sendo já um fenômeno esperado.

Durante o processo evolutivo, diferentes espécies desenvolveram estratégias distintas para ocupar áreas alagadas; estratégias que permitiram classificá-las em duas categorias: aquelas que desenvolveram adaptações morfológicas e anatômicas, e aquelas que desenvolveram adaptações metabólicas. A estratégia de sucesso, na maioria dos casos, consiste em uma combinação de adaptações morfológicas, anatômicas e metabólicas (JOLY, 1991; PAROLIN et al., 2004).

Todas as 12 espécies que tiveram a germinação avaliada (Tabela 18), com exceção de *G. kunthiana* que não frutificou no período, apresentaram rápida germinação, com pico nos primeiros dois meses após a semeadura. Apenas *R. gardneriana*, *C. brasiliense* e *T. guianensis* tiveram germinação significativamente diferente entre as áreas mais secas e as mais encharcadas da floresta, tendo *T. guianensis* apresentado melhor germinação das parcelas mais secas, enquanto as outras duas, em solos encharcados. *C. brasiliense* é a única espécie das estudadas aqui que possui comprovada resistência das sementes ao encharcamento, permanecendo viável

mesmo após longos períodos submersas (MARQUES; JOLY, 2000a, 2000b; OLIVEIRA; JOLY, 2010).

A irregularidade na floração e frutificação das espécies desta formação, a tolerância de algumas espécies a condições de hipóxia durante a germinação e o desenvolvimento da plântula e mesmo a adaptações anatômicas, fisiológicas e metabólicas das espécies são as principais variáveis envolvidas na abundância e dinâmica das espécies de Florestas Paludosas. Por mais que todas as espécies presentes nessas formações sejam de alguma forma adaptadas às condições de encharcamento permanente, os filtros ecológicos a que estão submetidas desde a fase de reprodução até a vida adulta, conferem maior sucesso competitivo a algumas populações. Tentamos com esse capítulo, iniciar a discussão sobre os filtros ecológicos a que estão submetidas cada uma das espécies mais representativas das formações paludícolas em paisagens de Cerrado. Com isso, pretendemos avançar na discussão da dinâmica dessas comunidades e ainda contribuir com projetos de manejo e restauração dessas áreas tão ameaçadas.

4.3.1.1 Análise de agrupamento das espécies

A Tabela 19 apresenta os valores de referência para a construção do dendrograma (Figura 27) da análise de agrupamento por ligação de médias de grupo (*Average Linkage Cluster Analysis*). Na Figura 27 fica evidente a formação de três grupos. O primeiro grupo é formado por *Cedrela odorata* que apresentou valores muito distintos das outras espécies principalmente no que se refere à dinâmica de crescimento, mortalidade e recrutamento das plântulas e adultos dessa população. Podemos inferir duas possíveis causas para esse resultado. A primeira é que a população de *C. odorata*, através da germinação, se reproduz por pulsos mais longos do que o estudado aqui, e durante esses anos de avaliação, não ocorreu um pulso de germinação dessa espécie. Por outro lado, apresentaram reprodução vegetativa o que poderia garantir a manutenção da espécie localmente, mas como não se observou a existência de clones, talvez esses indivíduos de reprodução vegetativa não cheguem à vida adulta. Ou ainda, pode tratar-se de uma espécie que está em declínio nessa comunidade e que pode vir a sair desse sistema num período não estimado de tempo.

O segundo grupo formado pelo dendrograma é composto pelas espécies *R. gardneriana*, *T.guianensis* e *S.pohlilii* que apresentaram altas taxas de germinação e baixas taxas de recrutamento das populações. Essas espécies mais *C. odorata* podem ser classificadas como espécies complementares à comunidade paludícola. São espécies que ocorrem em outras formações, não encharcadas.

O terceiro e maior grupo formado pelo dendrograma de agrupamento de média, é composto pelas espécies: *C.brasiliense*, *P.spruceanum*, *D.cuneatus*, *M. ovata* e *X. emarginata*. Essas espécies atendem a grande parte dos critérios de espécies estruturadoras (*framework species*) proposto por Goosem e Tucher (1995) como: alta sobrevivência com alto recrutamento, fonte de recursos para a fauna e principalmente formadoras do dossel. Essas espécies são as mais freqüentes dessa comunidade e podem ser classificadas como espécies estruturadoras de Florestas Paludosas. Acreditamos ainda que estas possam ser espécies estruturadoras para outras florestas hidrófilas e importantes para iniciar os processos de sucessão secundária dessas florestas.

Tabela 19 - Valores das variáveis utilizadas para construção de dendrograma por análise de agrupamento. Sendo n_{sem} = número de sementes produzidas em 18 meses; $germ_{seco}$ = porcentagem de germinação no seco; $germ_{enchar}$ = porcentagem de germinação no encharcado; p_{cresc} = taxa de crescimento das plântulas; p_{mort} = taxa de mortalidade das plântulas; a_{cresc} = taxa de crescimento das adultas; a_{mort} = taxa de mortalidade das adultas; a_{recr} = taxa de recrutamento das adultas. CBRA = *Calophyllum brasiliense*, CODO = *Cedrela odorata*, DCUN = *Dendropanax cuneatus*, MOVA = *Magnolia ovata*, PSPR = *Protium spruceanum*, RGAR = *Rapanea gardneriana*, SPOH = *Styrax pohlilii*, TGUI = *Tapirira guianensis* e XEMA = *Xylopia emarginata*

Espécies	n_{sem}	Germ.seco	Germ.encharc	p_{mort} % ano ⁻¹	a_{cresc} % ano ⁻¹	a_{mort} % ano ⁻¹	a_{recr} % ano ⁻¹
CODO	0.800	46	37	130	-0,43	3.29	0.00
RGAR	16.487	40	62	25	-3,29	0.18	0.00
SPOH	0.232	64	53	45	0,41	4.46	0.70
TGUI	2.744	73	49	20	-2,07	3.65	0.87
CBRA	4.129	3	9	25	-4,06	1.18	0.74
PSPR	3.192	0	2	45	-0,18	1.64	2.42
DCUN	7.494	0	1	37	-3,76	1.29	1.70
MOVA	6.990	4	14	62	-2,78	3.22	1.16
XEMA	11.643	1	0	20	1,45	1.13	2.58

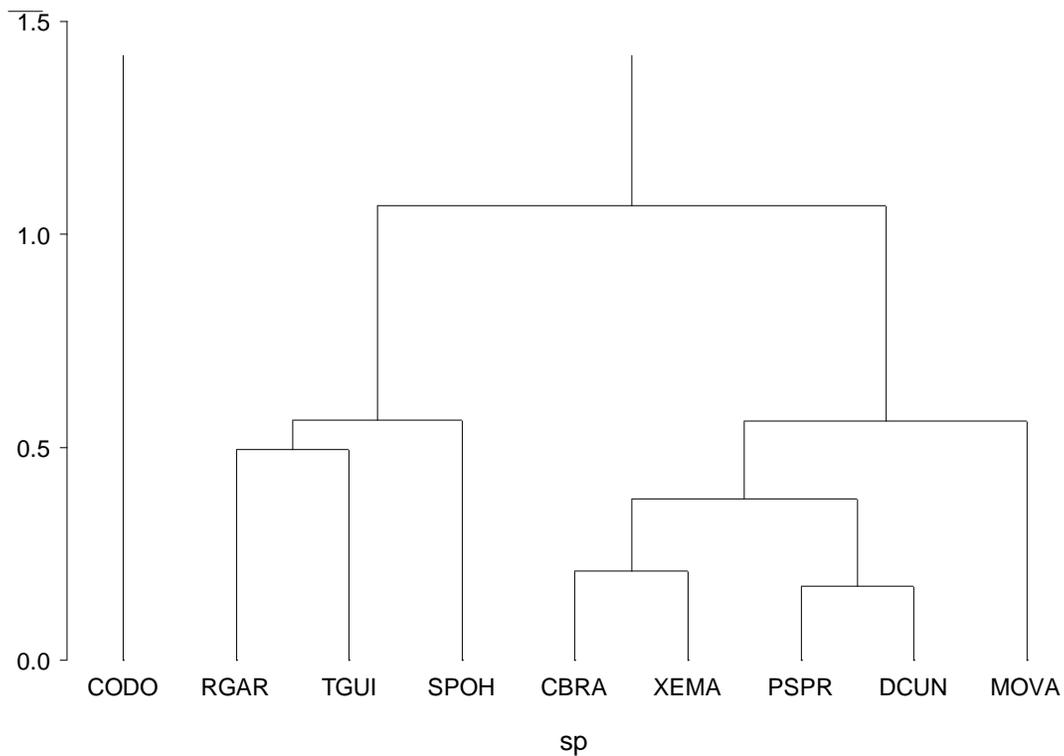


Figura 27 - Dendrograma com agrupamento pela distância média dos grupos, para espécies da Floresta Paludosa de Bauru/SP. CBRA = *Calophyllum brasiliense*, CODO = *Cedrela odorata*, DCUN = *Dendropanax cuneatus*, MOVA = *Magnolia ovata*, PSPR = *Protium spruceanum*, RGAR = *Rapanea gardneriana*, SPOH = *Styrax pohlii*, TGUI = *Tapirira guianensis* e XEMA = *Xylopia emarginata*

Segundo a *Society for Ecological Restoration International*, para garantir o restabelecimento da integridade ecológica dos ecossistemas degradados em projetos de restauração, deve-se buscar incluir um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos. Em projetos de restauração florestal, diante da impossibilidade de se reintroduzir todas as espécies que podem ter estado naquelas áreas, a inclusão de espécies nativas estruturadoras (*framework species*) tem se mostrado eficiente para restaurar os níveis de riqueza das espécies arbóreas, a estrutura do ecossistema e a funcionalidade ecológica (GOOSEM; TUCKER, 1995; TUCKER; MURPHY, 1997).

Algumas características são fundamentais para a classificação de espécies como estruturadora, tais como: alta taxa de germinação, alta sobrevivência das mudas no campo, rápido crescimento, apesar de espécies com crescimento lento serem importantes na criação de diversidade de nichos, formadoras de dossel e fontes de

recurso para a fauna (frutos, nectas, locais de nidificação, etc (GOOSEM; TUCKER, 1995; ELLIOTT et al., 2003).

O comportamento observado nas espécies da Floresta Paludosa permite traçar um paralelo como o conceito de *framework species* introduzido nas áreas de restauração ecológica, e pode ser aplicado aqui de forma adaptada para descrever a dinâmica das espécies locais.

Segue abaixo a descrição de alguns comportamentos biológicos e ecológicos individuais das nove espécies apresentadas no dendrograma, conforme Cooper (1913).

***Calophyllum brasiliense* Cambess.**

É a espécie predominante nesta floresta, com alta frequência entre os indivíduos adultos, média frequência entre as plântulas, baixa mortalidade entre as adultas e mortalidade média entre as plântulas. O crescimento em altura e diâmetro foi grande e a germinação foi média com diferença significativamente maior nas parcelas mais encharcadas. A produção de sementes foi média e concentrada na estação chuvosa.

A tolerância das sementes dessa espécie a longos períodos de encharcamento já foi descrito por alguns autores e é mais uma evidência do sucesso adaptativo. Enquanto algumas espécies têm longos períodos de frutificação para garantir a sobrevivência dos propágulos, as sementes de *C. brasiliense* são dispersas e sobrevivem até três meses submersos sem perda da taxa de germinação (MARQUES; JOLY, 2000).

C. brasiliense é importante fonte de alimento para a fauna até por frutificar na estação chuvosa, quando a maioria das espécies frutifica na seca. É dispersa por zoocoria principalmente por morcegos que retiram a polpa dos frutos auxiliando na dispersão e na germinação das sementes (SAZIMA et al., 1994; MARQUES, 1994).

***Magnolia ovata* (A.St.- Hil.) Spreng.**

M. ovata é a segunda espécie mais abundante da Floresta Paludosa, com baixa frequência de ocorrência entre as juvenis, alta taxa de mortalidade entre as plântulas e os adultos. Dispersa na seca e as sementes não só deixam de germinar como perdem a viabilidade se submersas (LOBO; JOLY, 1996).

A taxa de germinação dessa espécie foi média. A mortalidade entre as plântulas e adultos foi alta e apresentou incremento de crescimento apenas em altura. A produção de sementes foi alta e bem distribuída ao longo do ano o que parece conferir vantagem competitiva sobre as outras espécies. *M. ovata* teve as sementes muito predadas provavelmente por roedores durante o experimento de germinação em campo, sendo necessária a repetição do experimento por três vezes.

***Xylopia emarginata* Mart.**

É a terceira espécie mais freqüente entre as adultas estudadas e possui média freqüência entre as plântulas. A mortalidade dessa espécie tanto na fase adulta como na jovem foi baixa. Os indivíduos dessa espécie apresentaram incremento significativo em altura durante o período além de crescimento populacional.

Apesar da germinação em condições de campo ser baixa, essa espécie mostrou melhor germinação (24%) em condições controladas (25 °C, 16 horas de escuro e 8 horas de luz), o que pode indicar uma potencial espécie para produção em viveiros. A propagação vegetativa por raiz gemífera foi observada para essa espécie.

A produção de semente foi alta e distribuída desde a estação seca até o início das chuvas garantindo assim período mais longo de recurso para a fauna.

***Protium spruceanum* (Benth.) Engl.**

P. spruceanum juntamente com *T. guianensis* ocupam o quarto lugar entre as espécies mais freqüentes nesta floresta para a amostragem de 2010. *P. spruceanum* foi classificada aqui como de freqüência média entre as adultas e alta entre as plântulas. Possui baixa mortalidade entre as espécies adultas e alta mortalidade entre as juvenis. Apresentou incremento significativo apenas em altura e recrutamento positivo na comunidade, com o crescimento da população superando a mortalidade.

A germinação dessa espécie foi considerada baixa e a produção de sementes foi média e concentrada na estação seca com ciclo superior a um ano para a frutificação (frutificação supra-anual).

Melo et al. (2006) também relataram baixa germinação (10%) dessa espécie em experimento montado a céu aberto em Manaus/SP, e relacionaram a baixa germinação

ao endocarpo duro (FERRAZ et al., 2004) ou a dormência das sementes por imaturidade do embrião. Segundo os autores pode não haver sincronia no desenvolvimento morfológico entre o fruto e o embrião, o que pode ter provocado a coleta de frutos aparentemente maduros, mas com embriões ainda não formados. Os mesmos autores relatam sementes perfuradas após a abertura do fruto, o que também foi observado em grande número de sementes neste experimento. No entanto, tais sementes foram descartadas para os experimentos de germinação apresentados neste trabalho.

***Tapirira guianensis* Aubl.**

A freqüência relativa dessa espécie na comunidade foi média, tanto para adultas como para plântulas. Alta mortalidade entre os indivíduos adultos, mas baixa entre as plântulas. *T. guianensis* apresentou crescimento significativo tanto em DAP quanto em altura das árvores amostradas.

A germinação das sementes foi alta e significativamente maior para a região mais seca da floresta. A produção de sementes foi média e teve pico de dispersão na estação chuvosa com fenofase de frutificação supra-anual.

É uma espécie muito freqüente em Florestas Paludosas de todo o Brasil (TEIXEIRA; ASSIS, 2011) e ocorre também em formações não inundáveis

***Dendropanax cuneatus* (DC.) Decne.& Planch**

D. cuneatus apresentou média freqüente entre a comunidade adulta com baixa mortalidade. A freqüência para a comunidade entre as plântulas foi baixa e a mortalidade foi média. Foi uma das duas espécies que tiveram recrutamento positivo, com crescimento do número de indivíduos superior a mortalidade.

Não apresentou incremento significativo em altura nem em DAP para o período de cinco anos de avaliação. A germinação dessa espécie foi a mais baixa dentre as estudadas, mas a produção de sementes foi alta com o pico de frutificação na seca com ciclo superior a um ano (supra-anual).

É uma espécie muito freqüente em Florestas Paludosas, juntamente com *C.brasiliense* e *T.guianense* foi amostrada em 95% dos 20 trabalhos em matas de brejo analisados por Teixeira e Assis (2011).

***Styrax pohlii* A.DC.**

A população de *S.pohlii* apresentou média freqüência entre os indivíduos adultos e a mais alta mortalidade da comunidade adulta estudada. Entre as plântulas, foi pequena a freqüência na comunidade e alta mortalidade. Apenas o crescimento em altura foi significativo no período amostrado.

A germinação dessa espécie foi alta e a produção de sementes baixa com dispersão nas chuvas em período superior a um ano (supra-anual).

Não foram encontrados estudos sobre essa espécie e outras pesquisas são necessárias para melhor compreender essa população.

***Rapanea gardneriana* (A.DC.) Mez**

A freqüência da população adulta e das plântulas de *R. gardneriana* foi média. A mortalidade entre as adultas foi baixa e entre plântulas foi média. Apresentou incremento apenas em altura durante o período de acompanhamento.

A germinação e produção de sementes dessa espécie foram altas com dispersão bem distribuída durante o ano e pico na estação seca até o início das chuvas, sendo importante fonte de alimento para a fauna. Mas diferente da maioria das espécies estudadas aqui que parecem ser indiferentes a luz, *R. gardneriana* é provavelmente fotoblástica positiva por ocorrer com freqüência nas bordas e clareiras da floresta, o que pode limitar os sítios de ocupação da espécie.

***Cedrela odorata* L.**

Esta espécie apresentou freqüência média entre os indivíduos adultos da comunidade e baixa freqüência entre as plântulas. Todas as plântulas encontradas durante o levantamento expedito eram originadas de raiz gemífera, no entanto, análise genética da população revelou que não havia clones entre as adultas.

A mortalidade entre as adultas foi a mais alta da comunidade, também foi alta a mortalidade entre as plântulas. Houve incremento significativo apenas em altura para a população.

A taxa de germinação para essa espécie foi alta, porém a produção de sementes foi baixa e irregular durante o período de estudo. Acreditamos que a fenofase de frutificação dessa espécie aconteça em pulsos superiores ao período avaliado.

4.3.1.2 Simulação da dinâmica populacional

A dinâmica da estrutura de uma comunidade florestal envolve o reconhecimento dos processos de regeneração e de distribuição espacial e temporal das espécies que compõe em especial o dossel, pois é ele o garantidor do habitat florestal local.

O reconhecimento dessa dinâmica, por conseguinte, demanda muitas vezes, longos períodos de observação em parcelas permanentes capazes de capturar as transformações, por vezes lentas, que ocorreu em comunidades formadas por espécies com ciclos de vida muito longos. O presente estudo começou apenas a refletir sobre esse processo crucial para o entendimento de uma formação tão importante quanto ameaçada.

Estudos posteriores, envolvendo plantios, datação de árvores, re-amostragem de comunidades já estudadas, além de melhores conhecimentos sobre a biologia e as interações entre essas espécies no campo, devem permitir que se chegue a um modelo de dinâmica possivelmente distinto do modelo de dinâmica de clareiras normalmente empregado para descrever as florestas temperadas, tropicais úmidas e estacionais semidecíduais.

Por ora, a tabela a seguir (Tabela 20) permite introduzir algumas idéias relevantes em relação a essa dinâmica proveniente das observações feitas na FPUBA.

Tabela 20 – Simulação de dinâmica de nove espécies estudadas na Floresta Paludosa de Bauru/SP em 2010. Dados de número de sementes produzidas, taxa de germinação, taxa de mortalidade para as plântulas, taxa de mortalidade para as adultas, população final da simulação, posição da densidade encontrada na comunidade, posição da densidade encontrada na simulação. CBRA = *Calophyllum brasiliense*, CODO = *Cedrela odorata*, DCUN = *Dendropanax cuneatus*, MOVA = *Magnolia ovata*, PSPR = *Protium spruceanum*, RGAR = *Rapanea gardneriana*, SPOH = *Styrax pohlii*, TGUI = *Tapirira guianensis* e XEMA = *Xylopiia emarginata*. Ordenação da tabela por ordem crescente da posição da densidade encontrada para os indivíduos adultos.

		germinação		mortalidade		mortalidade		População final	Posição da Densidade Encontrada	Posição da Densidade Simulada
CBRA	nº sementes	24%	Plântula	25%	Adultos	1,18%				
	313497	→	75239	→	56429	→	55763	1	1	
MOVA	nº sementes	11%	Plântula	62%	Adultos	3,22%				
	249090	→	27400	→	10412	→	10077	2	4	
XEMA	nº sementes	0,5%	Plântula	20%	Adultos	1,13%				
	228435	→	1142	→	913	→	902	3	5	
TGUI	nº sementes	61%	Plântula	20%	Adultos	3,65%				
	32242	→	19668	→	13334	→	12840	4	2	
PSPR	nº sementes	3%	Plântula	45%	Adultos	1,64%				
	31521	→	646	→	355	→	349	5	6	
DCUN	nº sementes	0,5%	Plântula	37%	Adultos	1,29%				
	36701	→	183	→	115	→	113	6	8	
SPOH	nº sementes	59%	Plântula	45%	Adultos	4,46%				
	841	→	496	→	272	→	260	7	7	
CODO	nº sementes	41,5%	Plântula	96%	Adultos	3,29%				
	2800	→	1162	→	46	→	44	8	9	
RGAR	nº sementes	51%	Plântula	25%	Adultos	0,18%				
	28854	→	14715	→	11036	→	11014	9	3	

A simulação de dinâmica a partir das variáveis amostras permite uma aproximação com a estrutura atual em termos de ordenação da densidade das

espécies. Assim, pode-se supor que as variáveis não avaliadas têm menor importância que as descritas. As espécies *C. brasiliense* e *S. pohlii* mantiveram o mesmo padrão de densidade para a floresta amostrada e para a simulação realizada, o que indica que as variáveis ambientais estudadas são provavelmente as mais importantes na manutenção dos padrões dessa população.

R. gardneri apresentou a maior diferença entre a densidade encontrada e a densidade esperada pela simulação. A simulação previa maior densidade populacional dessa espécie do que se pode observar na floresta. No entanto, como já citado anteriormente, esta espécie mostrou um comportamento de espécie pioneira, sendo fotoblástica positiva e mais encontrada nas bordas e clareiras da floresta. Neste caso, a falta de luz no interior da floresta pode ser fator limitante no estabelecimento de sítios para a ocupação dessa espécie.

As outras espécies não apresentaram grandes variações no *ranking* da densidade encontrada e a esperada pela simulação, indicando serem as variáveis amostradas, as mais importantes para explicar a dinâmica dessas populações.

Tais dados podem ser importantes para outras pesquisas aplicadas a projetos de restauração, tais como, restauração utilizando-se semeadura de espécies nativas em áreas de Floresta Paludosa degradada, a utilização de estavas na propagação de espécies paludícolas ou a produção de mudas em viveiros florestais.

4.4 Considerações Finais

Durante avaliação da composição e estrutura da comunidade paludícola da FPUBA, observou-se que as adaptações biológicas e ecológicas das espécies, adquiridas em longo prazo, além de alterações na estrutura e composição da comunidade que podem se alterar em curto prazo, conferem a algumas populações o carácter estruturador da floresta.

As espécies típicas de formações permanentemente encharcadas *Calophyllum brasiliense*, *Magnolia ovata*, *Protium spruceanum*, *Dendropanax cuneatus* e *Xylopia emarginata*, estudadas aqui, são espécies responsáveis pela formação do dossel, pela manutenção da fisionomia florestal e pela manutenção da fauna dispersora de algumas Florestas Paludosas. Essas já são características suficientes para classificá-las como

estruturadores dessas florestas. Podemos acrescentar a esse grupo as espécies *Ardisia ambigua* e *Geonoma brevispatha* que apesar de não estarem incluídas em todas as análises realizadas aqui por serem de sub-bosque e uma palmeira com crescimento muito diferente das demais espécies, são comuns a esta formação e importantes como fonte de alimento para a fauna. Já as espécies *Cedrela odorata*, *Rapanea gardneriana*, *Styrax pohlilii* e *Tapirira guianensis* foram consideradas aqui espécies complementares. As três primeiras podem ser consideradas de menor frequência na floresta, no entanto *T.guianenses* é muito freqüente e foi agrupada por média de grupo, como sendo do grupo das complementares provavelmente por seu alto valor de mortalidade e baixo valor de recrutamento. As espécies classificadas como complementares ocorrem também em formações sem encharcamento permanente.

Em projetos de restauração de Florestas Paludosas tanto as espécies estruturadoras quanto as complementares devem estar contempladas, pois apesar da tentativa de separação em grupos mais e menos freqüentes, todas as espécies apresentadas aqui tem ocorrência em florestas hidrófilas e são ecologicamente importantes para a diversidade e para o equilíbrio desses ecossistemas. No entanto, as estruturadoras devem estar representadas por maiores densidades e arranjos espaciais definidos por aparentemente terem um maior potencial de reconstrução e manutenção do dossel e conseqüentemente do habitat floretal em longo prazo, dando assim, condições ao estabelecimento de outras espécies e formas de vida características da Floresta Paludosa.

Referências

BARTON, A.M. Neotropical pionner and shade-tolerance tree species: do the partition treefall gaps? **Tropical Ecology**, Varanasi, v. 25, p. 196-202, 1984.

BAWA, K.S.; ASHTON, P.S.; PRIMACK, R.B.; TEBORGH, J.; NOR, S.M.; HADLEY, M. Reproductive ecology of tropical plants: research insights and managements implications. **The International Union of Biological Sciences News Magazine**, Michigan, v. 21, p. 31-36, 1989.

BROKAW, N.V.L. Gap-phase regeneration in a tropical forest. **Ecology**, Tempe, v. 66, p. 682-687, 1985.

CARBONI, M. **Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecídua ribeirinha com influência fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru – SP**. 2007. 118 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

CASTANHO, G.G. Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no Sudeste do Brasil. 2009. 111p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CLARK, D.A.; CLARK, D.B. Life history diversity of Canopy and emergent trees in a Neotropical rain forest. **Ecological Monographs**, Washington, v. 62, n. 3, p. 315-344, 1992.

CONNELL, J.H. Some processes affecting the species composition in forest gaps. **Ecology**, Washington, v. 70, n. 3, p. 560-562, 1989.

COOPER, W.S. The climax forest of Isle Royale, Lake Superior, and its development. I. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 55, p. 1-44, 1913.

DENSLOW, J.S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.18, p. 431-451, 1987.

ELLIOTT, S.; NAVAKITBUMRUNG, P.; KUARAK, C.; ZANGKUM, S.; ANUSARNSUNTHORN, V.; BLAKESLEY, D. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forest in northern Thailand based on field performance. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 184, p. 177–191, 2003.

FERRAZ, I.D.K.; CAMARGO, J.L.C.; MESQUITA, M.R.; EICHER, I.; PALACIOS, S.; BARBOSA, A.S.; LUIZE, B.G.; VISCARRA, T.; PEREIRA, B.T. 2004. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia**. Manaus: INPA, Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, 2004.

FIGUEIREDO, J.C.; PAZ, R.S. Nova classificação climática e o aspecto climatológico da cidade de Bauru/São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém. **Clima e mudanças climáticas: anais...** Disponível em: <<http://www.cbmet2010.com/anais/1.html>>. Acesso em: 05 jul. 2011.

GANDOLFI, S. **História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000. 520 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GOOSEM, S.P.; TUCKER, N.I.J. **Repairing the rainforest: theory and practice of rainforest re-establishment in North Queensland’s Wet Tropics**. Cairns: Wet Tropics Management Authority, 1995.

HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B.; O'BRIEN, S.T.; HARMS, K.E.; CONDIT, R.; WECHSLER, B.; WRIGHT, S.J.; LOO DE LAO, S. Light-gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a Neotropical forest, **Science**, Washington, v. 283, p. 554-557, 1999.

JOLY, C.A. Flooding tolerance in tropical trees. In: DAVIES, M.B.; LAMBERS, H. (Ed.). **Plant life under oxygen deprivation**. Amsterdam: Academic Publishing, 1991. p. 23–34.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas degradadas. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 249-269.

LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 30-40, 1996.

MARQUES, M.C.M. **Estudos auto-ecológicos do Guanandi (*Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae) em uma mata ciliar do município de Brotas, SP**. 1994. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

MARQUES, M.C.M.; JOLY, C.A. Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 113-120, 2000.

MELO, M.F.F.; MACEDO, S.T.; DALY, D.C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de nove espécies de *Protium* Burm.f.(Burseraceae) da Amazônia Central, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 503-520, 2007.

MILTON, K.; LACA, E.A.; DDEMMENT, M.W. Successional patterns of mortality and growth of large trees in a Panamanian lowland forest. **Journal of Ecology**, London, v. 82, p. 79-87, 1994.

OLIVEIRA, V.C.; JOLY, C.A. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. **Trees**, Heidelberg, v. 24, p. 185–193, 2010.

PAKEMAN, R.J.; SMALL, J.L. The role of the seed bank, seed rain and the timing of disturbance in gap regeneration. **Journal of Vegetation Science**, Cambridge, v. 16, n. 1, p. 121-130, 2005.

PAROLIN, P.; DE SIMONE, O.; HAASE, K.; WALDHOFF, D.; ROTTENBERGER, S.; KUHN, U. Central Amazonian floodplain forests: tree adaptations in a pulsing system. **Botanical Review**, Lancaster, v. 70, p. 357–380, 2004.

PIÑA-RODRIGUES, F.G.M.; COSTA, L.G.S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 1990. p. 676-684.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F.; DIAS, T.A.B.; SILVA, M.R. Distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 5, p. 5-43, 2000.

RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest**. Cambridge: Cambridge University Press, 1952. 450 p.

SAZIMA, I.; FISCHER, W.A.; SAZIMA, M.; FISCHER, E.A. The fruit bat *Artibeus lituralus* as a forest and city dweller. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 46, p. 164-168, 1996.

SCARANO, F.R. Plant community structure and function in a swamp forest within the Atlantic rain forest complex: a synthesis. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 491-502, 2006

SCHAETZL, R.J.; BURNS, S.F.; JOHNSON, D.L.; SMALL, T.W. Tree uprooting – review of impacts on forest ecology. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 79, p. 165-176, 1989.

SHEIL, D.; BURSLEM, D.F.R.P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 83, p. 331-333, 1995.

TUCKER, N.I.J.; MURPHY, T.M. The effects of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observation from the Wet Tropics of North Queensland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 133–152, 1997.

VÁLIO, I.F.M.; SCARPA, F.M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n. 1, p. 79-84, 2001.

WHITMORE, T.C. **Tropical rain forest of the Far East**. Oxford: Claredon Press, 1975. 282 p.

_____. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMANN, M.H, M.H. (Ed.). **Tropical trees as living systems**. New York: Cambridge University Press, 1978. chap. 27, p. 639-655.