



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ELOÍSA DE SOUZA CARVALHO

**INFLUÊNCIA DE SAMAMBAIAS SOBRE A REGENERAÇÃO
DE ESPÉCIES LENHOSAS DA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

ELOÍSA DE SOUZA CARVALHO

**INFLUÊNCIA DE SAMAMBAIAS SOBRE A REGENERAÇÃO
DE ESPÉCIES LENHOSAS DA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica, da Universidade Estadual de Londrina (UEL) para obtenção do Título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Bianchini

Londrina
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C331i Carvalho, Eloísa de Souza.
Influência de samambaias sobre a regeneração de espécies lenhosas da floresta
estacional semidecidual/ Eloísa de Souza Carvalho. – Londrina, 2012.
ix, 59f. : il.

Orientador: Edmilson Bianchini.
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas, 2012.
Inclui bibliografia.

1. Vegetação – Regeneração (Biologia) – Teses. 2. Plantas lenhosas – Teses.
3. Samambaias – Teses. 4. Ecologia florestal – Teses. 5. Mata Atlântica – Teses.
I. Bianchini, Edmilson. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências
Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 581.143.5



Universidade
Estadual de Londrina

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS**

DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Discente: Eloisa de Souza Carvalho

**Título: "Influência de samambaias sobre a regeneração de espécies lenhosas da
floresta estacional semidecidual"**

**Data da Defesa: 21 de junho de 2012 – 14:00 hs, na sala 201 do Centro de Ciências
Biológicas, desta Universidade.**

Banca Examinadora

Parecer

Presidente:

Dr. Edmilson Bianchini

APROVADO

Titulares:

Dr. José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro

Aprovada

Dr. Antônio Carlos Galvão de Melo

Aprovada

Parecer Final APROVADA

~~Dr. Edmilson Bianchini~~

~~Dr. José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro~~

~~Dr. Antônio Carlos Galvão de Melo~~

“Que triste é pensar que a Natureza fala e que a espécie humana não a escuta”.

(Victor Hugo)

À floresta, com seus ensinamentos valiosos,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não se concretizaria sem a colaboração de muitas pessoas, as quais agradecerei aqui, brevemente:

Aos meus pais, irmã, sobrinho e aos familiares restantes por sempre me apoiarem e incentivarem nos estudos e compreenderem minha ausência em alguns momentos importantes. Principalmente ao meu avô Luiz Pimentel, por ter despertado em mim o interesse e o amor pela natureza.

Aos meus amigos, profissionais de outras áreas, que trocaram ideias preciosas: Clara Suemi, Juliana Modotti, Marina Brabo, Chris Shulby, Rodrigo Favaretto, Gustavo Góes e Gilberto Rostirolla.

Aos amigos profissionais da mesma área que incentivaram, criticaram, corrigiram e sugeriram ideias para o trabalho: Mariana Sismeiro, Yves Rafael Bovolenta, Maristela Yuka Zama e Diego Resende Rodrigues.

Aos que se disponibilizaram a ajudar nos trabalhos de campo: meu pai (Rodnei), Natália de Almeida, Gabriela Araújo, Daniel Caratti, Thaís Miti, Pamela Cristina, Mariana Hertel, Maristela Yuka, Jamile Schmitt, Yves Bovolenta, Diego Resende, Gustavo Góes, Vanessa França, Rafael Barros e André Silvério. E nos trabalhos de casa: ao Leonardo Nozawa, pela ajuda na digitalização dos dados.

Aos ajudantes nas análises estatísticas: prof. Maurício O. Moura (UTFPR), Mariana Sismeiro, Andréia Spinoza e Clara Suemi.

A Edi e Elson pela ajuda nas identificações das plântulas e samambaias (respectivamente).

A toda a turma do mestrado pelas amizades, ideias sobre ecologia e momentos de descontração.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da UEL pelo ensino de qualidade, que foi um excelente e essencial embasamento para a minha pesquisa.

Ao meu querido Gustavo Góes pelas críticas, curiosidades, sugestões e apoio em todos os momentos.

Aos membros da banca examinadora pelas preciosas críticas e sugestões;

Agradeço especialmente ao meu orientador Edmilson Bianchini, por ter aceitado me orientar e pelas correções exaustivas e detalhadas, que me fizeram amadurecer (muito) profissionalmente.

Ao IAP e toda a equipe do Parque Estadual Mata dos Godoy por possibilitarem o trabalho de campo.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado, a qual possibilitou a minha dedicação exclusiva a esta pesquisa.

Muito Grata!

CARVALHO, Eloísa de Souza. **Influência de samambaias sobre a regeneração de espécies lenhosas da Floresta Estacional Semidecidual**. 2012. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área de Concentração Botânica) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

Diferentes espécies de plantas, assim como as samambaias, podem atuar como filtros ambientais afetando a composição, a estrutura e a distribuição de plântulas ou sementes das espécies florestais. Com base nisso, o objetivo deste estudo foi analisar se a presença do estrato de samambaias funcionaria como filtro ambiental sobre a regeneração de espécies lenhosas (indivíduos com até 50 cm de altura), em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual. Para tanto foram realizados três experimentos em áreas com (CS) e sem samambaias (SS): a) regeneração natural total das espécies lenhosas: para este experimento foram alocadas 20 parcelas de 25 m², sendo 10 em CS e 10 em SS. Nestas parcelas foram coletados dados de todos os regenerantes e analisadas a abundância e a diversidade das duas áreas. Coletou-se também dados sobre o índice de abertura do dossel (IAD), a umidade do solo e a massa da serapilheira; b) regeneração natural das espécies: *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg., *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Euterpe edulis* Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss. e *Inga marginata* Kunth. Neste experimento comparou-se a regeneração em 30 parcelas de 4 m², sendo 10 em CS, 10 em SS e 10 em áreas com samambaias cujas frondes foram cortadas (CSC), em amostragens trimestrais durante um ano; c) germinação de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. Para este experimento foram alocadas dez parcelas de 1 m², metade em CS e metade em SS e em cada parcela foram semeadas 50 sementes. As parcelas foram monitoradas quinzenalmente para analisar a diferença de porcentagem de germinação entre as áreas. No primeiro experimento, encontrou-se maior abundância de plântulas lenhosas nas áreas CS do que nas áreas SS e a única medida abiótica a apresentar diferença entre as áreas foi o IAD, o qual apresentou-se mais aberto nas áreas SS. No segundo experimento, não foram observadas diferenças entre os tratamentos para *A. polyneuron*. Em *E. edulis*, a mortalidade não diferiu entre as áreas, porém o recrutamento foi menor em CS; para *A. concolor*, só foram observados recrutamento e mortalidade no tratamento CS; para *G. kunthiana* não ocorreu recrutamento em CS e mortes só não foram observadas em CSC; e, para *I. marginata*, houve menos indivíduos nas áreas CS em relação às CSC. No terceiro experimento, a germinação de *C. gonocarpum* foi maior nas áreas CS. A presença do estrato de samambaias funcionou como um filtro ambiental seletivo para algumas espécies, atuando tanto para abundância total de regenerantes de espécies lenhosas, quanto para a regeneração de *Euterpe edulis* e *Guarea kunthiana* e para a germinação de *Chrysophyllum gonocarpum*.

Palavras-chave: Filtro ambiental. Mata Atlântica. Relações ecológicas.

CARVALHO, Eloísa de Souza. **Ferns influence on the regeneration of semi deciduous forest woody species.** 2012. 59p. Dissertation (Master Degree in Biology – Concentration area Botany) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

Different species of plants, like ferns, can act as environmental filters affecting the composition, structure and distribution of seeds or seedlings of forest species. This study aimed to examine if the presence of the ferns stratum act as an environmental filter on the regeneration of woody species (individuals with height equal to or less than 50 cm), in a seasonal semi-deciduous forest remnant. Three experiments were developed: a) total natural regeneration woody species. In this experiment, 10 plots of 25 m² were allocated in area covered by ferns (WF) and 10 in area without ferns or other abundant herbaceous plants (NF). In these plots data was collected from all regenerants and abundance and diversity for the WS and NS plots were analyzed. The following abiotic data was also collected in these plots: the index of the canopy openness (ICO), soil moisture and litter mass; b) natural regeneration of species: *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg. *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Euterpe edulis* Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss. and *Inga marginata* Kunth. In this experiment, regeneration was compared in 30 plots of 4 m², 10 in WF, 10 in NF and 10 in areas with ferns whose fronds were cut (CF) in quarterly sampling for one year; c) germination of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. In this experiment, ten plots of 1 m² were allocated, half in WF areas and half in NF areas and in each plot 50 seeds were sown. The plots were monitored every two weeks to analyze the difference in germination percentage among the areas. In first experiment, there was a higher abundance of woody seedlings in WF plots than in NF plots and only the ICO differed between plots, wich appeared more open in NF areas. In second experiment, no differences were found between treatments for *A. polyneuron*. In *E. edulis*, mortality did not differ between areas, but recruitment was lower in WF; for *A. concolor*, only recruitment and mortality were observed in the WF treatment; for *G. kunthiana* recruitment did not occur only in WF and deaths were also observed in CF; and, for *I. marginata*, there were fewer individuals in areas WF in relation to the CF. In the third experiment, the germination of *C. gonocarpum* was higher in WF plots. The presence of the stratum of ferns worked as an environmental filter selective for some species, for both total abundance of regenerating woody species, as well as for the regeneration of *Euterpe edulis* and *Guarea kunthiana* and for the germination of *Chrysophyllum gonocarpum*.

Keywords: Atlantic forest. Ecological relationships. Environmental filter.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Modelo de filtros ambientais na formação de uma comunidade vegetal (adaptado de Lortie et al. 2004). Cada processo/filtro está representado por um par de linhas horizontais. As setas sólidas representam o movimento dos indivíduos através dos filtros e as setas tracejadas indicam onde cada processo pode influenciar na comunidade vegetal 15
- Figura 2** - Modelo geral de invasão de espécies exóticas facilitadas por mutualistas (incluindo mutualistas que atuam nos processos de polinização, dispersão de sementes e aquisição de nutrientes), por interferências antrópicas à vegetação nativa, regimes de perturbações e ciclagem de nutrientes nos habitats naturais (adaptado de Richardson et al. 2000) 20
- Figura 3**- Distribuição e abundância de espécies refletindo seus atributos que permitem-nas ultrapassar os filtros de habitat múltiplos (abióticos + bióticos) hierarquicamente em diferentes escalas espaciais (adaptado de Poff 1997) 21
- Figura 4** - Plântulas de espécies arbóreas no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. A- *Aspidosperma polyneuron* ainda com o cotilédone; B- *Actinostemon concolor*; C- *Euterpe edulis*; D- *Guarea kunthiana*; E- *Inga marginata*; F- *Chrysophyllum gonocarpum* com folhas cotiledonares 30

CAPÍTULO 1

- Figura 1** - Localização do Parque Estadual Mata dos Godoy, cidade de Londrina, PR, Brasil (adaptado de Silva e Soares-Silva 2000)..... 40
- Figura 2** - Localização do local do estudo (quadrado vermelho) com samambaias e sem samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil..... 41

- Figura 3** - Parcelas alocadas nas áreas com aglomerados de samambaias (A) e nas áreas sem samambaias (B) no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR..... 41
- Figura 4** - Diagrama de dispersão obtido por meio da Análise dos Componentes Principais. Cada ponto indica uma parcela e os valores indicam a abundância das plântulas lenhosas em experimento realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. ●= parcelas com samambaias; x= parcelas sem samambaias 48
- Figura 5** - Número médio de indivíduos recrutados (R), mortos (M) e por parcela em 2010 e 2011 em áreas com samambaias (barras com linhas horizontais tracejadas), com as frondes das samambaias cortadas (barras com linhas diagonais) e sem samambaias (barras brancas) no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. A- *Actinostemon concolor*; B- *Aspidosperma polyneuron*; C- *Euterpe edulis*; D- *Guarea kunthiana*; E- *Inga marginata*. As linhas verticais nas barras indicam o erro-padrão e as letras acima das linhas indicam se há diferenças entre as áreas 50
- Figura 6** - Porcentagem média de germinação de *Chrysophyllum gonocarpum* nas parcelas com (CS) e sem (SS) samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. As barras verticais indicam o erro-padrão..... 51

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Caracterização das espécies no estudo realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Fontes: ¹Silva & Soares Silva (2000); ²Bianchini et al. (2006); ³Perina (2011)..... 43
- Tabela 2** - Caracterização ambiental das áreas com samambaias (CS) e sem samambaias (SS) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Média das parcelas ± erro padrão. IAD= Índice de abertura do dossel. Letras diferentes nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P \leq 0.05$)..... 45
- Tabela 3** - Número de indivíduos por espécie ou morfoespécie nas áreas com (CS) e sem (SS) samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. MF= morfoespécies. *Indica diferenças significativas no teste t ou Wilcoxon 46
- Tabela 4** - Valores dos índices das áreas com (CS) e sem (SS) samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. *Indica diferenças significativas no teste t 47
- Tabela 5** - Escores (loadings) das variáveis nos eixos dos componentes principais obtidos através da Análise dos Componentes Principais nas áreas com e sem samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR 48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
2 FILTROS ABIÓTICOS	18
3 FILTROS BIÓTICOS	19
4 ESCALAS DE OBSERVAÇÃO	21
5 CONCLUSÃO	24
METODOLOGIA GERAL	25
1 ESTRATO DE SAMAMBAIAS	25
2 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES DO ESTUDO	27
2.1 <i>Aspidosperma polyneuron</i> MÜLL. ARG.	27
2.2 <i>Actinostemon concolor</i> (SPRENG.) MÜLL. ARG.	27
2.3 <i>EUTERPE EDULIS</i> MART.....	28
2.4 <i>Guarea kunthiana</i> A. JUSS.....	28
2.5 <i>Inga marginata</i> KUNTH	29
2.6 <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL.....	29
REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO 1	37
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS	39
1 ÁREA DE ESTUDO	39
2 EXPERIMENTO DE REGENERAÇÃO NATURAL TOTAL DAS ESPÉCIES LENHOSAS	41
3 EXPERIMENTO DE REGENERAÇÃO NATURAL DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS	43
4 EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO DE CHRYSOPHYLLUM GONOCARPUM	44
RESULTADOS	45

1	EXPERIMENTO DE REGENERAÇÃO NATURAL TOTAL DAS ESPÉCIES LENHOSAS	45
2	EXPERIMENTO DE REGENERAÇÃO NATURAL DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS	48
3	EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO DE CHRYSOPHYLLUM GONOCARPUM	50
	DISCUSSÃO	51
	CONCLUSÃO	55
	AGRADECIMENTOS	55
	REFERÊNCIAS	55

INTRODUÇÃO GERAL

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O conjunto de espécies que compõe uma comunidade pode variar no tempo e no espaço, sendo determinado por processos tanto ecológicos quanto evolutivos (Ricklefs 2003). Já foi proposto que as interações entre os organismos determinam a coexistência de espécies em um determinado local e exercem importante papel na estruturação das comunidades (Diamond 1975). Porém, entender as forças que mantêm a diversidade biológica, tanto taxonômica quanto funcional, e também explicar os padrões de distribuição de espécies e abundância nas paisagens é um problema crítico na ecologia (Huston 1994). Em razão desta dificuldade, várias teorias foram propostas ao longo do tempo visando explicar as comunidades.

O entendimento sobre a organização das comunidades de plantas tem variado historicamente, entre classificações integradas e individualistas (Lortie et al. 2004). Clements (1916) defendia uma comunidade com determinado grau de integração e funcionando como um organismo, ou seja, nascendo, crescendo, atingindo a maturidade e morrendo (teoria organísmica). Segundo Gleason (1926), as espécies teriam um comportamento individualista e dependente do acaso e as comunidades seriam resultantes da sobreposição da distribuição de espécies com tolerâncias ambientais semelhantes (teoria individualista).

Mais tarde, MacArthur e Wilson (1967) propuseram que a dispersão seria a chave determinante da biodiversidade local, afirmando que a riqueza de espécies de ilhas poderia ser positivamente relacionada às taxas de imigração de reservatórios de espécies continentais (Teoria de Biogeografia de Ilhas).

Posteriormente, foi proposto que a coexistência entre espécies vegetais poderia ser explicada por diferentes processos, baseados em duas teorias: a de nicho e a neutra (Tilman 1988; Hubbell 2001). A teoria do nicho explica a maneira como os organismos se relacionam com o meio ambiente, sendo que cada indivíduo se estabelece somente em habitats onde as condições ambientais locais sejam propícias à sua sobrevivência e reprodução (Leibold & Geddes 2005), e considera que as espécies possuem características particulares que determinam sua capacidade para utilizar certos recursos (Hutchinson 1957). A teoria neutra considera que todas as espécies possuem a mesma capacidade de utilizar os recursos, sendo equivalentes em todos os aspectos ecológicos relevantes (Hubbell 2001;

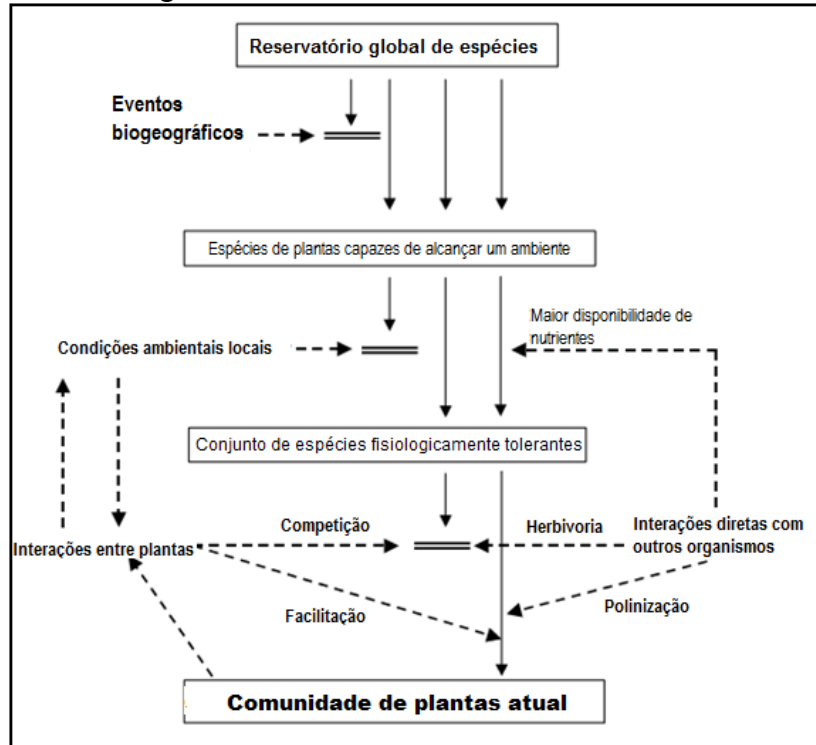
Leibold & Geddes 2005), incluindo a habilidade de interação com o ambiente na escala local e que a abundância das espécies de uma comunidade seguiria um padrão puramente probabilístico (Casseiro & Padial 2008).

Outros modelos propuseram que filtros ambientais, impostos pelas condições bióticas e abióticas locais, influenciavam as relações de dispersão e diversidade (Elton 1958; Grime 1979; Keddy 1992; Díaz et al. 1998; Huston 1999; Davis et al. 2000; Mouquet & Loreau 2003; Leibold et al. 2004), baseados na complexa interação de forças bióticas e abióticas, como a ação de dispersores e predadores de sementes, patógenos, herbivoria, luz, água, nutrientes do solo entre outros, que condicionam a regeneração das espécies nas florestas tropicais (De Steven 1988).

As espécies presentes em escala regional estariam representadas em uma escala local e tenderiam a apresentar características semelhantes, necessárias para superar os filtros ambientais (Tonn et al. 1990; Cornwell et al. 2006; Roy & De Blois 2006). Desse modo, as espécies que não apresentem certas características que podem ser necessárias para superar as restrições impostas pelo meio, não conseguirão se estabelecer naquele local (Lortie et al. 2004).

Neste contexto, Lortie et al. (2004) propuseram o conceito de comunidade integrada, na qual uma comunidade vegetal é estruturada por diversos processos abióticos e bióticos interagindo de forma sinérgica. Segundo os autores, haveria interação entre: (i) processos estocásticos, (ii) tolerâncias específicas das espécies ao conjunto de condições abióticas locais, (iii) interações positivas e negativas, diretas e indiretas entre as espécies de plantas, e (iv) interações diretas entre outras espécies de organismos. Estes processos funcionam como filtros ambientais, favorecendo ou excluindo espécies em vários caminhos diferentes, como o esquematizado na figura 1.

Figura 1 - Modelo de filtros ambientais na formação de uma comunidade vegetal (adaptado de Lortie et al. 2004). Cada processo/filtro está representado por um par de linhas horizontais. As setas sólidas representam o movimento das espécies através dos filtros e as setas tracejadas indicam onde cada processo pode influenciar na comunidade vegetal.



Os filtros ambientais podem selecionar as espécies que irão ocorrer em um determinado local por meio de condições ambientais limitantes como luminosidade, temperatura e umidade (Keddy 1992). E as interações bióticas servirão como um filtro na composição da comunidade local, no qual serão mantidas apenas as espécies que interagirem que possuírem atributos adequados às restrições impostas pelas condições abióticas do habitat (Poff 1997).

Os fatores que determinam a trajetória de um ecossistema ao longo da sucessão, ou seja, as regras de montagem (“assembly rules”), também são baseadas essencialmente na hierarquia e na cronologia dos filtros atuantes no ecossistema. Assim, as regras de montagem irão especificar qual será o conjunto de espécies do “pool” total que irá tolerar as condições específicas do ambiente e formar uma comunidade (Keddy 1992).

Portanto, além de determinar quando e onde os processos ecológicos são mais importantes dentro de uma comunidade, é necessário observar a complexidade de interações presentes nessas comunidades, pois elas irão abranger vastas diferenças em suas formas de dependências entre as espécies e graus de interações (Lortie et al. 2004).

Há necessidade de entender melhor a extensão em que a chegada dos propágulos interage com os filtros ambientais para estruturar a biodiversidade local, pois ainda não foi comprovada relação entre a diversidade e dispersão de espécies locais nos estudos com plantas, possivelmente devido ao pequeno número de experimentos realizados, ou porque apenas a variável taxa de dispersão foi examinada (Myers & Harms 2009). Portanto, a proposição de filtros ambientais pode explicar melhor a regeneração de todas as espécies arbóreas que vivem sob dossel (Gandolfi et al. 2007).

No modelo de filtragem ecológica, o ambiente de uma comunidade possibilita a ocorrência de espécies arbóreas que apresentem adaptações particulares ao meio no qual estão inseridas e exclui aquelas sem tais atributos (Weiher & Keddy 1999; Sargent & Ackerly 2008). Já se sabe que cada espécie de árvore do dossel pode criar abaixo de si microsítios específicos que funcionarão como um filtro sobre a biodiversidade de plantas que poderiam regenerar sob eles. Isso sugere que o presente e o futuro da biodiversidade das comunidades de plantas das florestas poderiam ser, parcialmente, determinados pelos diferentes níveis de permeabilidade criados pela copa das espécies arbóreas (Gandolfi et al. 2007).

É importante ressaltar que alguns autores, principalmente em estudos de restauração ecológica, defendem que os filtros ambientais barram a existência de certas espécies ou indivíduos excluindo-as do ambiente e alterando a biodiversidade local (Hobbs & Norton 2004; Myers & Harms 2009), porém, para outros a atuação do filtro é mais amena, por exemplo, diminuindo a abundância dessas espécies ou indivíduos sem excluí-los do ambiente (George & Bazzaz 1999a;b). Esta última abordagem será a utilizada no presente estudo.

Diferentes espécies florestais podem atuar como filtros ambientais afetando a composição, estrutura e distribuição de plântulas ou sementes das espécies de dossel e sub-bosque. O estrato de ervas e arbustos do sub-bosque florestal representa uma das mais importantes e primeiras barreiras potenciais à regeneração de espécies arbóreas e ele pode ser visto como um filtro que essas espécies precisam transpor (Gilliam et al. 1994). Este estrato é considerado um importante filtro ambiental em muitas comunidades temperadas e tropicais, influenciando a composição e estrutura do dossel (George & Bazzaz 1999a).

Ocorre um alto grau de ligação entre as plantas do dossel com o estrato inferior da floresta (Gilliam 2007), pois assim como a composição do estrato herbáceo pode influenciar a dinâmica de plântulas de espécies que irão compor o dossel, este estrato também pode afetar a dinâmica das espécies herbáceas por meio da disponibilidade de luz e

umentando a heterogeneidade espacial da fertilidade do solo (George & Bazzaz 1999a; Muller 2003; Neufeld & Young 2003).

2 FILTROS ABIÓTICOS

O clima, que está diretamente relacionado com a variação da vegetação em diferentes escalas, pode funcionar como um filtro ambiental, por exemplo, pela influência da radiação solar sobre as condições de temperatura, movimentação do ar e disponibilidade hídrica para as plantas (Pillar 1995). Também pode afetar, indiretamente, as distribuições de plantas devido à influência que ele tem no desenvolvimento do solo, o qual proporciona o substrato para o desenvolvimento das raízes das plantas terrestres (Ricklefs 2003). As condições desse substrato (nutrientes, umidade, salinidade e outros fatores) também são responsáveis por moldar a distribuição e adaptações das plantas, animais e outros organismos ao longo da superfície da Terra (Ricklefs 2003) e constituem-se em outro conjunto de filtros abióticos.

A luz é o recurso que mais limita o crescimento dos indivíduos no sub-bosque florestal (Swaine 1996). As plantas agrupam-se de acordo com suas preferências à luz ou tolerâncias ao sombreamento (Valladares & Niinemets 2008) e quantidades limitadas de luz atuam como filtro ambiental regional selecionando características morfológicas necessárias para que essas plantas se estabeleçam sob tais condições (Briggs & Walters 1997).

A estrutura da paisagem pode atuar como um filtro ambiental, pois a proporção e o tipo da matriz na paisagem, a distância entre os fragmentos e a área de hábitat podem determinar a facilidade de propagação das espécies nos fragmentos e podem funcionar como um filtro seletivo para a dispersão das espécies locais (Primack & Rodrigues 2002; Pires et al. 2006).

Perturbações ambientais, como fogo, deslizamento de terra e vendavais, podem funcionar tanto como um filtro ambiental (como a remoção direta de espécies locais de suas comunidades) quanto como um processo que influencia a intensidade de outros filtros ambientais (como a alteração de recursos limitantes) (Myers & Harms 2009). Alguns autores defendem que as perturbações ambientais compõem um diferente tipo de filtro ao lado dos bióticos e abióticos (Díaz et al. 1999; Woodward & Diament 1991 apud Hobbs & Norton 2004).

3 FILTROS BIÓTICOS

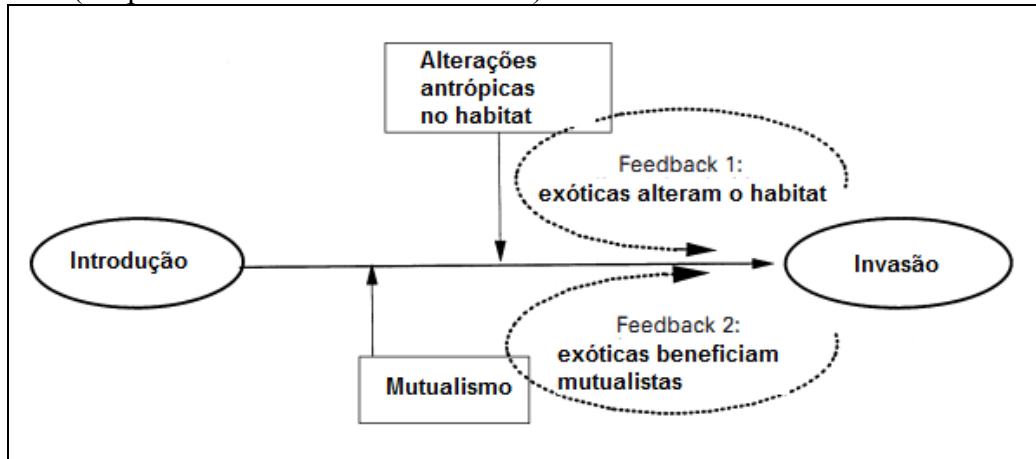
A competição ocorre quando coexistem espécies que necessitam do(s) mesmo(s) recurso(s) do ambiente e aquela espécie que for competitivamente superior poderá excluir a outra quando ocorrer a limitação de recursos (Weiher et al. 1998). Apesar de haverem poucos exemplos na literatura sobre exclusão competitiva (Hubbell 2005), a competição implica em uma divergência de atributos funcionais no uso de recursos por espécies co-ocorrentes (MacArthur & Levins 1967).

Os predadores que, juntamente com os parasitóides e os parasitas, constituem os tipos básicos de consumidores, removem indivíduos da população de presas à medida que as consomem (Ricklefs 2003), podem funcionar como um filtro ambiental. Cita-se como exemplo a predação de sementes já dispersas no solo que pode ser um dos fatores limitantes mais importantes para a formação de um banco de plântulas (Schupp 1988).

Na natureza, os herbívoros normalmente consomem de 30-60% da vegetação acima do solo, levando a concluir que eles controlam efetivamente algumas populações de plantas (Ricklefs 2003) ou até mesmo podem acarretar a perda quase total das coortes em apenas uma estação (Swaine 1996). A herbivoria, portanto, também é um importante filtro biótico para a comunidade vegetal.

O mutualismo, que é a interação ecológica no qual cada sócio mutualista é especializado em executar uma função complementar ao outro, por exemplo, as micorrizas, as bactérias fixadoras de nitrogênio, a polinização, a dispersão e as defesas, nas quais as espécies recebem abrigo ou alimento de espécies mutualistas em troca de defendê-las contra inimigos naturais (Ricklefs 2003), pode funcionar como um filtro ambiental. A presença ou ausência de micorrizas como simbiontes, por exemplo, têm efeitos notáveis na sucessão vegetal, aumentando os estágios iniciais da vegetação para os outros estágios (Renker et al. 2004). O estudo de Zangaro et al. (2000) demonstrou que o crescimento inicial das espécies lenhosas pode depender mais do fungo arbuscular micorrizico em solos pobres em minerais. Além disso, muitas espécies de plantas introduzidas dependem de mutualismos em seus novos habitats para superar os obstáculos ao estabelecimento, tornarem-se naturalizadas e, em alguns casos, invasivas (figura 2) causando a perda da biodiversidade nativa (Richardson et al. 2000).

Figura 2 - Modelo geral de invasão de espécies exóticas facilitadas por mutualistas (incluindo mutualistas que atuam nos processos de polinização, dispersão de sementes e aquisição de nutrientes), por interferências antrópicas à vegetação nativa, regimes de perturbações e ciclagem de nutrientes nos habitats naturais (adaptado de Richardson et al. 2000).



A ordem de chegada de espécies também pode funcionar como filtro (Hobbs & Norton 2004). Por exemplo, a facilitação, entendida como a interação que torna o ambiente favorável para uma das espécies sem causar danos à outra (Bruno et al. 2003).

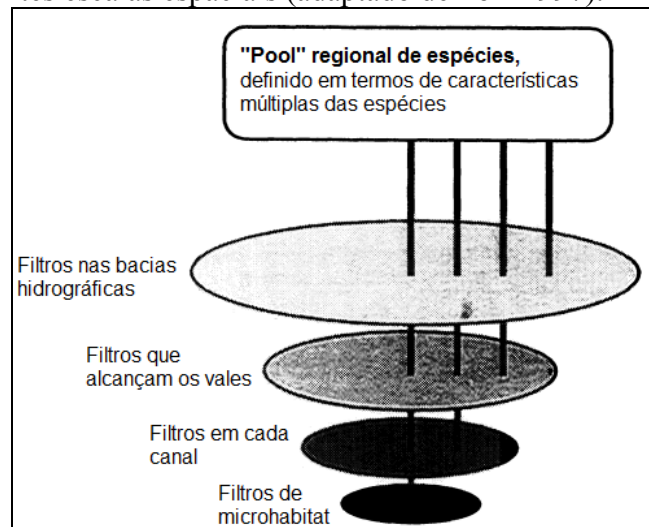
É importante quantificar a natureza dos filtros bióticos, porém há grande dificuldade, pois não é possível construir uma matriz de coeficientes de interações de espécies dentro de um “pool” regional para avaliar como as combinações dessas espécies poderiam modificar a abundância umas das outras ou a probabilidade de ocorrência (Poff 1997). Uma via promissora, entretanto, pode ser o foco nas espécies-chave ou dominantes e a identificação de seus limites ambientais particulares (Power et al. 1996; Poff 1997).

4 ESCALAS DE OBSERVAÇÃO

As espécies podem ser descritas em termos de suas relações funcionais de acordo com as diversas características do habitat, que podem ser definidas em diferentes escalas espaciais e organizadas hierarquicamente. Essas características do habitat funcionam como filtros que influenciam a probabilidade de espécies individuais com atributos funcionais específicos se tornarem capazes de persistir como membros de uma comunidade local (figura 3). A identificação desses atributos das espécies que são sensíveis às características do habitat em diversos níveis provavelmente possibilita prever como a distribuição das espécies regula-se na paisagem onde está inserida (Poff 1997).

Frente às diversas mudanças recentes de conceitos ecológicos, é perceptível a complexidade dos ecossistemas e dinâmica das comunidades que variam em múltiplas escalas, tanto espaciais quanto temporais (Hobbs & Norton 2004).

Figura 3 - Distribuição e abundância de espécies refletindo seus atributos que permitem-nas ultrapassar os filtros de habitat múltiplos (abióticos + bióticos) hierarquicamente em diferentes escalas espaciais (adaptado de Poff 1997).



É desafiador determinar em quais escalas os filtros ambientais atuarão, apesar de que a associação dos atributos das espécies com os filtros de paisagem, por exemplo, permitem prever quais as espécies provavelmente serão removidas do “pool” de espécies regional (Poff 1997).

Para responder a possibilidade de previsão dos estados futuros das comunidades é necessário considerar o contexto no qual esta comunidade está inserida, ou

seja, a escala e o nível de organização no qual a ecologia está operando e também, o estado das variáveis bióticas e abióticas que serão exploradas (Keddy 1992), já que estes ocorrem em diferentes escalas.

Há diversos exemplos de filtros operando em diferentes escalas. Clima, perturbações e interações com outros organismos, atuam como filtros conforme as escalas diminuem, formando uma hierarquia de filtros (Díaz et al. 1998). Na escala local, os principais fatores que podem determinar a organização de uma comunidade vegetal são as interações com os animais, como a herbivoria e a dispersão zoocórica, e entre as próprias plantas, como a competição e a facilitação (Bruno et al. 2003; Lortie et al. 2004; Michalet et al. 2006). Os filtros bióticos são mais facilmente detectáveis em escalas locais, pois as interações bióticas influenciam na distribuição e abundância de espécies, geralmente operando em escala local após a eliminação das espécies pelas limitações das condições abióticas (Tonn et al. 1990).

Alexander et al. (2011) apresenta exemplo de filtro de grande escala ao demonstrar que as espécies exóticas passam pela filtragem ambiental e alcançam grandes altitudes ao redor do mundo.

Há muitas incertezas com respeito à caracterização dos componentes da estrutura dos filtros e a associação com os nichos para prever a distribuição e abundância na composição da comunidade. Não se sabe, por exemplo, como a quantidade e distribuição de categorias particulares de elementos do habitat em pequena-escala (refúgios, por exemplo) variam em função das características de larga-escala (regime hidrológico e heterogeneidade geológica, por exemplo) (Poff 1997).

Há na literatura uma quantidade razoável de estudos focando filtros ambientais. Em uma meta-análise, realizada por Myers & Harms (2009), são listados 28 estudos abrangendo 62 experimentos tratando dos efeitos dos filtros ambientais sobre a dispersão na biodiversidade local.

Scarano et al. (1997) realizaram estudo sobre o estabelecimento de plantas em gradiente topográfico que distinguia locais periodicamente e permanentemente alagados em áreas de restinga, no sudeste do Brasil, nas quais os sub-bosques eram densamente ocupados por bromeliáceas. Os autores concluíram que as bromélias funcionaram como filtro ambiental, pois formavam um substrato seguro para a germinação e que o estabelecimento de algumas espécies, principalmente aquelas com propagação vegetativa, que começavam seu desenvolvimento nas rosetas das bromeliáceas, resistiram até as graduais abscisões das folhas

dessas bromélias para seu consequente estabelecimento no solo quando este não apresentava mais alagamento.

Vieira e Gandolfi (2006) estudaram a regeneração natural sob a copa de três espécies arbóreas (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth, *Cordia myxa* L. e *Melia azedarach* L.) em reflorestamento de restauração em região da Floresta Estacional Semidecidual. O total de propágulos coletados foi de 26.911, sendo 15% sob os indivíduos de *C. tomentosum*, 23% sob *C. myxa* e 62% sob *M. azedarach*. Houve diferença significativa apenas entre as alturas médias dos indivíduos regenerantes. A regeneração observada sob *C. myxa* foi, em média, mais alta do que a observada sob as outras duas espécies. Os autores atribuíram os resultados à influência das espécies da vizinhança ou de filtros ambientais.

Estes exemplos de estudos ressaltam a diversidade de experimentos que podem ser realizados focando filtros ambientais, tanto bióticos quanto abióticos. Seus resultados, além de facilitarem o entendimento das estruturas organizacionais das comunidades vegetais, também podem sugerir ações que podem ser utilizadas em projetos de conservação e restauração de comunidades.

5 CONCLUSÃO

O conhecimento das ligações funcionais dentro dos níveis hierárquicos apresentados pelo habitat, assim como as correlações entre os filtros em cada nível, fornecem base para entender a distribuição e abundância de espécies em várias escalas e contribuem em diversas outras áreas da ecologia corrente (Poff 1997).

Portanto, os filtros ambientais podem determinar as características da comunidade, a composição das espécies, a produtividade e os padrões de distribuição espacial (George & Bazzaz 1999a). A compreensão dos filtros pode facilitar o entendimento sobre como as comunidades são montadas, como elas respondem às mudanças ambientais (Keddy 1992), nortear em quais escalas o habitat pode ser manipulado para ampliar a organização funcional de comunidades atualmente degradadas (Poff 1997) e colaborar nas pesquisas voltadas para a conservação da biodiversidade face à perda de habitat, fragmentação e mudanças climáticas (Myers & Harms 2009). Considerar o conceito de filtros bióticos e abióticos e a análise de suas transições e limiares colabora no desenvolvimento de uma estrutura compreensiva para a restauração de ecossistemas (Hobbs & Norton 2004).

METODOLOGIA GERAL

1 ESTRATO DE SAMAMBAIAS

As samambaias formam sinúsias, ou seja, grupos de plantas com formas de vida e hábito similares que desempenham o mesmo papel na comunidade (Richards 1998; Braun-Blanquet 1979). Essas plantas são o esporófito (etapa do ciclo de vida mais longa na maioria das espécies) das plantas vasculares sem sementes e que representam o grupo das monilófitas (Zuquim et al. 2008).

As características morfológicas dessas plantas são frondes grandes com várias nervuras ramificadas e com esporângios situados na parte abaxial ou nas margens (Zuquim et al. 2008).

Essas herbáceas podem também se reproduzir de forma vegetativa, ou seja, por meio da formação de “mudas”, que podem originar-se do caule, do ápice da folha ou até no meio desta. A maioria das samambaias é perene, ou seja, vive mais do que um ano, podendo levar anos para se tornarem reprodutivas. As folhas são trocadas continuamente e cada folha pode durar cerca de três meses ou até mais que dois anos (Zuquim et al. 2008).

Cerca de $\frac{3}{4}$ das espécies de samambaias são encontradas nos trópicos (Zuquim et al. 2008), estimando-se existirem 1300 espécies no Brasil (Prado 1998), sendo 840 na Floresta Atlântica, distribuídas em 116 gêneros e 33 famílias (Moran 2008). Dessas espécies, 269 são endêmicas, das quais 89 são encontradas na Floresta Estacional Semidecidual (Salino & Almeida 2009).

Há informações de que as espécies de samambaias da família Gleicheniaceae, como *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw. e *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching, exercem forte efeito inibidor sobre o desenvolvimento de outras plantas ao seu redor, por meio de efeitos alelopáticos (Zuquim et al. 2008) funcionando também como um filtro ambiental.

Em estudo realizado por George e Bazzaz (1999a) nos EUA, foi verificado que a cobertura do solo de floresta por samambaias diminuiu a emergência de plântulas de *Betula alleghaniensis* Britton, *Pinus strobus* L. e *Quercus rubra* L., mas não afetou a emergência de *Acer rubrum* L. ou de *Fraxinus americana* L., demonstrando que há seletividade das espécies arbóreas com as quais compartilham seus ambientes. Segundo os

autores, a seletividade do filtro de samambaias se dá pelas respostas diferenciadas dos propágulos ao sombreamento do sub-bosque.

Devido à necessidade de entendimento sobre as relações ecológicas que compõe as florestas tropicais e de previsões de estados futuros das comunidades de árvores, buscou-se, no presente estudo, analisar se a presença do estrato de samambaias poderia funcionar como um filtro ambiental sobre a regeneração de espécies arbóreas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual.

2 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES DO ESTUDO

Foram escolhidas seis espécies arbóreas tolerantes à sombra e com indivíduos reprodutivos abundantes na área para as devidas manipulações experimentais do presente estudo. Para o experimento de regeneração natural foram selecionadas *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg., *Euterpe edulis* Mart., *Inga marginata* Kunth e *Guarea kunthiana* A. Juss.; as quais estão entre as 10 espécies com maior abundância na área e as quatro primeiras estão entre as 10 espécies com maior valor de importância na área (Soares-Silva & Barroso 1992). Para o experimento de germinação, foi escolhida *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. por ser uma das principais espécies dos remanescentes de florestas estacionais semidecíduais (FES) do Paraná (Soares-Silva et al. 1992; 1998; Silva et al. 1995; Bianchini et al. 2003) e por já ter sido bem estudada no Parque Estadual Mata dos Godoy, fragmento de FES (Bianchini 1998; Bianchini et al. 2006; Silva 2010).

2.1 *Aspidosperma polyneuron* MÜLL. ARG.

Pertencente à família Apocynaceae, é popularmente conhecida como peroba rosa (figura 4A). Comumente apresenta altura de 15-25 m (podendo atingir até 45 m) com diâmetro do caule de 50-100 cm (Carvalho 1994). Suas flores são polinizadas provavelmente por mariposas (Morellato 1991). A maturação de seus frutos ocorre de agosto a setembro (Perina 2011), com taxa de germinação superior a 70%. Produz grande quantidade de sementes em intervalos de 2-4 anos (Lorenzi 2002a) as quais são anemocóricas (Morellato 1991). Segundo Silva e Soares-Silva (2000) essa é uma espécie secundária tardia e presente no estrato emergente.

2.2 *Actinostemon concolor* (Spreng.) MÜLL. ARG.

Popularmente conhecida como laranjeira-do-mato e pertencente à família Euphorbiaceae (figura 4B), é uma espécie arbórea de sub-bosque, tolerante à sombra e seletiva higrófila que ocorre preferencialmente no interior das florestas situadas em solos úmidos, início das encostas e em solos rochosos do alto das encostas (Smith et al. 1988). Na área de estudo, a espécie atinge altura média de até 9 m (Bovolenta, comunicação pessoal).

Floresce de agosto a setembro e a dispersão de seus frutos ocorre por autocoria nos meses de outubro e novembro (Perina 2011).

2.3 *Euterpe edulis* MART.

Pertencente à família Arecaceae, essa espécie é popularmente conhecida como palmito-juçara (figura 4C), içara, entre outros. Possui altura que varia de 5 a 10 m e apresenta estipe, com média de 30 cm de diâmetro, do qual se extrai o palmito (região apical do caule) (Carvalho 1994). Ocorria de forma expressiva na bacia do rio Paraná, principalmente nas margens dos rios, mas devido à ação antrópica, tornou-se quase extinta (Lorenzi 2002a), e atualmente só ocorre de forma abundante em áreas protegidas e em locais de difícil acesso (Fantini & Reis 1997). Devido ao histórico de exploração, seu status de conservação fora das áreas protegidas é incerto (Chediack & Baqueiro 2005). É caracterizada como espécie tolerante à sombra e com mecanismo de regeneração intenso do tipo banco de plântulas, ou seja, as plântulas ficam agrupadas próximas das plantas parentais (Carvalho 1994; Reis 1995). Floresce durante um longo período, com início em agosto, prolongando-se até dezembro e a maturação dos frutos ocorre de novembro a maio (Perina 2011) com dispersão zoocórica, feita por muitas espécies de aves, primatas, morcegos, marsupiais, entre outros (Morellato 1991; Cerisola et al. 2007).

2.4 *Guarea kunthiana* A. JUSS.

Pertence à família Meliaceae e é popularmente conhecida como canjambo, mancore, pau-d'arco, peloteira, entre outros (figura 4D). Possui altura que varia de 4 a 25 m e o diâmetro do caule pode variar de 40 a 70 cm. Ocorre em todo o território nacional, em quase todas as formações florestais com até 2000 m de altitude (Lorenzi 2002b). A espécie é de sub-bosque, tolerante à sombra (Silva e Soares-Silva 2000), seletiva higrófila e indicadora de terras férteis (Klein 1984). Produz anualmente grande quantidade de sementes que são dispersas pela avifauna. Floresce de julho a dezembro, com frutos amadurecendo de agosto a dezembro (Perina 2011).

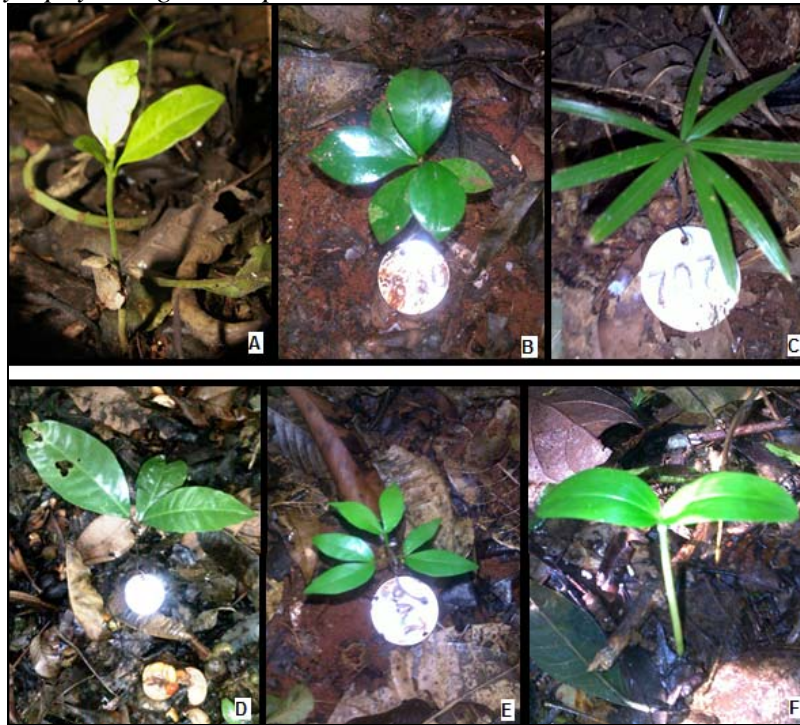
2.5 *Inga marginata* KUNTH

Essa espécie, pertencente à família Leguminosae-Mimosoideae, é popularmente conhecida como ingá-feijão (figura 4E). Sua altura varia de 5 a 15 m (Lorenzi 2002b). É considerada por Gandolfi (2000) como secundária tardia e de sub-bosque (Silva e Soares-Silva 2000). Na área de estudo esta espécie apresenta dois períodos de floração: de outubro a fevereiro e nos meses de junho e julho (Perina 2011), apresentando dispersão zoocórica (Morellato 1991) nos meses de janeiro, março e abril (Perina 2011). É uma planta seletiva higrófito, característica da Floresta Ombrófila, ocorrendo também na floresta semidecídua da bacia do Paraná, preferencialmente na vegetação secundária, situada em solos úmidos (Lorenzi 2002b).

2.6 *Chrysophyllum gonocarpum* (MART. & EICHLER EX MIQ.) ENGL.

Da família Sapotaceae, essa é uma espécie arbórea conhecida como aguai ou guatambú (figura 4F) que apresenta distribuição geográfica pelas regiões Sudeste e Sul do Brasil, atingindo os países vizinhos (Argentina, Paraguai e Uruguai) (Reitz 1968). É tolerante à sombra (Bianchini 1998) e atinge altura média de 10 a 20 m (Lorenzi 2002a). A dispersão de seus frutos é zoocórica (Bianchini et al. 2006) e suas sementes não possuem dormência tegumentar (Felippi et al. 2008).

Figura 4 - Plântulas de espécies arbóreas no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. A- *Aspidosperma polyneuron* ainda com o cotilédone; B- *Actinostemon concolor*; C- *Euterpe edulis*; D- *Guarea kunthiana*; E- *Inga marginata*; F- *Chrysophyllum gonocarpum* com folhas cotiledonares.



REFERÊNCIAS

- Alexander JM, Kueffer C, Daehler CC, Edwards PJ, Pauchard A, Seipel T, Consortium M 2011. Assembly of nonnative floras along elevational gradients explained by directional ecological filtering. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108: 656–661.
- Bianchini E 1998. Ecologia de população de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Bianchini E, Pimenta JA, Santos FAM 2006. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 595–602.
- Bianchini E, Popolo RS, Dias MC, Pimenta JA 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17: 405–419.
- Braun-Blanquet J 1979. *Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid, H. Blume.
- Briggs D, Walters SM 1997. *Plant variation and evolution*. Cambridge, Cambridge University.
- Bruno JF, Stachowicz JJ, Bertness MD 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 119–125.
- Carvalho PER 1994. *Espécies florestais brasileiras – Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Colombo, EMBRAPA - CNPF.
- Casemiro FAZ, Padiá AA 2008. Teoria neutra da biodiversidade e biogeografia: aspectos teóricos, impactos na literatura e perspectivas. *Oecologia Brasiliensis* 12: 706–719.
- Cerisola C, Antunes AZ, Port-Carvalho M 2007. Consumo de frutos de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) por vertebrados no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, Sudeste do Brasil. *Revista Instituto Florestal* 1: 167–171.
- Chediack SE, Baqueiro MF 2005. Extração e conservação do palmito. In: Galindo-Leal C, Câmara IG ed. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Belo Horizonte, Conservação Internacional. Pp. 406–412.
- Clements FE 1916. *Plant Succession*. Publication 242, Carnegie Institution of Washington.
- Cornwell WK, Schilck DW, Ackerly DD 2006. Trait-based test for habitat filtering: convex hull volume. *Ecology* 87: 1465–1471.
- Davis MA, Grime JP, Thompson K 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88: 528–534.

- De Steven D 1988. Light gaps and long-term seedling performance of a Neotropical canopy tree (*Dipteryx panamensis*, Leguminosae). *Journal of Tropical Ecology* 4: 407–411.
- Diamond JM 1975. Assembly of species communities. In: Cody ML, Diamond JM ed. *Ecology and evolution of communities*. Cambridge, Harvard University Press. Pp. 342–444.
- Díaz S, Cabido M, Casanoves F 1998. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. *Journal of Vegetation Science* 9: 113–122.
- Díaz S, Cabido M, Zak M, Martínez Carretero E, Aranibar J 1999. Plant functional traits, ecosystem structure and land-use history along a climatic gradient in central-western Argentina. *Journal of Vegetation Science* 10: 651–660.
- Elton CS 1958. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. London, Methuen.
- Fantini AC, REIS MS 1997. Estimativa da produção de palmito em plantas de palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) a partir de características fenotípicas. *Revista Árvore* 21: 49–57.
- Felippi M, Grossi F, Nogueira AC, Kuniyoshi YS 2008. Fenologia e germinação de sementes de aguái, *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. *Floresta* 38: 229–243.
- Gandolfi S, Joly CA, Rodrigues RR 2007. Permeability-Impermeability: Canopy trees as biodiversity filters. *Scientia Agricola* 64: 433–438.
- Gandolfi S 2000. História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). 520p. Tese de doutorado em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- George LO, Bazzaz FA 1999a. The fern understory as an ecological filter: emergence and establishment of canopy-tree seedlings. *Ecology* 80: 833–845.
- _____ 1999b. The fern understory as an ecological filter: growth and survival of canopy-tree seedlings. *Ecology* 80: 846–856.
- Gilliam FS 2007. The ecological significance of the Herbaceous Layer in Temperate Forest Ecosystems. *BioScience* 57: 845–858.
- Gilliam FS, Turrill NL, Aulick SD, Evans DK, Adams MB 1994. Herbaceous layer and soil response to experimental acidification in a central Appalachian hardwood forest. *Journal of Environmental Quality* 23: 835–844.
- Gleason HA 1926. The individualistic concept of plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 53: 7–26.
- Grime JP 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. New York, Wiley.
- Hobbs RJ, Norton DA 2004. Ecological filters, thresholds and gradients in resistance to ecosystem reassembly. In: Temperton, V. M.; Hobbs, R. J.; Nuttle, T.; Halle, S. ed. *Assembly Rules and Restoration Ecology*. Washington, Island Press. Pp. 72–95.

Hubbell SP 2001. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. New Jersey, Princeton University Press.

_____ 2005. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. *Functional Ecology* 19: 166–172.

Huston MA 1994. Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge, Cambridge University Press.

_____ 1999. Local processes and regional patterns: appropriate scales for understanding variation in the diversity of plants and animals. *Oikos* 86: 393–401.

Hutchinson GE 1957. Concluding remarks. In: Cold Spring Harbor Symposium of Quantitative Biology 22: 415–427.

Keddy PA 1992. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science* 3: 157–164.

Klein RM 1984. Meliáceas. In: Reitz RM ed. Flora ilustrada catarinense. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. Pp. 83–100.

Leibold MA, Geddes P 2005. El concepto de nicho en las metacomunidades. *Ecología Austral* 15: 117–129.

Leibold MA, Holyoak M, Mouquet N, Amarasekare P, Chase JM, Hoopes MF, Holt RD, Shurin JB, Law R, Tilman D, Loreau M, Gonzalez A 2004. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters* 7: 601–613.

Lorenzi H 2002a. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. v.1. Nova Odessa, Plantarum.

_____ 2002b. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. v.2. Nova Odessa, Plantarum.

Lortie CJ, Brooker RW, Choler P, Kikvidze Z, Michalet R, Pugnaire FI, Callaway RM 2004. Rethinking plant community theory. *Oikos* 107: 433–438.

MacArthur RH, Wilson EO 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton, Princeton University Press.

MacArthur R, Levins R 1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *American Naturalist* 101: 377–385.

Michalet R, Brooker RW, Cavieres LA, Kikvidze Z, Lortie CJ, Pugnaire FI, Valiente-Banuet A, Callaway RM 2006. Do biotic interactions shape both sides of the humped-back model of species richness in plant communities? *Ecology Letters* 9: 767–773.

Moran RC 2008. Diversity, Biogeography and floristics. In: Ranker TA, Haufler CH ed. Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes. Cambridge, Cambridge University Press. Pp. 367–394.

- Morellato LPC 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Mouquet N, Loreau M 2003. Community patterns in source-sink metacommunities. *The American Naturalist* 162: 544–557.
- Muller RN 2003. Nutrient relations of the herbaceous layer in deciduous forest ecosystems. In: Gilliam FS, Roberts MR ed. *The Herbaceous Layer in Forests of Eastern North America*. New York, Oxford University Press. Pp. 15–37.
- Myers JA, Harms KE 2009. Seed arrival, ecological filters, and plant species richness: a meta-analysis. *Ecology Letters* 12: 1250–1260.
- Neufeld HS, Young DR 2003. Ecophysiology of the herbaceous layer in temperate deciduous forests. In: Gilliam FS, Roberts MR ed. *The Herbaceous Layer in Forests of Eastern North America*. New York, Oxford University Press. Pp. 38–90.
- Perina BB 2011. Fenologia de espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecidual do Sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil.
- Pillar VD 1995. Clima e vegetação. UFRGS, Departamento de Botânica. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>. Acesso em: 06 de set de 2011.
- Pires AS, Fernandez FAZ, Barros CS 2006. Vivendo em um mundo em Pedacos: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. In: Rocha CFD, Bergallo HG, Sluys MV, Alves MAS org. *Biologia da Conservação: essências*. São Carlos, RiMa. Pp. 231-260.
- Poff NL 1997. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *Journal of the North American Benthological Society* 16: 391–409.
- Power ME, Tilman D, Estes JA, Menge BA, Bond WJ, Mills LS, Daily G, Castilla JC, Lubchenco J, Paine RT 1996. Challenges in the quest for keystones. *BioScience* 46: 609–620.
- Prado J 1998. Pteridófitas do Estado de São Paulo. In: Bicudo CEM, Shepherd GJ ed. *Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX - Fungos macroscópicos e plantas do Estado de São Paulo*. São Paulo, FAPESP. Pp. 49–61.
- Primack RB, Rodrigues E 2002. *Biologia da Conservação*. Londrina: Planta. 328p.
- Reis A 1995. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius – (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta Atlântica em Blumenau. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.
- Renker C, Zobel M, Öpik M, Allen MF, Allen EB, Vosátka M, Rydlová J, Buscot F 2004. Structure, Dynamics, and Restoration of Plant Communities: Do Arbuscular Mycorrhizae Matter? In: Temperton VM, Hobbs RJ, Nuttle T, Halle S ed. *Assembly Rules and Restoration Ecology*. Washington D. C., Island Press. Pp.189–229.

Richards PW 1998. The tropical rain forest: an ecological study. Cambridge, Cambridge University Press. 575p.

Richardson DM, Allsopp N, D'Antonio CM, Milton SJ, Rejmánek M 2000. Plant invasions – the role of mutualisms. *Biological reviews* 75: 65–93.

Ricklefs RE 2003. A economia da natureza. 5 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 503p.

Roy V, de Blois S 2006. Using functional traits to assess the role of hedgerow corridors as environmental filters for forest herbs. *Biological Conservation* 130: 592–603.

Salino A, Almeida TE 2009. Pteridófitas. In: Stehmann JR, Forzza RC, Salino A, Sobral M, Costa DP, Kamino LHY ed. *Plantas da Floresta Atlântica*. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Pp. 18-25.

Sargent RD, Ackerly DD 2008. Plant-pollinator interactions and the assembly of plant communities. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 123–130.

Scarano FR, Ribeiro KT, Moraes LFD, Lima HC 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14: 793–803.

Schupp EW 1988. Seed and early seedling predation in the forest understory and in treefall gaps. *Oikos* 51: 71–78.

Silva FC, Soares-Silva LH 2000. Arboreal flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR. Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 57: 107–120.

Silva FC, Fonseca EP, Soares-Silva LH, Muller C, Bianchini E 1995. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, PR. *Acta Botanica Brasilica* 9: 289–302.

Silva VT 2010. Estudo populacional de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em áreas topograficamente distintas de fragmentos de floresta estacional semidecidual do sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil.

Smith LB, Downs RJ, Klein RM 1988. Euforbiáceas. In: Reitz R ed. *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues.

Soares-Silva LH, Barroso GM 1992. Fitossociologia do estrato arbóreo da porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina – PR, Brasil. In: *Anais 8º Congresso Sociedade Botânica de São Paulo*, São Paulo. Pp. 101–112.

Soares-Silva LH, Kita KK, Silva FC 1998. Fitossociologia de um trecho de floresta de galeria no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 3: 46–62.

Soares-Silva LH, Bianchini E, Fonseca EP, Dias MC, Medri ME, Zangaro Filho W 1992. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice, município de Iporã, PR. *Revista do Instituto Florestal* 4: 199–206.

Swaine MD 1996. Herbivores and other biota. In: Swaine MD ed. The ecology of tropical forest tree seedlings. Man and the Biosphere Series. Patheron Publishing, UNESCO. Pp. xxiv–xxv.

Tilman DT 1988. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. New Jersey, Princeton University Press.

Tonn WM, Magnuson JJ, Rask M, Toivonen J 1990. Intercontinental comparison of small-lake fish assemblages: the balance between local and regional processes. *American Naturalist* 136: 345–375.

Valladares F, Niinemets Ü 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39: 237–257.

Vieira DCM, Gandolfi S 2006. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas de uma floresta em processo de restauração. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 541–544.

Weiher E, Keddy P 1999. Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats. Cambridge, Cambridge University Press.

Weiher E, Clarke GDP, Keddy PA 1998. Community assembly rules, morphological dispersion, and the coexistence of plant species. *Oikos* 81: 309–322.

Zangaro W, Bononi VLR, Trufen SB 2000. Mycorrhizal dependency, inoculum potential and habitat preference of native woody species in South Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 16: 603–622.

Zuquim G, Costa FRC, Prado J, Tuomisto H 2008. Guia de samambaias e licófitas da REBIO Uatumã – Amazônia Central. Manaus, INPA. 315p.

CAPÍTULO 1

Influência de samambaias sobre a regeneração de espécies lenhosas da Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil

(Artigo a ser submetido à revista “New Zealand Journal of Botany”)

Influência de samambaias sobre a regeneração de espécies lenhosas da Floresta Estacional Semidecidual no Sul do Brasil

Eloísa de Souza Carvalho¹ e Edmilson Bianchini²

RESUMO

Diferentes espécies de plantas podem atuar como filtros ambientais afetando composição, estrutura e distribuição de plântulas ou sementes das espécies florestais. Objetivou-se neste trabalho analisar se o estrato de samambaias funcionaria como filtro ambiental sobre a regeneração de espécies lenhosas, em um remanescente florestal no Sul do Brasil. Foram realizados três experimentos em áreas com (CS) e sem samambaias (SS): a) regeneração natural total das espécies lenhosas; b) regeneração natural das espécies arbóreas: *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg., *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Euterpe edulis* Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss. e *Inga marginata* Kunth, no qual comparou-se com uma terceira área com essas herbáceas cortadas (CSC); e c) germinação de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. A abundância total de regenerantes, a regeneração de *E. edulis* e *G. kunthiana* e a germinação de *C. gonocarpum* foram maiores nas áreas CS. As samambaias funcionaram como filtro ambiental seletivo.

Palavras-chave: Filtro ambiental. Germinação. Mata Atlântica. Mortalidade. Plântulas recrutamento. Relações ecológicas.

¹ Mestranda em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina.

² Docente da Universidade Estadual de Londrina e autor para correspondência: bianchi@uel.br

INTRODUÇÃO

A regeneração de árvores tropicais é resultante de uma complexa interação de forças bióticas e abióticas, tais como a ação de dispersores e predadores de sementes, de patógenos, de herbívoros, luz, água, nutrientes do solo, estrutura da paisagem, entre outros (De Steven 1988; Hobbs & Norton 2004).

Lortie et al. (2004) propuseram o conceito de comunidade integrada, que pressupõe que essas forças abióticas e bióticas funcionariam como filtros ambientais, favorecendo ou excluindo espécies em uma comunidade vegetal e acarretando forte impacto em sua estrutura.

O conceito de filtros ambientais pode ajudar a entender as forças que mantêm a diversidade biológica, tanto taxonômica quanto funcional, e explicar os padrões de abundância e distribuição de espécies nas paisagens, os quais são problemas críticos da ecologia (Huston 1994). Também pode explicar a regeneração de espécies arbóreas que vivem sob o dossel, tornando possível relacionar a manutenção da biodiversidade de espécies arbóreas com a composição do dossel e estrutura das florestas tropicais e subtropicais (Gandolfi et al. 2007).

Denslow et al. (1991) demonstraram que a densidade de plântulas de *Inga fagifolia* (L.) Benth., em floresta tropical da Costa Rica, foi negativamente relacionada com a abundância de palmeiras e ciclantáceas, as quais atuaram como filtros sobre esta espécie arbórea. Outro estudo, realizado em uma floresta tropical úmida na Costa Rica, demonstrou que as plântulas de diferentes espécies arbóreas tolerantes à sombra são sensíveis à heterogeneidade de luz do sub-bosque e diferenças nos regimes de luz sob o dossel pode afetar o crescimento e o recrutamento dessas espécies (Montgomery & Chazdon 2002).

Espécies florestais, de diferentes formas de vida, podem atuar como filtros ambientais afetando a composição, estrutura e distribuição de plântulas ou sementes das espécies de dossel e do sub-bosque. Scarano et al. (1997) demonstraram a interdependência da reprodução de espécies arbóreas com o estrato inferior dominado por bromélias. Os autores verificaram que o acúmulo de serapilheira nas rosetas de Bromeliaceae formava um substrato seguro para a germinação de algumas espécies arbóreas e que o estabelecimento de algumas dessas espécies, principalmente aquelas com propagação vegetativa, resistiram até as graduais abscisões das folhas das bromélias e o conseqüente estabelecimento no solo quando este não apresentava mais alagamento.

Devido a sua habilidade de rebrota após perturbações, muitas ervas e arbustos do sub-bosque comumente formam manchas densas e monoespecíficas que são temporariamente estáveis (Watt 1947) e geram heterogeneidade espacial nas florestas, que é um dos principais fatores que contribuem para a manutenção de sua biodiversidade (Gilliam 2007).

George e Bazzaz (1999) investigaram, em floresta decídua em Massachusetts nos Estados Unidos, o efeito de samambaias sobre o recrutamento natural e sobrevivência das espécies arbóreas *Acer rubrum* L., *Betula lenta* L., *B. alleghaniensis* Britton, *Fraxinus americana* L., *Pinus strobus* L. e *Quercus rubra* L. Os autores observaram que as plântulas das diferentes espécies respondiam diferentemente à cobertura de samambaias.

As moitas de samambaias podem tanto facilitar a germinação de sementes (Walker 1994) quanto reduzir a diversidade de espécies (Kessler 1999) e inibir o crescimento e estabelecimento de árvores (Slocum et al. 2004). Walker et al. (2010) demonstraram que as samambaias inibiram o estabelecimento de plantas lenhosas de sucessão tardia e houve aumento das plantas lenhosas após a remoção das moitas de samambaias.

Objetivou-se no presente estudo analisar se a presença do estrato de samambaias terrícolas poderia funcionar como um filtro ambiental sobre a regeneração de espécies lenhosas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, realizando para este fim três experimentos em áreas dominadas por samambaias e em áreas sem a presença dessas herbáceas: a) regeneração natural total das espécies lenhosas; b) regeneração natural de cinco espécies arbóreas; c) germinação de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.

Devido ao sombreamento que esta sinúsia projeta no solo e pela competição interespecífica por água e nutrientes do solo, levantou-se duas hipóteses:

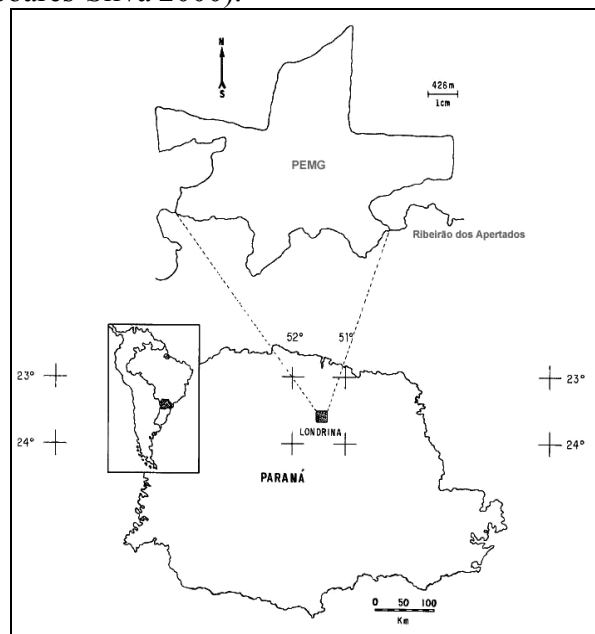
- a regeneração de espécies lenhosas é menor nas áreas da floresta em que o estrato herbáceo é dominado por samambaias;
- germinação de *C. gonocarpum* é menor em áreas da floresta em que o estrato herbáceo é dominado por samambaias.

MATERIAL E MÉTODOS

1 ÁREA DE ESTUDO

O Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), localizado no município de Londrina (figura 1), é um dos mais importantes remanescentes florestais do Norte do Estado do Paraná devido ao seu tamanho, cerca de 680 ha, e ao seu bom estado de conservação (Silveira 2006). O clima da região caracteriza-se como Cfa, segundo classificação de Köppen, com precipitação média entre 1400 a 1600 mm distribuídos irregularmente durante o ano (IAPAR 2000). As unidades de solo predominantes são Latossolo Vermelho Eutroférico, Nitossolo Vermelho Eutroférico e associações com Neossolos Litólicos (Vicente 2006, com terminologia adaptada à classificação de solos da EMBRAPA 1999). As cinco espécies arbóreas com maior índice de valor de importância no fragmento são respectivamente: *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Euterpe edulis* Mart., *Croton floribundus* Spreng., *Trichilia claussenii* C. DC. e *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (Soares-Silva 1990).

Figura 1 - Localização do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil (adaptado de Silva e Soares-Silva 2000).



As parcelas do estudo foram alocadas em locais sem a presença de clareiras na porção norte do fragmento (figuras 2 e 3), que é uma área plana em bom estado de conservação (Silveira 2006), cujo dossel apresenta de 16 a 20 m de altura (Silva & Soares-Silva 2000) com alto índice de cobertura vegetal (Bianchini et al. 2001).

Nesta área também ocorrem várias espécies de samambaias, principalmente *Ctenitis cf. falciculata* (Raddi) Ching, *Didymochlaena truncatula* (Sw.) J. Sm., *Diplazium cristatum* (Desr.) Alston e *Lastreopsis effusa* (Sw.) Tindale. Estas samambaias formam aglomerados descontínuos, com aproximadamente 0,46 indivíduos por m², com altura e

diâmetro das frondes médios de $87,8 \pm 3,10$ cm e $1,29 \pm 0,05$ m respectivamente, que proporcionam densa cobertura do solo (figura 3A).

Figura 2- Localização do local do estudo (quadrado vermelho) com samambaias e sem samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil.



Figura 3 - Parcelas alocadas nas áreas com aglomerados de samambaias (A) e nas áreas sem samambaias (B) no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR.



2 EXPERIMENTO DE REGENERAÇÃO NATURAL TOTAL DAS ESPÉCIES LENHOSAS.

Para quantificar a regeneração natural das espécies lenhosas foram alocados 2 blocos de 10 parcelas contíguas (devido à dificuldade de encontrar vários locais com as mesmas características) de 25 m^2 no PEMG, sendo 1 bloco nas áreas com samambaias (CS) e o outro nas áreas sem a presença de samambaias e sem o domínio de qualquer outra espécie herbácea (SS), totalizando 250 m^2 de área amostral em cada um dos tratamentos.

Em cada parcela foram quantificados o índice de abertura do dossel (IAD), a massa seca de serapilheira e a umidade e o pH do solo.

Os IADs foram obtidos utilizando-se um densiômetro de cobertura esférico (Lemmon 1956), no nível do solo e um metro acima em cada uma das parcelas.

No centro de cada uma das parcelas foram medidos a umidade e o pH do solo com medidores portáteis (Fieldscout TDR 100 soil moisture meter e E. W. System Soil Tester, respectivamente).

A coleta de serapilheira ocorreu no centro de cada parcela, com o auxílio de um quadrado de madeira de 0,5 x 0,5 m. Este material foi armazenado em sacos de papel, secos em estufa a 80° C até peso constante e pesado em balança semi-analítica.

Os dados das caracterizações ambientais foram comparados entre as áreas por meio do teste t, quando atingiram os pressupostos para testes paramétricos, caso contrário utilizou-se o teste U de Mann-Whitney. Para tanto foi utilizado o software R 2.12 (R Development Core Team, Vienna, Austria).

Em cada parcela, foram quantificadas as samambaias e todos os indivíduos lenhosos regenerantes com altura máxima de 50 cm. Estes indivíduos foram mensurados (altura e diâmetro à altura do solo) e identificados, no mínimo como morfoespécies, devido à dificuldade de diferenciar espécies nesse estágio de desenvolvimento (Scarano et al. 1997). Amostras das espécies mais abundantes foram coletadas, herborizadas segundo as técnicas usuais e utilizadas para a identificação.

As características utilizadas para agrupar os indivíduos em morfoespécies foram: presença e formato de cotilédones; formato, filotaxia e padrão de venação das folhas; cor e formato do caule; formato da gema apical; odores característicos; presença ou ausência de estruturas visíveis como tricomas, espinhos, glândulas e domácias.

Para verificar se havia diferenças tanto no número de indivíduos quanto na riqueza de espécies e/ou morfoespécies entre áreas com e sem samambaias, utilizou-se o teste *t* de Student com nível de significância de 5% (Brower & Zar 1984).

A equitabilidade de espécies e morfoespécies das amostras CS e SS foi calculada utilizando o índice de Pielou (J'). A diversidade foi determinada pelo índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') e pelo índice de Diversidade de Simpson (D). Calculou-se também os índice de similaridade de Sørensen e o de Bray-Curtis (Gotelli & Ellison 2011) entre as áreas com e sem samambaias. Os índices de diversidade e de similaridade foram calculados pelos programas PAST (Paleontological Statistics, versão 1.92) (Hammer et al. 2001) e MVSP (Kovach 1999).

A fim de verificar a relação entre as características estruturais e a semelhança entre as parcelas realizou-se análise dos componentes principais (Principal Component Analysis - ACP) (Hotelling 1933), utilizando para isso a abundância das plântulas lenhosas com o conjunto de variáveis que melhor contribuíram na proporção somada do componente principal 1 com o 2. A ACP foi realizada no software SPAD 3.5 (Cisia-Ceresta, Montreuil, France). Tal análise possui caráter exploratório o que permitiu avaliar a relação entre os fatores bióticos e abióticos e a semelhança entre as parcelas, além do estabelecimento dos grupos, observável através do agrupamento das parcelas homogêneas (Fonseca & Fonseca 2004).

3 EXPERIMENTO DE REGENERAÇÃO NATURAL DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS

Este experimento teve como finalidade analisar como as samambaias interferiam sobre a regeneração das cinco espécies tolerantes à sombra mais abundantes no experimento de regeneração arbórea total: *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg., *Euterpe edulis* Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss e *Inga marginata* Kunth (tabela 1), as quais estão entre as 10 espécies arbóreas com maior abundância e quatro delas estão entre as 10 espécies com maior valor de importância na área (Soares-Silva & Barroso 1992).

Tabela 1 - Caracterização das espécies no estudo realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Fontes: ¹Silva & Soares Silva (2000); ²Bianchini et al. (2006); ³Perina (2011).

Espécie	Família	Estrato	Forma de dispersão ¹	Dispersão
<i>Actinostemon concolor</i>	Euphorbiaceae	Sub-bosque ¹	Autocórica	Out-Nov ³
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Apocynaceae	Emergente ¹	Anemocórica	Ago-Set ³
<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	Dossel ¹	Zoocórica	Nov-Maio ³
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Sapotaceae	Dossel ²	Zoocórica	Ago-Out ²
<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae	Sub-bosque ¹	Zoocórica	Ago-Dez ³
<i>Inga marginata</i>	Leguminosae-Mimosoideae	Sub-bosque ¹	Zoocórica	Jan; Mar-Abr ³

Para a análise, foram alocadas dois novos blocos com cinco parcelas contíguas de 4 m² em cada um dos seguintes tratamentos: parcelas com samambaias (CS), parcelas com samambaias cujas frondes foram cortadas com auxílio de uma tesoura de poda no início e quinzenalmente (CSC) e parcelas naturalmente sem samambaias (SS). Nessas parcelas, os regenerantes, das espécies mencionadas, com até 50 cm de altura foram contados, mapeados e marcados com placas numeradas de alumínio. Posteriormente, estas parcelas foram monitoradas a cada três meses durante um ano, totalizando mais quatro reamostragens, nas quais foram contabilizados, mapeados e também marcados com placas de alumínio todos os novos regenerantes e contabilizada a mortalidade de indivíduos das cinco espécies.

Como os dados não obedecem aos pressupostos para os testes paramétricos, utilizou-se o teste de variância de Friedman, com o auxílio do software BioEstat 5.0 (Ayres et al. 2007), para analisar a diferença de recrutamento e mortalidade de cada uma das cinco espécies, entre as três áreas.

4 EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO DE *chrysophyllum gonocarpum*

Essa espécie foi escolhida para o experimento de germinação por ser uma das principais espécies dos remanescentes de florestas estacionais semidecíduais do Paraná (Soares-Silva et al. 1992; 1998; Silva et al. 1995; Bianchini et al. 2003) e por já ter sido bem estudada no Parque Estadual Mata dos Godoy (Bianchini 1998; Bianchini et al. 2006; Silva 2010).

Foram alocadas cinco novas parcelas contíguas de 1 m² em áreas cobertas com samambaias (CS) e em áreas com a ausência de samambaias (SS). Foram semeadas 50 sementes por parcela (cinco repetições) totalizando 250 por tratamento. Como controle da germinação, depositou-se 50 sementes em bandeja com areia grossa em casa de vegetação com irrigação na Universidade Estadual de Londrina.

A semeadura foi realizada no final do mês de setembro, época de pico da dispersão natural da espécie na área (Bianchini et al. 2006). Os propágulos foram cobertos pela serapilheira a fim de evitar a visualização e predação pela fauna local e as parcelas foram monitoradas quinzenalmente anotando-se o número de germinantes, que foram retirados da parcela com a finalidade de evitar a atração de predadores.

Os dados brutos cumulativos de germinação foram comparados entre as áreas CS e SS em cada dia amostrado por meio do teste t, quando atingiram os pressupostos

para testes paramétricos, caso contrário utilizou-se o teste U de Mann-Whitney, com o auxílio do software R 2.12 (R Development Core Team, Vienna, Austria).

RESULTADOS

1 EXPERIMENTO DE REGENERAÇÃO NATURAL TOTAL DAS ESPÉCIES LENHOSAS

As parcelas CS apresentaram menor abertura de dossel que as parcelas SS (tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização ambiental das áreas com samambaias (CS) e sem samambaias (SS) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Média das parcelas \pm erro padrão. IAD= Índice de abertura do dossel. Letras diferentes nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P \leq 0.05$)

Parâmetros avaliados	CS	SS
IAD mensurado em nível do solo (%)	15,4 \pm 1,60 b	22,48 \pm 1,44 a
IAD mensurado a 1 m de altura (%)	13,59 \pm 1,58 b	20,67 \pm 1,76 a
Massa de serapilheira (g)	199,52 \pm 28,91 a	235,1 \pm 33,96 a
Umidade do solo (%)	24,21 \pm 1,60 a	26,56 \pm 1,51 a
pH do solo	6,11 \pm 0,09 a	6,21 \pm 0,06 a
Samambaias	11,7 \pm 2,98 a	0 b

Houve uma diferença significativa de 875 plântulas lenhosas entre as áreas ($p=0,02$ no teste t), sendo registrado nas áreas CS uma média de 275,2 indivíduos (11 m^2) pertencentes a 52 espécies e/ou morfoespécies e, nas áreas SS, uma média de 187,7 indivíduos ($7,5 \text{ m}^2$) pertencentes a 48 espécies e/ou morfoespécies (tabelas 3 e 4). Observou-se que do total de 60 espécies e/ou morfoespécies, 40 ocorreram em ambas as áreas, 12 foram exclusivas das áreas CS e 8 das áreas SS (tabelas 3 e 4). Porém, cabe ressaltar a baixa abundância das espécies e/ou morfoespécies exclusivas de cada uma das áreas. Os índices indicam alta similaridade de espécies e/ou morfoespécies entre as áreas CS e SS (tabela 4).

Tabela 3 - Número de indivíduos por espécie ou morfoespécie nas áreas com (CS) e sem (SS) samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. MF= morfoespécies. *Indica diferenças significativas no teste t ou Wilcoxon.

Espécie/Morfoespécie	CS	SS	P
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	148	172	> 0,05
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	4	1	> 0,05
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	514	61	< 0,01*
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	6	3	> 0,05
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	7	4	> 0,05
<i>Bauhinia</i> sp.	5	7	> 0,05
<i>Cabranea canjerana</i> Vell. Mart.	16	8	< 0,05*
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	42	16	> 0,05
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O. Berg	17	3	> 0,05
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	113	55	> 0,05
<i>Ficus</i> sp.	1	6	> 0,05
<i>Galesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	16	5	> 0,05
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	46	115	> 0,05
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	102	30	< 0,05*
<i>Inga marginata</i> Kunth	160	152	> 0,05
<i>Inga</i> sp.	169	111	> 0,05
Lauraceae	89	77	> 0,05
Leguminosae	86	49	< 0,05*
Melastomataceae	7	9	> 0,05
Myrtaceae	508	111	> 0,05
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	70	58	> 0,05
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	2	0	> 0,05
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & de Boer	15	44	> 0,05
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	15	22	> 0,05
<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	43	107	< 0,05*
<i>Trichilia</i> sp.	339	395	> 0,05
MF1	64	70	> 0,05
MF2	34	46	> 0,05
continuação			
MF3	24	38	> 0,05
MF4	30	11	> 0,05
MF5	9	27	< 0,05*
MF6	8	13	> 0,05
MF7	12	7	> 0,05
MF8	6	8	> 0,05
MF9	5	2	> 0,05
MF10	0	6	> 0,05
MF11	1	4	> 0,05
MF12	3	5	> 0,05
MF13	2	2	> 0,05
MF14	1	2	> 0,05
MF15	1	2	> 0,05

MF16	0	2	> 0,05
MF17	0	2	> 0,05
MF18	1	1	> 0,05
MF19	0	2	> 0,05
MF20	0	2	> 0,05
MF21	0	2	> 0,05
MF22	0	1	> 0,05
MF23	1	0	> 0,05
MF24	1	0	> 0,05
MF25	1	0	> 0,05
MF26	1	0	> 0,05
MF27	1	0	> 0,05
MF28	1	0	> 0,05
MF29	1	0	> 0,05
MF30	0	1	> 0,05
MF31	1	0	> 0,05
MF32	1	0	> 0,05
MF33	1	0	> 0,05
MF34	1	0	> 0,05

Não ocorreu diferença na riqueza de espécies/morfoespécies ($p= 0,58$). Porém, foi possível observar maior diversidade nas áreas SS do que nas áreas CS, provavelmente em razão de sua maior equitabilidade (tabela 4).

Tabela 4 - Valores dos índices das áreas com (CS) e sem (SS) samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. *Indica diferenças significativas no teste t.

Índices e Parâmetros	CS	SS	CS.SS	P
Shannon-Wiener	2,734	2,943	-	< 0,05*
Diversidade de Simpson	0,898	0,918	-	-
Pielou	0,692	0,760	-	-
Sörensen	-	-	0,800	-
Bray-Curtis	-	-	0,664	-
Densidade média por parcela	275,2	187,7	-	-
Nº de espécies/morfoespécies amostradas	52	48	-	-
Nº de espécies/morfoespécies exclusivas	12	8	-	-

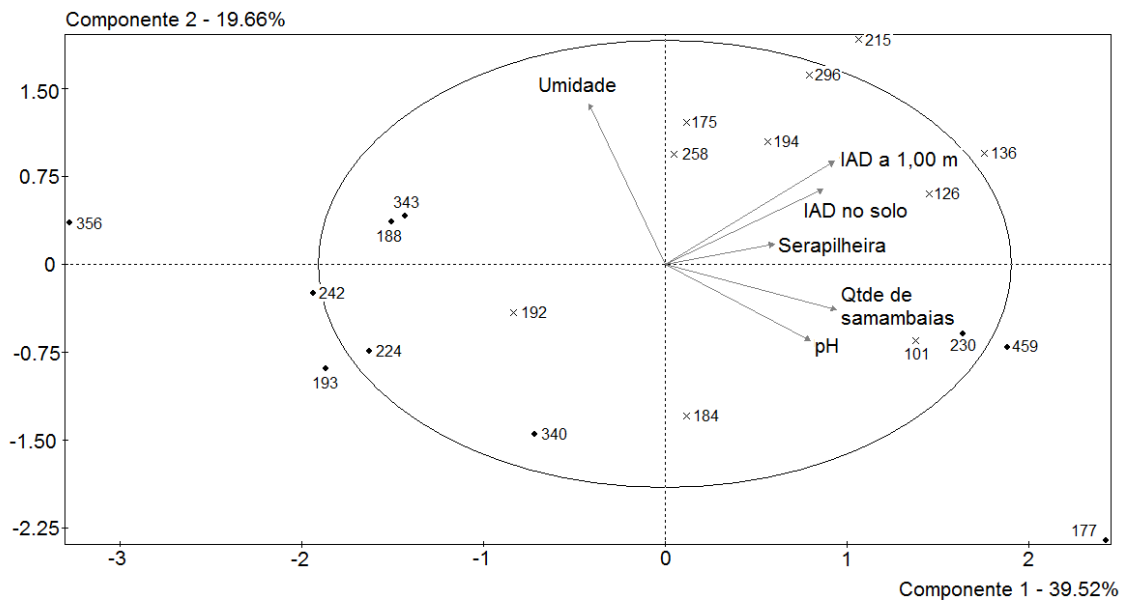
De acordo com o diagrama de dispersão, gerado a partir da ACP (figura 4), é possível observar o estabelecimento de dois grupos de parcelas homogêneas: um à esquerda e outro à direita do componente principal 1. O grupo da esquerda é constituído quase que exclusivamente de parcelas CS (70%) e o grupo da direita constitui-se quase que exclusivamente de parcelas SS (90%). As principais variáveis responsáveis por esta separação

das parcelas foram o IAD mensurado a 1,00 m de altura do solo e a quantidade de samambaias nas áreas, ambos com correlação de 0,75, em relação ao componente 1 (figura 4 e tabela 5).

Tabela 5 - Escores (loadings) das variáveis nos eixos dos componentes principais obtidos através da Análise dos Componentes Principais nas áreas com e sem samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR.

Variáveis	Componente 1	Componente 2
IAD a 1 m do solo	0,75	0,50
IAD no nível do solo	0,69	0,36
pH	0,64	-0,37
Quantidade de samambaias	0,75	-0,22
Massa seca de serapilheira	0,48	0,10
Umidade relativa do solo	-0,34	0,78

Figura 4 - Diagrama de dispersão obtido por meio da Análise dos Componentes Principais. Cada ponto indica uma parcela e os valores indicam a abundância das plântulas lenhosas em experimento realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. ● = parcelas com samambaias; × = parcelas sem samambaias.



2 EXPERIMENTO DE REGENERAÇÃO NATURAL DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS

Para *A. concolor* (figura 5A) observou-se mais indivíduos nas áreas CS do que nas áreas SS (contrário do primeiro experimento) e CSC, tanto no início quanto no final da amostragem. Das espécies analisadas neste experimento, esta foi a que apresentou menor recrutamento e mortalidade de indivíduos (foram nulos nas áreas CSC e SS).

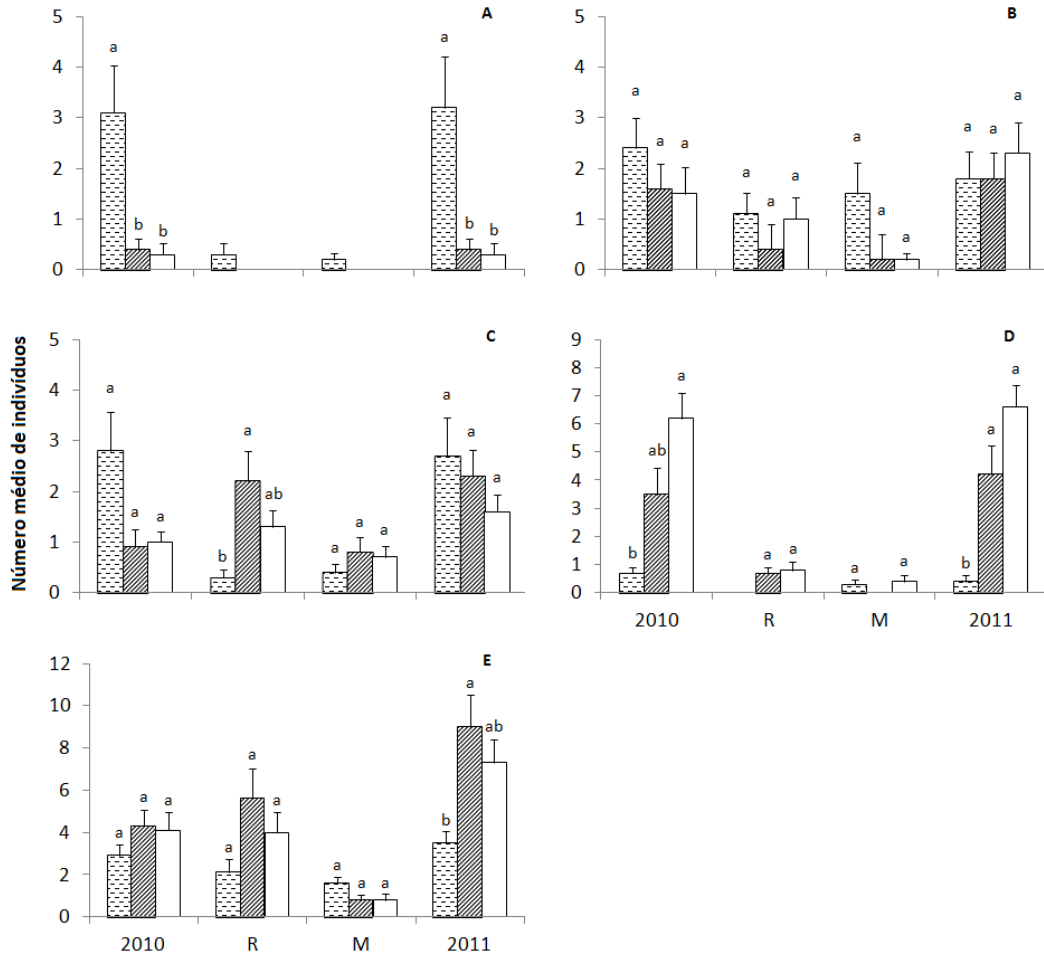
Apesar da grande diferença de indivíduos entre as áreas amostradas no experimento 1 ($p < 0,01$), para *A. polyneuron* não foram observadas diferenças de recrutamento, de mortalidade e de abundância entre as três áreas (figura 5B).

Para *Euterpe edulis*, apenas o recrutamento das áreas CSC foi maior do que nas áreas CS (figura 5C).

Para *Guarea kunthiana*, não houve diferenças de recrutamento e de mortalidade entre as áreas no período amostrado. Foi registrado menor número de indivíduos na área CS em relação a SS, na primeira amostragem e menor nas CS em relação à CSC e SS na segunda amostragem. A mortalidade nas áreas CS juntamente com o recrutamento nas áreas CSC durante o período analisado resultou em diferença significativa no número médio de indivíduos por parcela entre estas áreas no final da amostragem (figura 5D).

Apesar dos números equivalentes de indivíduos amostrados no primeiro experimento para *Inga marginata* ($p > 0,05$), observou-se menor número de indivíduos nas áreas CS em relação às CSC na amostragem final do experimento (figura 5E).

Figura 5 - Número médio de indivíduos recrutados (R), mortos (M) e por parcela em 2010 e 2011 em áreas com samambaias (barras com linhas horizontais tracejadas), com as frondes das samambaias cortadas (barras com linhas diagonais) e sem samambaias (barras brancas) no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. A- *Actinostemon concolor*; B- *Aspidosperma polyneuron*; C- *Euterpe edulis*; D- *Guarea kunthiana*; E- *Inga marginata*. As linhas verticais nas barras indicam o erro-padrão e as letras acima das linhas indicam se há diferenças entre as áreas.

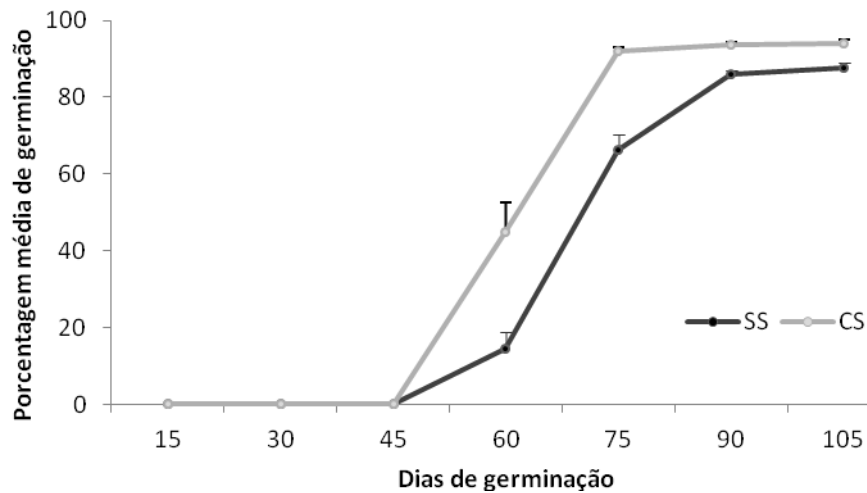


3 EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO DE *CHRYSOPHYLLUM GONOCARPUM*

Os propágulos iniciaram a germinação aos 60 dias após a semeadura em todos os experimentos, porém em maior porcentagem em casa de vegetação (56%) do que nas áreas do fragmento florestal, sendo nas áreas CS significativamente maior (44,8%) em relação às áreas SS (14,4%) ($p = 0,01$). Aos 75 e 90 dias ainda havia diferenças no número de germinação entre as áreas ($p = 0,01$ e $p < 0,01$ respectivamente). Ao fim do experimento, encontrou-se uma maior germinação total nas áreas CS (94%), do que nas áreas SS (87,6%) (p

< 0,01) (figura 6) e um total de 66% em casa de vegetação. A partir de 105 dias, não houve mais emergência dos propágulos em nenhuma parcela.

Figura 6 - Porcentagem média de germinação de *Chrysophyllum gonocarpum* nas parcelas com (CS) e sem (SS) samambaias no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. As barras verticais indicam o erro-padrão.



DISCUSSÃO

A diferença de abundância de regenerantes lenhosos entre as áreas contrariou a hipótese inicial deste estudo, já que foi encontrado um maior número de indivíduos nas áreas CS do que nas áreas SS. Pode-se observar que nem mesmo o menor IAD mensurado (tanto no nível do solo quanto a um metro de altura) nas parcelas CS pareceu agir como fator limitante sobre a abundância de regenerantes lenhosos, isso pode ter ocorrido pois talvez a diferença de abertura no dossel não tenha gerado diferença de luminosidade entre as áreas.

Há na literatura extensas pesquisas com a samambaia *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon., comumente descrita como competidora agressiva (Silva Matos & Belinato 2010), e com *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn que domina vários tipos vegetacionais, é portadora de componentes alelopáticos que inibem a germinação e o crescimento de outras plântulas (Dolling et al. 1994), e cujo sombreamento formado pela camada dessas samambaias gera um impacto na sucessão florestal, que reduz o número de sementes que atingem o solo (Pakeman & Marrs 1992; Marrs & Watt 2006). Pode-se inferir que outras espécies de samambaias que apresentem morfologia semelhante a estas citadas,

como as deste trabalho, também poderiam impactar a sucessão florestal. Mas os resultados desse estudo contrariam esta expectativa pois a abundância de regenerantes de espécies lenhosas foi maior nas áreas CS.

A maior abundância nas áreas CS e o equilíbrio de riqueza em ambas as áreas são indícios de que alguma característica ambiental das áreas CS favoreceu o agrupamento de indivíduos de algumas espécies, pois segundo Hutchings (1997), a heterogeneidade ambiental é um dos fatores, juntamente com a propagação vegetativa e dispersão limitada, que colaboram para a agregação de indivíduos de algumas espécies. Sabe-se também que os filtros ambientais agrupam espécies com características funcionais similares, ou seja, selecionam espécies funcionalmente similares em suas tolerâncias às condições abióticas e bióticas (Chase 2003; Fukami et al. 2005), o que explica o agrupamento principalmente das espécies tolerantes à sombra, como *A. polyneuron*, com contribuição da ordem de oito vezes em favor das parcelas CS (tabela 3).

Os resultados da ACP indicaram que o conjunto de fatores abióticos contribuiu para o agrupamento das plântulas lenhosas, principalmente a quantidade de samambaias e o IAD mensurado a 1,00 m de altura do solo. A diferença deste último entre as áreas CS e SS se deve mais à cobertura do dossel do que a presença das samambaias, pois a maioria de suas frondes não chega a esta altura. Porém, a diferença do IAD mensurados no solo não descarta a influência do sombreamento da cobertura das samambaias na diferença de abundância encontrada. Tsvuura et al. (2010), analisando características fotossintéticas, encontraram que a herbácea *Isoglossa woodii* C. B. Clarke (Acanthaceae) age como um filtro ambiental e seleciona com seu sombreamento espécies de árvores de uma floresta subtropical que não demandam muita luminosidade para seu desenvolvimento, como por exemplo, *Eugenia woodii* Dummer (Myrtaceae) e *Drypetes natalensis* (Harv.) Hutch. (Putranjivaceae). Portanto, sementes e plântulas de espécies tolerantes à sombra, assim como as espécies mais abundantes deste estudo, podem germinar e crescer satisfatoriamente nos ambientes com baixa luminosidade do estrato inferior às samambaias, assim como ocorreu no experimento de regeneração de espécies lenhosas do presente estudo. Porém, cabe ressaltar que a sobrevivência desses regenerantes geralmente aumenta em condições com maior luminosidade (De Steven 1991a,b; Brown et al. 1999; Busing & Brokaw 2002).

No estudo de Farris-Lopez et al. (2004) no Panamá foi encontrado 33% menos plântulas e 49% menos espécies de plântulas sob dosséis com a espécie *Oenocarpus mapora* H. Karst. (Arecaceae) do que nas áreas livres desta palmeira clone. Os autores relacionaram a densidade de plântulas positivamente com a disponibilidade de luz e

negativamente com a quantidade de serapilheira. Porém, não houve diferença significativa na quantidade de serapilheira entre as áreas CS e SS neste estudo.

Para *Actinostemon concolor* não foi possível afirmar que as samambaias atuaram como um filtro ambiental, pois o número de indivíduos no primeiro experimento foi equivalente nas áreas CS e SS e o corte das frondes não afetou os resultados no segundo experimento.

A maior abundância de indivíduos de *A. polyneuron* nas áreas CS observada no experimento de regeneração total pode estar relacionada a formação de banco de plântulas (característico desta espécie), já que suas sementes são consideradas como indiferentes à luz (Sakita et al. 2007) e poderiam se beneficiar do microclima mais úmido abaixo das samambaias. Porém, a ausência de diferenças no experimento 2 impossibilita afirmar que as samambaias atuaram como filtro ambiental para esta espécie.

A análise dos resultados de *Euterpe edulis* sugere que as samambaias podem funcionar como filtro ambiental para essa espécie. Porém, este filtro não atua com o nível de sombreamento que as samambaias projetam no solo, pois Tavares et al. (2008) relatam que há indiferença do percentual de germinação de sementes desta espécie em vários níveis de sombreamento. Mas como suas sementes são muito atrativas para predadores, principalmente da avifauna (Cavalheiro 2006), as samambaias poderiam reduzir a visualização das sementes pelos predadores e, este maior número de sementes, poderia resultar em um maior número de indivíduos nas áreas CS, como observado no primeiro experimento, juntamente com o aumento da disponibilidade de umidade (De Steven 1991a). No entanto, o maior recrutamento nas áreas CSC do que nas CS, principalmente nas amostragens de janeiro e abril (observado no campo) no segundo experimento, sugere que o recrutamento poderia ser maior na área SS, se não houvesse limitação do número de sementes.

A abundância de *Guarea kunthiana* foi menor sob a cobertura de samambaias nos dois primeiros experimentos. Sugere-se que esta espécie seja intolerante ou tenha baixo grau de tolerância à sombra no início do seu desenvolvimento. Apesar do grande número de frutos que se acumulavam próximo aos indivíduos reprodutivos, as sementes não germinaram nas áreas CS no período amostrado. A intolerância das plântulas desta espécie ao sombreamento também foi evidenciada no estudo de Silva Matos e Belinato (2010), que observaram alta mortalidade de *Guarea kunthiana* em parcelas com *Pteridium arachnoideum*, após um ano de amostragens. Cabe ressaltar que, apesar desta espécie também possuir predação pela avifauna, o estudo feito com a dieta de jacupemba (*Penelope superciliares*) (Mikich 2002), ave encontrada na área de estudo, indicou uma preferência pelos frutos dessa

espécie apenas quando havia escassez dos frutos de *E. edulis*. Como a dispersão de *G. kunthiana* coincide parcialmente com a dispersão do *E. edulis* (tabela 1), suas sementes não seriam predadas o suficiente para ocorrer declínio da população nas áreas SS. Portanto, as samambaias atuaram como filtro ambiental sobre a população de *G. kunthiana*.

Para *Inga marginata*, as samambaias não atuaram como filtro ambiental, pois não houve diferença entre as áreas no experimento 1 e a diferença na amostragem final do experimento 2 entre as áreas CS e CSC pode ser explicada pela presença próxima de árvores reprodutivas desta espécie nas parcelas CSC, o que fez com que aumentasse o recrutamento nessa área, principalmente na amostragem realizada no mês de abril (coincidindo com o final do seu período de dispersão - tabela 1).

A espécie *C. gonocarpum* é considerada como tolerante ao sombreamento, pois atinge maturidade reprodutiva mesmo na sombra (Bianchini et al. 2006) e, de acordo com o terceiro experimento deste estudo, foi possível observar que suas sementes também germinaram em maior quantidade nos ambientes sombreados pelas samambaias. Apesar da diferença de indivíduos desta espécie entre as áreas do primeiro experimento não ter sido significativa ($p=0,40$), sabe-se que suas plântulas também se estabelecem na sombra, pois Bianchini (1998) encontrou em seu estudo, nesse mesmo fragmento florestal, que a proporção de plântulas e juvenis desta espécie foi maior nas áreas com menor luminosidade, corroborando a informação sobre sua tolerância, em diferentes fases do ciclo de vida. Portanto, é possível afirmar que as samambaias atuaram como filtro ambiental sobre a germinação desta espécie.

Pode ser verificado que as samambaias funcionaram como filtro ambiental para algumas espécies arbóreas (*C. gonocarpum*, *E. edulis* e *G. kunthiana*) do Parque Estadual Mata dos Godoy. Resultado similar também ocorreu em estudo realizado por George e Bazzaz (1999) nos EUA, no qual foi verificado que a cobertura do solo de floresta por samambaias diminuiu a emergência de plântulas de *Betula alleghaniensis* Britton, *Pinus strobus* L. e *Quercus rubra* L., mas não afetou a emergência de *Acer rubrum* L. ou de *Fraxinus americana* L. Estes resultados evidenciam que pode ocorrer uma seletividade dos filtros ambientais de samambaias dependendo das espécies arbóreas com as quais compartilham seus ambientes.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo contrariaram as duas hipóteses iniciais. O estrato de samambaias afetou positivamente a abundância de regenerantes lenhosos total e de *Euterpe edulis* e, negativamente a abundância de *Guarea kunthiana*. A germinação de *Chrysophyllum gonocarpum* foi maior em áreas com samambaias. A análise dos resultados sugere que o estrato de samambaias atuou como um filtro ambiental e pode condicionar a montagem da comunidade em Floresta Estacional Semidecidual.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Londrina, pelo incentivo e apoio, à CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado e ao IAP, por permitir o acesso ao Parque Estadual Mata dos Godoy.

REFERÊNCIAS

Ayres M, Ayres MJ, Ayres DL, Santos SA 2007. Bioestat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas, Belém, Mamirauá/CNPq.

Bianchini E 1998. Ecologia de população de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

Bianchini E, Popolo RS, Dias MC, Pimenta JA 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. Acta Botanica Brasilica 17: 405–419.

Bianchini E, Pimenta JA, Santos FAM 2006. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 29: 595–602.

Brower JE, Zar JH 1984. Field and laboratory methods for general ecology. 2 ed. Dubuque, Wm. C. Brown Publishers.

Brown ND, Press MC, Bebbler D 1999. Growth and survivorship of dipterocarp seedlings: differences in shade persistence create a special case of dispersal limitation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, 354: 1847–1855.

Busing RT, Brokaw N 2002. Tree species diversity in temperate and tropical forest gaps: the role of lottery recruitment. Folia Geobotanica 37: 33–43.

- Cavalheiro AL 2006. Os palmiteiros do Parque Estadual Mata dos Godoy. In: Torezan JMD org. Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy. Londrina, ITEDES. Pp. 61–64.
- Chase JM 2003. Community assembly: when should history matter? *Oecologia* 136: 489–498.
- Denslow JS, Newell E, Ellison AM 1991. The effect of understory palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. *Biotropica* 23: 225–234.
- De Steven D 1988. Light gaps and long-term seedling performance of a Neotropical canopy tree (*Dipteryx panamensis*, Leguminosae). *Journal of Tropical Ecology* 4: 407–411.
- _____. 1991a. Experiments on mechanisms of tree establishment in successional old fields: seedling emergence. *Ecology* 72: 1066–1075.
- _____. 1991b. Experiments on mechanisms of tree establishment in successional old fields: seedling survival and growth. *Ecology* 72: 1076–1088.
- Dolling A, Zackrisson O, Nilsson MC 1994. Seasonal variation in phytotoxicity of bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). *Journal of Chemical Ecology* 20: 3163–3172.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos.
- Farris-Lopez K, Denslow JS, Moser B, Passmore H 2004. Influence of a common palm, *Oenocarpus mapora*, on seedling establishment in a tropical moist forest in Panama. *Journal of Tropical Ecology* 20: 429–438.
- Fonseca RCB, Fonseca ICB 2004. Utilização de métodos estatísticos multivariados caracterização do mosaico sucessional em floresta semidecidual. *Revista Árvore* 28: 351–359.
- Fukami T, Bezemer TM, Mortimer SR, van der Putten WH 2005. Species divergence and trait convergence in experimental plant community assembly. *Ecology Letters* 8: 1283–1290.
- Gandolfi S, Joly CA, Rodrigues RR 2007. Permeability-Impermeability: Canopy trees as biodiversity filters. *Scientia Agricola* 64: 433–438.
- George LO, Bazzaz FA 1999. The fern understory as an ecological filter: emergence and establishment of canopy-tree seedlings. *Ecology* 80: 833–845.
- Gilliam FS 2007. The ecological significance of the Herbaceous Layer in Temperate Forest Ecosystems. *BioScience* 57: 845–858.
- Gotelli NJ, Ellison AM 2011. *Princípios de Estatística em Ecologia*. Porto Alegre, Artmed.
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9p.
- Hobbs RJ, Norton DA 2004. Ecological filters, thresholds and gradients in resistance to ecosystem reassembly. In: Temperton VM, Hobbs RJ, Nuttle T, Halle S ed. *Assembly Rules and Restoration Ecology*. Washington D.C., Island Press. Pp. 72–95.

- Hotelling H 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology* 24: 417–441, 498–520.
- Huston MA 1994. *Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hutchings MJ 1997. The structure of plant population. In: Crawley, M. J. ed. *Plant Ecology*. Oxford, Blackwell Scientific Publishers. Pp. 97–136.
- IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. 2000: *Cartas Climáticas do Estado do Paraná*. Disponível em: <<http://www.iapar.br>>. Acesso em: 01 set. 2008.
- Kessler M 1999. Plant species richness and endemism during natural landslide succession in a perhumid montane forest in the Bolivian Andes. *Ecotropica* 4: 123–136.
- Kovach Computing Service. 1999: MVSP versão 3.1.
- Lemmon PE 1956. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. *Forest science* 2: 314–320.
- Lortie CJ, Brooker RW, Choler P, Kikvidze Z, Michalet R, Pugnaire FI, Callaway RM 2004. Rethinking plant community theory. *Oikos* 107: 433–438.
- Marrs RH, Watt AS 2006. Biological Flora of the British Isles: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Journal of Ecology* 94: 1272–1321.
- Mikich SB 2002. A dieta frugívora de *Penelope superciliaris* (Cracidae) em remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil e sua relação com *Euterpe edulis* (Arecaceae). *Ararajuba* 10 (2): 207-217.
- Montgomery RA, Chazdon RL 2002. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. *Oecologia* 131: 165–174.
- Pakeman RJ, Marrs RH 1992. The conservation value of bracken *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn - dominated communities in the UK, and an assessment of the ecological impact of bracken expansion or its removal. *Biological Conservation* 62: 101–114.
- Perina BB 2011. Fenologia de espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecidual do Sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil.
- Sakita AEN, Silva A, Paula RC 2007. Germinação de sementes de M. Arg. (peroba-rosa) sob diferentes condições de qualidades de luz e temperatura. *Instituto Florestal Série Registros* 31: 203-207.
- Scarano FR, Ribeiro KT, Moraes LFD, Lima HC 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14: 793–803.
- Silva FC, Soares-Silva LH 2000. Arboreal flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR. Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 57: 107–120.

- Silva FC, Fonseca EP, Soares-Silva LH, Muller C, Bianchini E 1995. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, PR. *Acta Botanica Brasilica* 9: 289–302.
- Silva Matos DM, Belinato TA 2010. Interference of *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon. (Dennstaedtiaceae) on the establishment of rainforest trees. *Brazilian Journal of Biology* 70: 311–316.
- Silva VT 2010. Estudo populacional de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em áreas topograficamente distintas de fragmentos de floresta estacional semidecidual do sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil.
- Silveira M 2006. A vegetação do Parque Estadual Mata dos Godoy. In: Torezan JMD org. *Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy*. Londrina, ITEDES. Pp.13–27.
- Slocum MG, Aide TM, Zimmerman JK, Navarro L 2004. Natural regeneration of subtropical montane forest after clearing fern thickets in the Dominican Republic. *Journal of Tropical Ecology* 20: 483–486.
- Soares e Silva LH 1990. Fitossociologia arbórea da porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. 196p.
- Soares-Silva LH, Barroso GM 1992. Fitossociologia do estrato arbóreo da porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina – PR, Brasil. In: *Anais 8º Congresso Sociedade Botânica de São Paulo*, São Paulo. Pp. 101–112.
- Soares-Silva LH, Kita KK, Silva FC 1998. Fitossociologia de um trecho de floresta de galeria no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 3: 46–62.
- Soares-Silva LH, Bianchini E, Fonseca EP, Dias MC, Medri ME, Zangaro Filho W 1992. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice, município de Ibiporã, PR. *Revista do Instituto Florestal* 4: 199–206.
- Tavares AR, Ramos DP, Aguiar FFA, Kanashiro S 2008. Jussara palm seed germination under different shade levels. *Horticultura brasileira* 26: 492–494.
- Tsvuura Z, Griffiths ME, Gunton RM, Franks PJ, Lawes MJ 2010. Ecological filtering by a dominant herb selects for shade tolerance in the tree seedling community of coastal dune forest. *Oecologia* 164: 861–870.
- Walker LR 1994. Effects of fern thickets on woodland development on landslides in Puerto Rico. *Journal of Vegetation Science* 5: 525–532.
- Walker LR, Landau FH, Velázquez E, Shiels AB, Sparrow AD 2010. Early successional woody plants facilitate and ferns inhibit forest development on Puerto Rican landslides. *Journal of Ecology* 98: 625–635.

Watt AS 1947. Contributions to the ecology of bracken (*Pteridium aquilinum*). IV. The structure of the community. *New Phytologist* 46: 97–121.