



# Revista do

---

# INSTITUTO FLORESTAL

**GOVERNADOR DO ESTADO**

Geraldo Alckmin

**SECRETÁRIA DO MEIO AMBIENTE**

Patrícia Faga Iglecias Lemos

**DIRETOR GERAL DO INSTITUTO FLORESTAL**

Edgar Fernando de Luca





ISSN Online 2178-5031

# **Revista do**

---

# **INSTITUTO FLORESTAL**

**v. 28   n. 1   p. 1 - 86   jun. 2016**

## REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

São Paulo, Instituto Florestal.

1989, 1(1-2)	1999, 11(1-2)	2009, 21(1-2)
1990, 2(1-2)	2000, 12(1-2)	2010, 22(1-2)
1991, 3(1-2)	2001, 13(1-2)	2011, 23(1-2)
1992, 4	2002, 14(1-2)	2012, 24(1-2)
1993, 5(1-2)	2003, 15(1-2)	2013, 25(1-2)
1994, 6	2004, 16(1-2)	2014, 26(1-2)
1995, 7(1-2)	2005, 17(1-2)	2015, 27(1-2)
1996, 8(1-2)	2006, 18	2016, 28(1-
1997, 9(1-2)	2007, 19(1-2)	
1998, 10(1-2)	2008, 20(1-2)	

A Revista do Instituto Florestal é filiada à Associação Brasileira de Editores Científicos – ABEC.

### Fontes de indexação

- Academic Journal Database
- Internacional System of Agricultural Science and Technology – AGRIS
- Directory of Open Access Journal – DOAJ
- Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de America Latina, el Caribe, España y Portugal – Latindex
- Open Access Library – OALib
- Directory of Open Access Scholarly Resources – ROAD
- Sumários de Revistas Brasileiras

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

Instituto Florestal  
Rua do Horto, 931  
02377-000 – São Paulo – SP  
Telefone/Fax: (11) 2231-8555 – ramal: 2043  
<http://www.iflorestal.sp.gov.br>  
Email: [publica@if.sp.gov.br](mailto:publica@if.sp.gov.br)

Tiragem: 400 exemplares

## CORPO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla – **EDITOR-CHEFE/EDITOR-IN-CHIEF**

Eduardo Luiz Longui – **EDITOR-ASSISTENTE/ASSISTANT EDITOR**

Maurício Ranzini – **EDITOR-ASSISTENTE/ASSISTANT EDITOR**

## EDITORES/EDITORS

Adriano Wagner Ballarin <i>FCA – UNESP – Botucatu</i>	Leni Meire Pereira Ribeiro Lima <i>Instituto Florestal</i>
Antonio Ludovico Beraldo <i>FEAGRI – UNICAMP</i>	Leonardo Alves de Andrade <i>UFPB – Areia</i>
Carla Daniela Câmara <i>UTFPR – Medianeira</i>	Marilda Rapp de Eston <i>Instituto Florestal</i>
Claudio de Moura <i>Instituto Florestal</i>	Milton Cezar Ribeiro <i>IB – UNESP – Rio Claro</i>
Daniela Fessel Bertani <i>Instituto Florestal</i>	Paulo Andreeto de Muzio <i>Instituto Florestal</i>
Gláucia Cortez Ramos de Paula <i>Instituto Florestal</i>	Paulo Eduardo Telles dos Santos <i>Embrapa Florestas</i>
Humberto Gallo Júnior <i>Instituto Florestal</i>	Roseli Buzanelli Torres <i>Instituto Agronômico de Campinas</i>
Ingrid Koch <i>UFSCAR – Sorocaba</i>	Solange Terezinha de Lima-Guimarães <i>IGCE – UNESP – Rio Claro</i>
João Carlos Nucci <i>UFPR</i>	

## CONSELHO EDITORIA/EDITORIAL COUNCIL

Alain Philippe Chautems – <i>Conservatoire et Jardin Botanique de la ville de Genève, Suíça</i>
Eduardo Salinas Chávez – <i>Universidad de la Habana, Cuba</i>
Fábio de Barros – <i>Instituto de Botânica</i>
Fátima Conceição Márquez Piña-Rodrigues – <i>UFSCAR – Sorocaba</i>
George John Shepherd – <i>IB-UNICAMP</i>
Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo – <i>Instituto de Botânica</i>
Miguel Trefaut Urbano Rodrigues – <i>IB-USP</i>
Robin Chazdon – <i>The University of Connecticut, EUA</i>
Sueli Angelo Furlan – <i>FFLCH-USP</i>
Walter de Paula Lima – <i>ESALQ-USP</i>

**REVISÃO DO VERNÁCULO/LÍNGUA INGLESA**  
**PORTUGUESE/ENGLISH REVIWER**  
Yara Cristina Marcondes

**REVISÃO FINAL**  
**FINAL REVIEW**  
Yara Cristina Marcondes

**REVISÃO DE LÍNGUA ESPANHOLA**  
**SPANISH REVIEWERS**  
Ivan Suarez da Mota  
Miguel Angel Vales Garcia

**EDITORIAÇÃO GRÁFICA**  
**GRAPHIC EDITING**  
Filipe Bernardino Barbosa  
Yara Cristina Marcondes

**CRIAÇÃO DO LOGO**  
**LOGO DESIGN**  
Carlos Alberto de Freitas  
Priscila Weingartner  
**TRATAMENTO DE IMAGENS**  
**IMAGE EDITING**  
Filipe Bernardino Barbosa

**CRIAÇÃO DA CAPA**  
**COVER ART**  
Leni Meire Pereira Ribeiro Lima  
Regiane Stella Guzzon

**ANALISTAS/REFEREES**

Alexandre Magno Sebbenn  
*Instituto Florestal*

Ana Carolina Devides Castello  
*UFSCar Campus Sorocaba*

Bruna Gonçalves da Silva  
*Universidade Estadual de Campinas*

Carolline Zatta Fieker  
*UFSCar*

Evandro Tambarussi  
*Universidade Estadual do Centro-Oeste*

Julia Caram Sfair  
*Universidade Federal do Pernambuco*

Julia Sonsin Oliveira  
*Universidade de Brasília*

Juliano van Melis  
*Universidade Paulista*  
*Instituto Federal de Educação, Ciência e*  
*Tecnologia de São Paulo*

Karina Martins  
*UFSCar Campus de Sorocaba*

Luciana Ferreira Alves  
*Instituto de Botânica*

Luis Carlos Bernacci  
*Instituto Agrônomo de Campinas – IAC*

Matheus Peres Chagas  
*Universidade Federal de Goiás*

Rodolfo Cesar Real de Abreu  
*Instituto Florestal*

## SUMÁRIO/CONTENTS

### ARTIGOS CIENTÍFICOS/SCIENTIFIC ARTICLES

- A vegetação secundária em um fragmento florestal urbano: influência de exóticas invasoras na comunidade vegetal. Secondary vegetation in an urban forest remnant: alien species influence on plant community. Silvana Cristina Pereira Muniz de SOUZA; Athos Geraldo da SILVA; Geraldo Antonio Daher Côrrea FRANCO; Natália Macedo IVANAUSKAS .... 7-35
- Cobertura de lianas no dossel florestal e seus efeitos sobre a regeneração de espécies arbóreas. Liana's coverage in the forest canopy and its effects on regeneration of tree species. Marcele Almeida da SILVA; Mariane Martins RODRIGUES; Ciro Abbud RIGHI ..... 37-47
- Variação fenotípica para caracteres silviculturais em populações de *Aspidosperma* spp. sem estrutura de progênes. Genetic variation for silvicultural traits in populations of *Aspidosperma* spp. without progeny arrays. Camila Regina Silva Baleroni RECCO; Wanderley dos SANTOS; Danilla Cristina Lemos SOUZA; José CAMBUIM; Marcela Aparecida de MORAES; Alexandre Marques da SILVA; Miguel Luiz Menezes FREITAS; Mario Luiz Teixeira de MORAES ..... 49-57
- O papel das aves na dispersão e germinação de sementes do pau-incenso (*Pittosporum undulatum* Vent.) em um remanescente Mata Atlântica. Bird role in seed dispersion and germination of *Pittosporum undulatum* Vent. seeds in an Atlantic Forest remnant. Mariana Lopes CAMPAGNOLI; Sergio Roberto Garcia dos SANTOS; Sebastiana Dutra de Souza Revoredo da SILVA; Alexsander Zamorano ANTUNES ..... 59-67
- Wood axial characterization of 32-year-old *Croton piptocalyx* Müll Arg. Euphorbiaceae. Caracterização axial da madeira de *Croton piptocalyx* Müll Arg. Euphorbiaceae com 32 anos de idade. Amanda Aparecida Vianna ASSAD; Eduardo Luiz LONGUI; Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM; Israel Luiz de LIMA; Miguel Luiz Menezes FREITAS; Antonio Carlos Scatena ZANATTO; Marcelo ZANATA ..... 69-75

### NOTA CIENTÍFICA/SCIENTIFIC NOTE

- Cooperação científica para implantação do Herbário da Figueira – FIG (Nota Científica). Scientific cooperation for implantation of Figueira herbarium – FIG (Scientific Note). Roque CIELO-FILHO; Fernando PERIOTTO; Carla Daniela CÂMARA; Geraldo Antonio Daher Corrêa FRANCO; João Batista BAITELLO; Osny Tadeu de AGUIAR; Carolina Rodrigues SOUSA ..... 77-81





## **A VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO: INFLUÊNCIA DE EXÓTICAS INVASORAS NA COMUNIDADE VEGETAL<sup>1</sup>**

### **SECONDARY VEGETATION IN AN URBAN FOREST REMNANT: ALIEN SPECIES INFLUENCE ON PLANT COMMUNITY**

Silvana Cristina Pereira Muniz de SOUZA<sup>2,4</sup>; Athos Geraldo da SILVA<sup>3</sup>;  
Geraldo Antonio Daher Côrrea FRANCO<sup>2</sup>; Natália Macedo IVANAUSKAS<sup>2</sup>

**RESUMO** – O crescimento urbano desordenado da região metropolitana de São Paulo resultou na supressão da maior parte da vegetação natural, restando apenas os remanescentes protegidos em Unidades de Conservação de Proteção Integral, entre eles o Parque Estadual Alberto Löfgren – PEAL. Este estudo teve como objetivos detectar o estágio sucessional da vegetação secundária do PEAL e verificar a interferência de espécies exóticas no processo sucessional. Para isto, foi realizado um levantamento fitossociológico em um trecho contínuo de 4,8 ha, onde foram alocadas de modo aleatório 30 parcelas de 20 x 20 m e amostrados todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com PAP  $\geq$  15 cm. Foram registradas 121 espécies (35 exóticas), pertencentes a 102 gêneros e 44 famílias, sendo as nativas classificadas como 23% pioneiras, 54% secundárias, 16% clímax de dossel e 7% clímax de subosque. A síndrome de dispersão predominante foi a zoocoria, com 60% das espécies amostradas. Onze espécies foram consideradas ameaçadas de extinção. A densidade total obtida foi de 1.400 ind.ha<sup>-1</sup>, o índice de Shannon (H') foi de 3,38 e a equabilidade 0,70. Entre as doze espécies de maior valor de importância, metade foi exótica. Concluiu-se que o PEAL permanece na condição de estágio inicial de sucessão e apresenta alto grau de colonização por espécies invasoras, o que compromete o avanço sucessional da área. A fim de evitar o agravamento desse processo, com a propagação das espécies exóticas para o interior das florestas naturais da Serra da Cantareira, recomenda-se a adoção de um programa integrado, que contemple o controle das exóticas e o enriquecimento com espécies nativas regionais. Neste estudo, são feitas sugestões indicando as espécies exóticas que devem ter o manejo priorizado para viabilizar o retorno dos processos de sucessão ecológica.

Palavras-chave: fitossociologia; Floresta Ombrófila Densa; invasão biológica; sucessão secundária; Parque Estadual Alberto Löfgren.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 24.06.2015. Aceito para publicação em 02.02.2016.

<sup>2</sup>Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Estagiário da Seção de Madeira e Produtos Florestais, Divisão de Dasonomia, Instituto Florestal, São Paulo, Brasil.

<sup>4</sup>Autor para correspondência: Silvana Cristina Pereira Muniz de Souza – silvana1souza@gmail.com

**ABSTRACT** – Most of the natural vegetation of São Paulo municipality was lost due to the urbanization. However, some small reserves protected by laws still sustain natural vegetation remnants. This work was developed in one of these reserves the Alberto Löfgren State Park – PEAL. We aimed to detect the successional stage of secondary vegetation of PEAL and check the influence of alien species in the successional process. We conducted a phytosociological survey in a 4.8 ha continuous forest patch, where 30 plots of 20 x 20 m were randomly distributed and individual shrubs and trees with a perimeter at breast height – PBH  $\geq 15$  cm were sampled. A total of 121 species (35 exotic), belonging to 102 genera and 44 families were recorded. Eleven species were categorized as endangered. The Shannon diversity and the Pielou equability indexes were 3.38 and 0.70 respectively, and the total density was 1,400 ind.ha<sup>-1</sup>. Half of the 12 species of highest importance value was alien species. We concluded that PEAL has a high degree of biological invasion, which may cause serious damage to the natural succession process in areas under recovery. In order to prevent the spread of alien species into the natural forests of Cantareira Range, we recommend the adoption of an integrated program that includes the alien species control and regional native species enrichment if needed. In this work we indicated the exotic species that should be managed first in order to restore the ecological succession.

Keywords: phytosociology; Dense Ombrophilous Forest; biological invasion; secondary succession; Alberto Löfgren State Park.

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo ainda abriga importantes remanescentes de Floresta Atlântica, apesar da intensa fragmentação ocorrida nas últimas décadas (Ribeiro et al., 2009). Grande parte encontra-se em unidades de conservação, pois os remanescentes situados em propriedades particulares são, em geral, pequenos e imersos em uma paisagem dominada por extensas áreas de agricultura, pastagens ou pela própria ocupação urbana/industrial, esta última em processo de expansão na região metropolitana de São Paulo (Maglio, 2005; Catharino e Aragaki, 2008). Na cidade de São Paulo, a maior parte dos fragmentos florestais é composta por florestas secundárias, as quais foram submetidas ao cultivo e/ou pastoreio durante os últimos dois séculos e depois convertidas em áreas de proteção integral (Liebsch et al., 2008).

As alterações ocorridas nesses ambientes pós-distúrbios criaram novas condições de temperatura, umidade e disponibilidade de luz, resultando em coberturas que percorreram múltiplas vias sucessionais (Corlett, 1995). O histórico de perturbação e uso do solo anterior (Ding et al, 2012; Larkin et al., 2012; Long et al., 2012); características da paisagem, como a distância e qualidade de

habitats nas proximidades (Pickett et al., 1987; Zwiener et al., 2014); a presença de sementes, brotos remanescentes e mudas (Uhl, 1987; Holl et al., 2000) e todas as variáveis relacionadas com o tempo pós-abandono (Zanini et al., 2014) estabelecem trajetórias e taxas diferentes de recuperação dessas áreas, que podem variar de décadas a séculos (Liebsch et al., 2008).

Para Gandolfi et al. (2015), o processo de restauração de florestas tropicais e subtropicais pós-distúrbio pode ser sintetizado em três fases: estruturação, consolidação e maturação. A fase da estruturação baseia-se na composição de um dossel inicial, portanto de um habitat florestal, além da eliminação das espécies competidoras; a fase de consolidação é caracterizada pela morte gradual das árvores do dossel inicial e substituição destas por espécies secundárias, o que pode levar décadas, permitindo a manutenção do habitat florestal e a continuidade dos processos de restauração, e a fase de maturação é descrita como um longo período sem um final definido, no qual a floresta seguiria acumulando biomassa, diversidade de espécies, interações e processos que, gradualmente, levariam ao surgimento de uma floresta madura semelhante ao ecossistema de referência original.

A avaliação periódica da composição e estrutura da comunidade florestal, em cada fase do processo, é fundamental para determinar se essa floresta tenderá à mudança progressiva, regressiva, ou se irá manter-se num estado estacionário. Nesse contexto, passa a ser relevante a seleção de indicadores para avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração, com posterior adoção de medidas corretivas para aqueles indicadores que apresentarem resultados insatisfatórios (Brancalion et al., 2015). Alguns indicadores da recomposição da vegetação e do avanço sucessional utilizados estão relacionados primeiramente ao aumento no número de espécies zoocóricas, seguido do aumento no número de espécies não pioneiras e das espécies clímaxes de subosque e, finalmente, a um aumento na proporção de espécies endêmicas da Floresta Atlântica (Liebsch et al., 2008).

Nas florestas secundárias, o aumento na disponibilidade de luz favorece o estabelecimento de maior proporção de pioneiras e desfavorece a introdução e permanência de espécies finais da sucessão (Guariguata e Ostertag, 2001). Além disso, distúrbios e subsequentes mudanças sucessionais também têm efeitos sobre a riqueza e abundância de espécies (Laurance et al., 2002; Harper et al., 2005; Liebsch et al., 2008). Já o impacto humano sobre paisagens naturais pode modificar os padrões de biodiversidade, levando a uma maior homogeneidade na composição de espécies (Liebsch et al., 2008), sobretudo a introdução e o estabelecimento de espécies exóticas (Nascimento et al., 2014).

Nesse contexto se insere o objetivo deste estudo, em que se buscou avaliar um trecho de vegetação secundária no interior do Parque Estadual Alberto Löfgren, a fim de verificar se há indícios de que a floresta está seguindo uma trajetória sucessional progressiva, comparada aos ecossistemas de referência de florestas maduras do entorno. São apresentados alguns indicadores qualitativos e quantitativos e discutidos problemas que podem estar prejudicando a sua trajetória, entre eles a interferência de espécies exóticas invasoras.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O Parque Estadual “Alberto Löfgren” – PEAL localiza-se na cidade de São Paulo, possui 187 hectares e engloba parte de quatro distritos da zona norte, sendo eles: Cachoeirinha, Mandaqui, Tucuruvi e Tremembé (Arzolla, 2012).

Está situado no interior da unidade morfoescultural do Planalto Atlântico (Ross e Moroz, 1997), com coordenadas de referência 23°27'32"S e 46°38'11"W e altitudes variando entre 770 a 825 m (Arzolla, 2012). Divide-se em três setores, correspondentes às microbacias dos três principais córregos presentes em seu interior: córrego Pedra Branca, córrego do Viveiro e córrego Vila Amália.

A vegetação natural do PEAL é composta por Floresta Ombrófila Densa Montana, cujo fragmento mais preservado ocupa 27% da área do Parque. Nas demais áreas, predomina a vegetação secundária da mesma fitofisionomia, em diversos estágios de regeneração, com presença de alguns elementos da Floresta Estacional Semidecidual, já que a Serra da Cantareira é considerada uma área de ecótono entre essas formações (Baitello e Aguiar, 1982; Baitello et al., 1992, 1993; Ivanauskas et al., 2000; Arzolla et al., 2011).

Parcela significativa da vegetação do PEAL (42% da área) compõe os arboretos implantados no período em que o Parque foi utilizado como Horto Botânico Experimental (1925 a 1957). Essas áreas são caracterizadas por talhões, glebas e parcelas com plantios monoespecíficos ou com até quatro espécies em consórcio de nativas e exóticas. Em função da não realização de tratos silviculturais nesses plantios, desde 1957, o subosque desses arboretos foi ocupado por regeneração natural mista de plantas exóticas e nativas. Boa parte dessas coleções ainda existe, apresentando diferentes graus de conservação de suas características originais (Arzolla, 2012).

Com a transformação do Horto Botânico em Parque Estadual em 1963, ou seja, em unidade de conservação de proteção integral, o objetivo do manejo da área mudou, passando a enfatizar a preservação de ecossistemas naturais e a restauração daqueles degradados. Desse modo, tornou-se necessária a supressão de espécies exóticas invasoras, das quais muitas matrizes ainda permanecem nos plantios dos antigos arboretos e cujos propágulos se dispersaram para as áreas de vegetação secundária do PEAL.

Este estudo foi realizado na microbacia do córrego do Viveiro, a qual totaliza 49,07 hectares de área antropizada, classificada no Plano de Manejo do PEAL como Zona de Uso Especial e Zona de Recuperação (Arzolla, 2012). O levantamento florístico e fitossociológico foi realizado em trecho contínuo de vegetação secundária de 4,8 ha, situado em área com as coordenadas de referência 23°27'43"S, 46°38'02"W e altitude de 775 m.

## 2.2 Coleta de Dados

Adotou-se as recomendações de Felfili e Rezende (2003) para a amostragem aleatória do trecho de 4,8 ha, com sorteio de 30 parcelas de 20 x 20 m, todas posicionadas no rumo 140°SW. No interior das parcelas, foram registrados todos os indivíduos de porte arbóreo ou arbustivo, com perímetro medido à altura do peito – PAP (1,30 m) maior ou igual a 15 cm, os quais receberam uma plaqueta de metal numerada e fixada com prego voltado para o interior da floresta, de modo a não causar poluição visual aos visitantes do Parque e prevenir possíveis depredações involuntárias. De cada indivíduo foi anotado: o número da placa, a altura total, o PAP e a espécie. Os indivíduos que apresentaram perfilhos (mais de um tronco abaixo de 1,30 m) foram considerados somente quando atenderam ao critério de inclusão para pelo menos uma de suas ramificações. Nestes casos, foram anotados os valores de PAP de todas as ramificações para o cálculo da área basal.

O PAP foi medido com fita métrica e a altura estimada por meio de comparação com a tesoura de poda alta. As árvores mortas em pé também foram incluídas. Para coleta de material testemunho, foi utilizada tesoura de poda manual para ramos acessíveis, tesoura de poda alta para coleta até oito metros de altura e estilingue para ramos em árvores com altura superior a dez metros.

## 2.3 Análise dos Dados

Os espécimes coletados foram identificados por comparação com o material depositado no Herbário SPSF e/ou validado por especialistas. A classificação das famílias foi baseada em APG III (Angiosperm Phylogeny Group, 2009), com as alterações propostas por Souza e Lorenzi (2012). A grafia dos nomes científicos foi conferida por comparação com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2015). Os dados florísticos foram comparados com outros estudos cujo método é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Critério de inclusão do componente arbustivo-arbóreo dos estudos citados na comparação florística do presente trabalho.

Table 1. Inclusion criteria of shrubby-arboreal components of the studies cited in the floristic composition of the present work.

Município	Local	Autor	Amostragem	Critério de Inclusão
Guarulhos	Região do Aeroporto Internacional de Guarulhos	Gandolfi et al. (1995)	Parcelas (4,84 ha)	Altura $\geq$ 1,5 m
São Paulo	Parque Estadual da Cantareira	Arzolla et al. (2011)	Caminhada	–
Itatiba/Bragança Paulista	Fazenda Dona Carolina	Cerqueira et al. (2008)	Caminhada	Altura $\geq$ 2 m
Ibiúna	Reserva Morro Grande	Bernacci et al. (2006)	Quadrantes (1.850 pt.)	DAP $\geq$ 5 cm
Mairiporã	Parque Estadual da Cantareira	Arzolla (2002)	Parcelas (1,67 ha)	PAP $\geq$ 15 cm
Mairiporã	Parque Estadual da Cantareira	Baitello et al. (1993)	Quadrantes (266 pt.)	DAP $\geq$ 10 cm

A classificação da formação vegetal de origem de cada espécie foi realizada a partir da informação “tipo de vegetação” existente na Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020 em construção (2015) e padronizada segundo o sistema oficial de classificação da vegetação brasileira ((Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012).

Quando a informação sobre a ocorrência das espécies presente na lista brasileira foi considerada incompleta, esta foi complementada por meio de consultas às coletas em áreas naturais do Estado de São Paulo, disponíveis na base de dados do INCT-Herbário Virtual da Flora e dos Fungos ((Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – INCT, 2015).

Adotou-se o conceito de espécie nativa apresentado por Moro et al. (2012): espécie que ocorre naturalmente em um dado local, devendo sua presença na área à sua própria capacidade dispersiva e competência ecológica. Espécies nativas estão em dado local ou porque evoluíram ali, ou porque evoluíram em outros locais e se dispersaram sem ajuda humana até atingir sua atual distribuição geográfica. Nesse contexto, foram consideradas nativas as espécies de ocorrência natural em Floresta Ombrófila Densa ou em área de ecótono a esta formação no município de São Paulo (Nalon et al., 2010).

Foram consideradas exóticas as espécies que foram transportadas de uma dada região geográfica para outra em que não ocorreriam naturalmente, independentemente de seu eventual impacto sobre os ecossistemas nativos, sendo o transporte realizado por ação humana intencional ou acidental (Lockwood et al., 2007). Nesse grupo foram incluídas todas as espécies de ocorrência fora dos limites geográficos historicamente reconhecidos para as formações naturais do município de São Paulo (Nalon et al., 2010) e ausentes na lista oficial de espécies nativas no Estado de São Paulo (Wanderley et al., 2011). Em geral, foram consideradas exóticas aquelas provenientes de outro país ou de ocorrência restrita a outra tipologia vegetal que não a Floresta Ombrófila Densa em território paulista (e.g., Floresta Estacional Semidecidual ou áreas savânicas do interior paulista).

De acordo com os atributos da espécie e observações de campo, as exóticas foram classificadas conforme o agrupamento proposto por Durigan et al. (2013): exóticas transientes, ruderais (dominantes e não dominantes) e invasoras (dominantes e não dominantes). Foram ferramentas úteis na busca dos atributos de cada espécie as informações disponíveis no banco de dados de espécies exóticas invasoras no Brasil (Zenni e Ziller, 2011; Invasive Information Network – I3N Brasil, 2015) ou no compêndio de espécies exóticas invasoras (Invasive Species Compendium – CABI, 2015).

As espécies nativas foram agrupadas em quatro grupos sucessionais, conforme conceitos aplicados por Brancalion et al. (2015): a) pioneiras (P): heliófilas, portanto intolerantes à sombra e que, em geral, apresentam sementes fotoblásticas positivas, formam bancos de sementes permanente, têm reprodução precoce (aos seis meses até um ano de idade) e ciclo de vida curto (em geral menor que vinte anos); b) secundárias (S): tolerantes à sombra, podem germinar e crescer sob sol ou sombra, mas têm um crescimento em altura mais acelerado nos primeiros anos de vida, entram em reprodução com cerca de dez anos e têm ciclos de vida em torno de 40 anos; c) clímaxes de dossel (Cd): em geral, apresentam crescimento inicial muito lento, fase em que são mais exigentes quanto ao maior sombreamento, mas alcançam o dossel após 40 ou 50 anos, podendo permanecer por décadas ou séculos; d) clímaxes de subosque (Cs): assim como o grupo anterior, são umbrófilas, crescem lentamente e têm vida longa, mas não alcançam o dossel, em geral, presentes em elevada densidade nos estratos inferiores das florestas (altura usual inferior a 10 m). A distribuição das espécies nos quatro grupos sucessionais baseou-se em adaptações de classificações anteriores das mesmas espécies nos estudos publicados por Grombone et al. (1990), Gandolfi (1991, 2000), Dislich et al. (2001), Bernacci et al. (2006), Arzolla (2010) e Barreto (2013), e em observações de campo dos autores. As espécies também foram agrupadas por síndrome de dispersão em três categorias (anemocóricas, zoocóricas e autocóricas), com base nas características dos frutos e sementes, conforme os critérios estabelecidos por Pijl (1982) e com a literatura (Bernacci et al., 2006; Catharino et al., 2006; Arzolla et al., 2010).

A partir da lista das espécies registradas na área de estudo, foram destacadas aquelas consideradas ameaçadas de extinção. As listas oficiais utilizadas para consulta foram: a) Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção no Estado de São Paulo (Mamede et al., 2007); b) Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Brasil, 2014), com categorias apresentadas no Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli e Moraes, 2013) e c) Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção Globalmente (International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2015).

Os parâmetros fitossociológicos calculados foram aqueles descritos para o método de parcelas em Martins (1991). Como medida de diversidade utilizou-se o índice de Shannon (Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974) calculado com base no logaritmo natural e a equabilidade de Pielou (Pielou, 1966). Para essas análises, utilizaram-se os programas do pacote FITOPAC (Shepherd, 1995). Histogramas de distribuição diamétrica foram produzidos para as populações de espécies exóticas invasoras com mais de 70 indivíduos amostrados. Cada histograma teve seu intervalo de classe calculado de acordo com o procedimento indicado por Spiegel (1976) e detalhado em Felfili e Resende (2003): os intervalos de classes foram determinados a partir da fórmula  $IC = A/nc$ , em que “A” é a amplitude ( $A = \text{maior valor} - \text{menor valor}$ ) e “nc” o número de classes ( $nc = 1 + 3,3 \log(n)$ , onde “n” é o número de indivíduos). Após o cálculo do intervalo de classe para cada população, fez-se o ajuste manual para permitir comparações entre histogramas e facilitar a visualização.

### 3 RESULTADOS

Em 12.000 m<sup>2</sup> foram registrados 1.680 indivíduos, portanto a densidade total foi de 1.400 ind.ha<sup>-1</sup> e a área basal total de 50,91 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Do total de indivíduos, 114 foram mortos em pé, o que representa uma densidade absoluta de 95 ind.ha<sup>-1</sup> e área basal de 3,88 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Considerando apenas os indivíduos vivos, a diversidade calculada por meio do índice de Shannon ( $H'$ ) foi de 3,38 e a equabilidade 0,70. A porcentagem de espécies representadas na amostra por apenas um indivíduo foi de 40% (48 espécies).

A listagem florística totalizou 121 espécies (35 exóticas), pertencentes a 102 gêneros e 44 famílias, conforme apresentado na Tabela 2. As cinco famílias de maior riqueza representaram 40% do total de espécies encontradas (Figura 1) e estas famílias se manteriam entre as primeiras mesmo se fossem consideradas apenas as espécies nativas, exceto pela queda de posição de Arecaceae. Por outro lado, oito famílias foram representadas por apenas uma espécie, sendo estas exóticas: Asparagaceae, Magnoliaceae, Pinaceae, Pittosporaceae, Rhamnaceae, Rutaceae, Sapotaceae e Theaceae.

Tabela 2. Lista das espécies encontradas em um trecho de vegetação secundária na microbacia do córrego do Viveiro, Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo – SP. Ft/Ex – fitofisionomia de ocorrência, Gs – grupo sucessional, Sd – síndrome de dispersão. Tipo de ambiente da espécie nativa: F – Floresta Estacional Semidecidual, D – Floresta Ombrófila Densa, S – Savana; Categoria de invasão quando exótica (ExT – exótica transiente, ExRnd – ruderal não dominante, ExInd – Invasora não dominante, ExId – Invasora dominante). Quando nativa no Brasil, mas exótica na área de estudo, a fitofisionomia de ocorrência é apresentada entre parênteses. ane – anemocórica, aut – autocórica, zoo – zoocórica, Cd – clímax de dossel, Cs – clímax de subosque, P – pioneira, S – secundária.

Table 2. List of species from secondary vegetation in the Viveiro Stream Watershed, Alberto Löfgren State Park, São Paulo state – SP. Ft/Ex – phytosociologies, Gs – successional group, Sd – Dispersion syndromes. Natural vegetation type: F – Semideciduous Seasonal Forest, D – Dense Ombrophilous Forest, S – Savannah; Invasion category of exotic species (ExT – casual alien species, ExRnd – non dominant ruderal, ExInd – non dominant invader, ExId – dominant invader). When the species is native from Brazil, but exotic in the study area, the vegetation type occurrence is enclosed between parentheses. ane – anemochoric, aut – autochoric, zoo – zoochoric, Cd – canopy climax, Cs – understory climax, P – pioneer, S – secondary.

Família/Espécie	Nome popular	Ft/Ex	Gs	Sd
ANACARDIACEAE				
<i>Mangifera indica</i> L.	manga, mangueira	ExInd		zoo
<i>Toxicodendron vernicifluum</i> (Stokes) F.A. Barkley	charão	ExId		zoo
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira-brava, aroeira-mansa	D, F, S	P	zoo

continua  
to be continued



continuação – Tabela 2  
 continuation – Table 2

Família/Espécie	Nome popular	Ft/Ex	Gs	Sd
<b>ANNONACEAE</b>				
<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	araticum, araticum-do-mato	D, F	S	zoo
<b>APOCYNACEAE</b>				
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	peroba-rosa	ExInd (F)	Cd	ane
<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg.	casca-d'anta, jasmim-grado	D, F	S	zoo
<i>Tabernaemontana</i> cf. <i>hystrix</i> Steud.	leiteiro	D, F	P	zoo
<b>ARALIACEAE</b>				
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	pau-de-tamanco	D, F	S	zoo
<b>ARECACEAE</b>				
<i>Archontophoenix</i> spp.	palmeira-australiana	ExId		zoo
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	juçara, palmito, palmito-doce	D, F	S	zoo
<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br. ex Mart.	palmeira-de-leque, falsa-latânia	ExId		zoo
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	gariroba, palmito-amargoso	ExInd (F, S)		zoo
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá	D, F	S	zoo
<b>ASPARAGACEAE</b>				
<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	dracena	ExInd		zoo
<b>ASTERACEAE</b>				
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	vassourão	D, F	P	ane
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	vassourão	D, F	P	ane
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H. Rob.	cambará	D, F	P	ane
<b>BIGNONIACEAE</b>				
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	caroba	D, F	S	zoo
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	caroba	D, F, S	S	ane
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	espatódea, bisnagueira	ExT		ane
<b>BORAGINACEAE</b>				
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro, louro-pardo	D, F, S	S	zoo
<b>CELASTRACEAE</b>				
<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	cafezinho	D, F	Cs	zoo
<b>CYATHEACEAE</b>				
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	samambaiuçú, xaxim-nu	D, F	Cs	ane
<b>DICKSONIACEAE</b>				
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	xaxim	D	Cs	ane
<b>ELAEOCARPACEAE</b>				
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	ouriceiro, pé-de-galinha	D, F	Cd	zoo
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.	ouriço, sapopemba, sapupema	D	Cs	zoo
<b>EUPHORBIACEAE</b>				
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.	tapiá	D, F	S	zoo

continua  
to be continued

continuação – Tabela 2

continuation – Table 2

Família/Espécie	Nome popular	Ft/Ex	Gs	Sd
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	tanheiro, tapiá	D, F, S	S	zoo
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui, velame	D, F, S	P	aut
<i>Croton urucurana</i> Baill.	sangra-d'água	D, F	P	aut
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	cutieira, boleira, andá-assu	ExInd (F)		aut
<i>Ricinus communis</i> L.	mamona	ExRnd		aut
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	leiteiro	D, F, S	S	zoo
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	peloteira	D, F	S	zoo
FABACEAE				
<i>Adenantha pavonina</i> L.	olho-de-pavão	ExInd		zoo
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>colubrina</i>	angico	D, F, S	S	ane
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	morcegueira	D, F	S	zoo
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrud.) Schrad. ex DC.	canafístula	D, F, S	S	aut
<i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth.	araribá	D	Cd	ane
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-da-bahia	ExInd (F)		ane
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	eritrina-candelabro, mulungu	D	S	aut
<i>Erythrina verna</i> Vell.	mulungu, suinã, mulungu-coral	D, F	S	aut
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim-de-campinas	ExInd (F)	Cd	aut
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	D, F, S	Cd	zoo
<i>Inga vera</i> Willd.	ingá, ingazeiro	D, F, S	S	zoo
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	bico-de-pato	D, F, S	S	ane
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	jacarandá paulista	D, F, S	Cd	ane
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	cabreúva	ExInd (F)		ane
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-vermelho	D, F, S	S	aut
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré	D, F	S	ane
<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz	sibipiruna	ExInd (D)		ane
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	amendoim-bravo	ExInd (F)		ane
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	guapuruvu, bacurubu	D	S	aut
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	monjoleiro	D, F, S	S	aut
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	pau-cigarra, caquera	D, F, S	P	aut
HYPERICACEAE				
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	azeitona-do-mato, pau-de-lacre	D, F, S	P	zoo
LAURACEAE				
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	canela-do-brejo	D, F	S	zoo
<i>Nectandra barbellata</i> Coe-Teix.	canela-amarela	D, F	Cd	zoo
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-guaiacá	D, F	Cd	zoo
<i>Persea americana</i> Mill.	abacate, loiro-abacate	ExInd		zoo
LECYTHIDACEAE				
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	jequitibá-rosa	D	Cd	ane

continua  
to be continued

continuação – Tabela 2

continuation – Table 2

Família/Espécie	Nome popular	Ft/Ex	Gs	Sd
LYTHRACEAE				
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	dedaleira	D, F, S	S	ane
MAGNOLIACEAE				
<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	magnólia amarela	ExInd		
MALVACEAE				
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira-rosa	D, F	Cd	ane
<i>Christiana macrodon</i> Toledo	jangada-branca	D, F	P	ane
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	pau-jangada	D	P	ane
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	D, F, S	S	ane
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	malvavisco	ExRnd		nc
MELASTOMATACEAE				
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	cabucu, jacatirão	D	S	zoo
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	jacatirão	D	S	zoo
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	quaresmeira, flor-de-quaresma	D	P	ane
<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	jacatirão, manacá-da-serra	D	P	ane
MELIACEAE				
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana, canjerana	D, F, S	Cd	zoo
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	marinheiro	D, F	S	zoo
<i>Melia azedarach</i> L.	cinamomo	ExInd		zoo
MORACEAE				
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat		D, F, S	S	zoo
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	figueira-do-brejo, mata-pau	D, F, S	S	zoo
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq		D, F	S	zoo
<i>Morus nigra</i> L.	amora-preta	ExRnd		zoo
MYRTACEAE				
<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	goiaba-serrana	ExT (F, S)		zoo
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	sete-capotes	D, F, S	Cd	zoo
<i>Eucalyptus</i> spp.	eucalipto	ExInd		ane
<i>Eugenia cambucae</i> Mattos	jambo, jambeiro	ExInd (D)		zoo
<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga, pitangueira	D, F, S	Cd	zoo
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	guamirim-de-folha-miúda	D, F, S	S	zoo
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá, araçá-vermelho	D, F, S	S	zoo
<i>Psidium guajava</i> L.	goiaba, goiabeira	ExInd		zoo
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	jambo, jambo-amarelo	ExInd		zoo
OLACACEAE				
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	brinco-de-mulata, casca-de-tatu	D, F, S	Cd	zoo
PERACEAE				
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	bocoúva, chili, tabucuva	D, F, S	S	aut

continua  
to be continued

continuação – Tabela 2

continuation – Table 2

Família/Espécie	Nome popular	Ft/Ex	Gs	Sd
PINACEAE				
<i>Pinus</i> spp.	pinus	ExId		ane
PITTOSPORACEAE				
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	pau-incenso	ExId		zoo
POLYGONACEAE				
<i>Triplaris americana</i> L.	pau-formiga, novateiro	D, F, S	S	ane
PRIMULACEAE				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoca, capororoquinha	D, F, S	S	zoo
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.		D, F, S	S	zoo
PROTEACEAE				
<i>Euplassa cantareirae</i> Sleumer	carvalho-nacional	D	Cd	ane
<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	grevilha, grevillea-robusta	ExT		ane
RHAMNACEAE				
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	passa japonesa, mata fome	ExId		zoo
ROSACEAE				
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	nespera, nespereira	ExId		zoo
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	D, F, S	S	zoo
RUBIACEAE				
<i>Bathysa australis</i> (A. St.-Hil.) K. Schum.	fumão-doce, pau-de-macuco	D, F	S	aut
<i>Coffea arabica</i> L.	café, cafeeiro	ExId		zoo
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	casca-d'anta, cafezinho-roxo	D, F	Cs	zoo
<i>Rudgea sessilis</i> (Vell.) Müll.Arg.	casca-d'anta	D, F	Cs	zoo
RUTACEAE				
<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	limão-rosa	ExInd		zoo
SALICACEAE				
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga, pau-de-lagarto	D, F, S	S	zoo
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatonga, cambroé	D, F, S	Cd	zoo
SAPINDACEAE				
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	fruta-de-pombo	D, F, S	S	zoo
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	camboatã, arco-de-peneira	D, F	S	zoo
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	cuvantã	D, F, S	S	zoo
SAPOTACEAE				
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	aguaí	ExInd (F)		zoo
SOLANACEAE				
<i>Sessea brasiliensis</i> Toledo	peroba-d'água	D, F	S	ane
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	caavurana, jurubearana	D	P	zoo
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	fumo-bravo, jurubeba-brava	D, F, S	P	zoo

continua  
to be continued

continuação – Tabela 2  
continuation – Table 2

Família/Espécie	Nome popular	Ft/Ex	Gs	Sd
SYMPLOCACEAE				
<i>Symplocos falcata</i> Brand	canela, congonha-da-mata	D, F	S	zoo
THEACEAE				
<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	chá-da-índia	ExId		aut
URTICACEAE				
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	urtiga-mansa, assa-peixe	D, F	P	ane
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	embaúba, pau-formiga	D, F	P	zoo
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúva, embaúba, imbaúba	D, F, S	P	zoo
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	urtiga	D, F	P	zoo
VERBENACEAE				
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	pau-viola	D, F	P	zoo

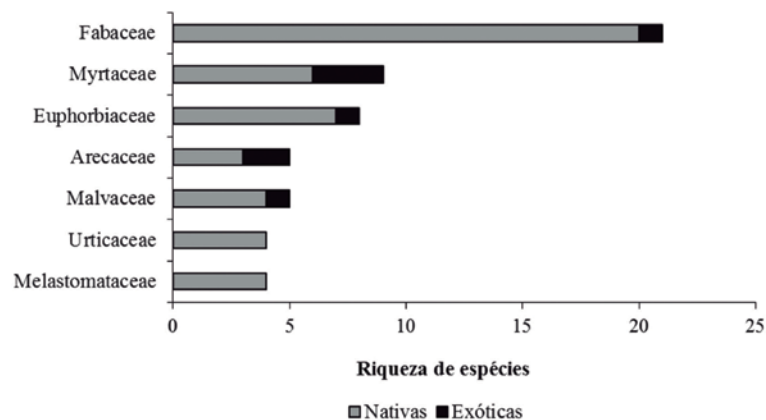


Figura 1. Famílias de maior riqueza no córrego do Viveiro, Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo – SP.

Figure 1. Richness values for families recorded in the Viveiro Stream Watershed, Alberto Löfgren State Park, São Paulo state – SP.

Entre as espécies nativas encontradas, 43% apresentam ampla distribuição, ocorrendo na Floresta Ombrófila Densa, na Floresta Estacional Semidecidual e na Savana; 42% ocorrem na Floresta Ombrófila Densa e na Floresta Estacional Semidecidual. As espécies endêmicas da Floresta Ombrófila Densa corresponderam a somente 15% das espécies nativas (Tabela 2).

Quanto à categorização sucessional, das 86 espécies nativas, 46 (53,5%) são secundárias, 20 (23,2%) são pioneiras, 14 (16,3%) são clímax de dossel e seis (7,0%) são clímax de subosque (Figura 2A). Ao considerar a participação desses grupos funcionais na estrutura da comunidade

(Figura 2B), nota-se o aumento na contribuição das espécies secundárias, as quais compõem mais de 70% dos indivíduos presentes, com diminuição do percentual, principalmente do grupo das pioneiras (10,7%) e clímaxes de subosque (3,9%).

A síndrome de dispersão predominante, entre as espécies nativas, foi a zoocórica, com um total de 52 espécies (60,5%), seguida da anemocórica, com 23 (26,7%), e autocórica com 11 espécies (12,8%) (Figura 3A). A dispersão zoocórica também prevaleceu na análise da estrutura da comunidade, com 74,5% dos indivíduos pertencentes a este grupo funcional (Figura 3B).

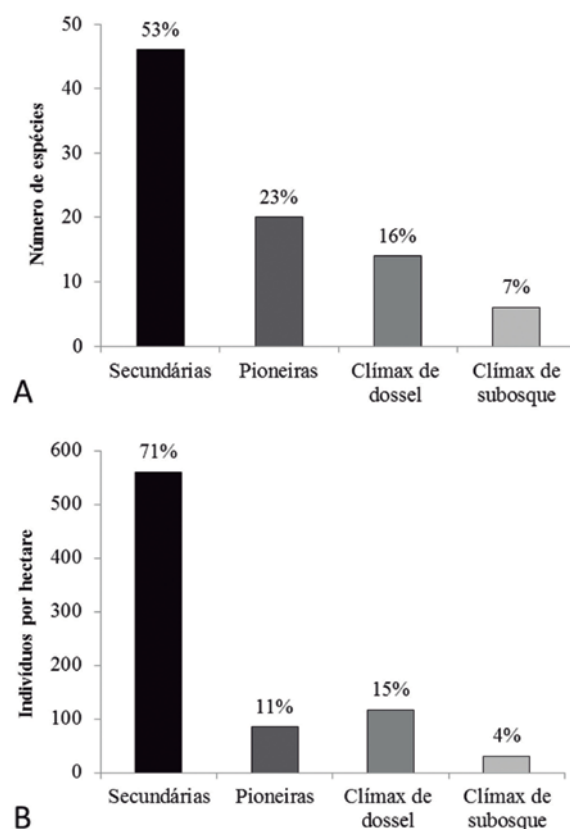


Figura 2. Grupos sucessionais das espécies nativas encontradas em um trecho de vegetação secundária no córrego do Viveiro, Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo – SP. Agrupamentos por número de espécies (A) e por densidade absoluta de indivíduos (B).

Figure 2. Frequency of successional groups for native species recorded in the Viveiro stream, Alberto Löfgren State Park, São Paulo state – SP. Data grouped by number of species (A) and individuals absolute density (B).

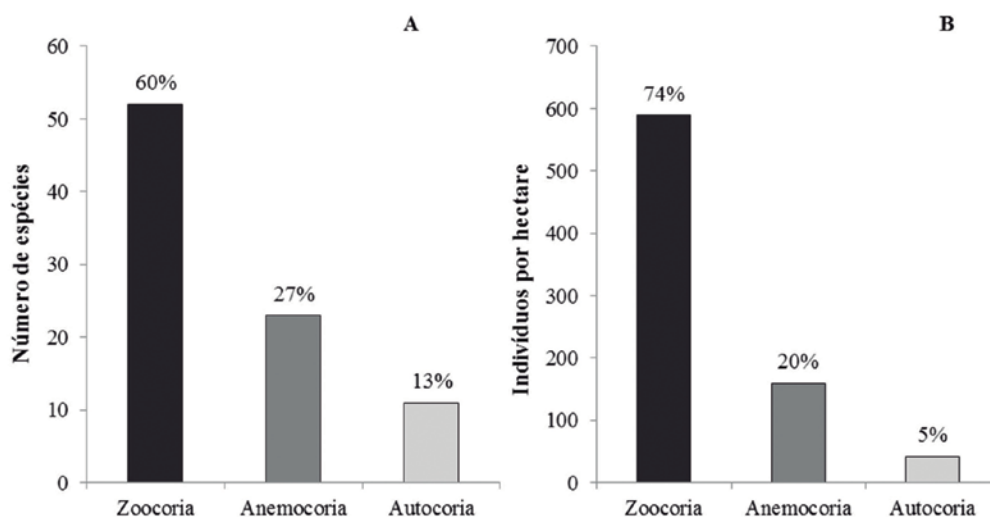


Figura 3. Síndromes de dispersão das espécies nativas encontradas em um trecho de vegetação secundária no córrego do Viveiro, Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo – SP. Agrupamentos por número de espécies (A) e por densidade absoluta (B).

Figure 3. Frequency of dispersion syndromes for native species recorded in the Viveiro stream, Alberto Löfgren State Park, São Paulo state – SP. Data grouped by number of species (A) and absolute density (B).



Foram registradas seis espécies consideradas ameaçadas de extinção em São Paulo, seis na lista nacional e seis na lista global (Tabela 3). Como algumas espécies são consideradas ameaçadas em mais de uma escala (há sobreposição de espécies nas listas), podemos afirmar que onze espécies do PEAL estão presentes em alguma das listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção (Tabela 3): *Rudgea sessilis* e *Myroxylon peruiferum* foram consideradas ameaçadas apenas na lista paulista, enquanto *Aspidosperma polyneuron*, *Joannesia princeps* e *Machaerium villosum* foram relevantes

somente em escala global. *Dicksonia sellowiana*, *Euplassa cantareirae* e *Euterpe edulis* constam entre as ameaçadas na lista paulista e nacional, mas estão ausentes na lista global. Já *Cariniana legalis* e *Nectandra barbellata* estão ausentes na lista paulista, mas constam da lista nacional e global. Somente *Dalbergia nigra* é considerada ameaçada nas três escalas. A maior parte das espécies foi incluída na categoria vulnerável (VU) ou em perigo (EN), com destaque para *Rudgea sessilis*, considerada presumivelmente extinta (EX) na natureza em território paulista.

Tabela 3. Espécies ameaçadas de extinção registradas em vegetação secundária no córrego do Viveiro, Parque Estadual Alberto Löfgren categorizadas de acordo com as listas da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN, Ministério do Meio Ambiente – MMA e Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA-SP. EN, Em Perigo; EX, Presumivelmente Extinta; VU, Vulnerável, \* = espécie exótica.

Table 3. Threatened species recorded in a patch of secondary vegetation in the Viveiro stream, Alberto Löfgren State Park, according to the lists of the International Union for Conservation of Nature – IUCN, the Ministry of Environment – MMA and the Environmental Secretariat of the São Paulo state – SP – SMA. EN, Threatened; EX, Presumably Extinct; VU, Vulnerable, \* = exotic species.

FAMÍLIA/Espécie	IUCN	MMA	SMA-SP
APOCYNACEAE			
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.*	EN		
ARECACEAE			
<i>Euterpe edulis</i> Mart.		VU	VU
DICKSONIACEAE			
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.		EN	VU
EUPHORBIACEAE			
<i>Joannesia princeps</i> Vell.*	VU		
FABACEAE			
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.*	VU	VU	EN
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	VU		
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.*			VU
LAURACEAE			
<i>Nectandra barbellata</i> Coe-Teix.	VU	VU	
LECYTHIDACEAE			
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	VU	EN	
PROTEACEAE			
<i>Euplassa cantareirae</i> Sleumer		EN	VU
RUBIACEAE			
<i>Rudgea sessilis</i> (Vell.) Müll.Arg.			EX

Entre as espécies ameaçadas, quatro são típicas de outra formação florestal ou não ocorrem de forma natural na região metropolitana de São Paulo, portanto foram consideradas exóticas invasoras não dominantes no PEAL: *Aspidosperma polyneuron*, *Dalbergia nigra*, *Joannesia princeps* e *Myroxylon peruiferum*. Outras sete espécies nativas de outras localidades ou formações florestais brasileiras foram consideradas exóticas transientes ou invasoras não dominantes no PEAL (Tabela 2): *Acca sellowiana*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Holocalyx balansae*, *Eugenia cambucae*, *Poincianella pluviosa*, *Pterogyne nitens* e *Syagrus oleracea*. Entre as demais 24 espécies exóticas, foram ainda registradas duas exóticas transientes (*Spathodea campanulata* e *Grevillea robusta*) e três ruderais não dominantes (*Ricinus communis*, *Malvaviscus arboreus* e *Morus nigra*).

Os parâmetros fitossociológicos são apresentados na Tabela 4. Do total de 1.400 indivíduos/ha registrados para o trecho avaliado, cerca de 30% (513 indivíduos/ha) pertencem a espécies exóticas. Entre essas, quatro invasoras estão entre as de maior valor de importância na comunidade: *Pittosporum undulatum*, *Pinus* spp., *Hovenia dulcis*, *Archontophoenix* spp. e *Rhus succedanea* (Figura 4).

Na Figura 5, nota-se que *Pittosporum undulatum*, *Hovenia dulcis* e *Archontophoenix* spp. apresentaram populações aparentemente estáveis, com elevado número de indivíduos jovens e presença de adultos já observados em campo em fase reprodutiva. *Pinus* spp. apresentou indivíduos de grande porte, provavelmente remanescentes de antigos plantios, com indivíduos jovens presentes.

Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbustivas e arbóreas inventariadas no córrego do Viveiro, no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo – SP (PAP  $\geq 15$  cm) em ordem decrescente de VI. Ni = número de indivíduos, DA = densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>), DoA = dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), DR = densidade relativa (%), DoR = dominância relativa (%), FR = frequência relativa (%), VI = valor de importância, VC = valor de cobertura.

Table 4. Phytosociological parameters of shrub and tree species recorded in the Viveiro stream, Alberto Löfgren State Park, São Paulo state – SP. The species are ordered by importance value index. Ni = individuals (no), DA = absolute density ( ind.ha<sup>-1</sup>), DoA = absolute dominance (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), DR = relative density (%), DoR = relative dominance (%), FR = relative frequency (%), VI = importance value, VC = coverage value.

Espécies	NI	DA	DoA	DoR	DR	FR	VI	VC
<i>Alchornea sidifolia</i>	235	196	4,93	12,57	15,01	5,41	32,98	27,58
<i>Pittosporum undulatum</i>	253	211	1,94	4,96	16,16	4,99	26,10	21,11
<i>Pinus</i> spp.	89	74	7,22	18,42	5,68	1,25	25,35	24,10
<i>Nectandra barbellata</i>	86	72	2,60	6,64	5,49	4,37	16,50	12,13
<i>Hovenia dulcis</i>	71	59	1,55	3,96	4,53	4,57	13,06	8,49
<i>Archontophoenix</i> spp.	76	63	1,27	3,25	4,85	4,78	12,89	8,11
<i>Guarea macrophylla</i>	87	73	0,86	2,19	5,56	3,33	11,07	7,74
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	36	30	1,48	3,78	2,30	3,74	9,83	6,08

continua  
to be continued

continuação – Tabela 4  
 continuation – Table 4

Espécies	NI	DA	DoA	DoR	DR	FR	VI	VC
<i>Alchornea triplinervia</i>	53	44	0,92	2,34	3,38	3,53	9,26	5,73
<i>Tibouchina pulchra</i>	35	29	1,49	3,79	2,23	2,91	8,94	6,03
<i>Toxicodendron vernicifluum</i>	57	48	0,85	2,18	3,64	2,70	8,52	5,82
<i>Eucalyptus</i> spp.	6	5	2,98	7,60	0,38	0,21	8,19	7,98
<i>Dendropanax cuneatus</i>	25	21	1,21	3,10	1,60	2,91	7,60	4,69
<i>Casearia sylvestris</i>	29	24	0,19	0,49	1,85	2,70	5,04	2,34
<i>Tibouchina granulosa</i>	30	25	0,63	1,61	1,92	0,83	4,36	3,53
<i>Ceiba speciosa</i>	8	7	0,83	2,13	0,51	1,66	4,30	2,64
<i>Euplassa cantareirae</i>	18	15	0,71	1,81	1,15	1,25	4,21	2,96
<i>Cyathea delgadii</i>	27	23	0,16	0,40	1,72	1,87	3,99	2,12
<i>Euterpe edulis</i>	22	18	0,19	0,50	1,40	2,08	3,98	1,90
<i>Myrcia splendens</i>	18	15	0,08	0,20	1,15	2,49	3,84	1,35
<i>Allophylu edulis</i>	19	16	0,10	0,25	1,21	2,08	3,54	1,47
<i>Cupania oblongifolia</i>	25	21	0,17	0,43	1,60	1,46	3,48	2,02
<i>Erythrina speciosa</i>	19	16	0,10	0,26	1,21	1,66	3,14	1,47
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	10	8	0,36	0,93	0,64	1,46	3,02	1,57
<i>Schizolobium parahyba</i>	9	8	0,40	1,02	0,57	1,25	2,84	1,59
<i>Inga vera</i>	6	5	0,56	1,42	0,38	0,42	2,22	1,81
<i>Croton urucurana</i>	7	6	0,44	1,11	0,45	0,62	2,18	1,56
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	10	8	0,19	0,48	0,64	1,04	2,16	1,12
<i>Miconia cabucu</i>	10	8	0,03	0,09	0,64	1,25	1,97	0,73
<i>Luehea divaricata</i>	7	6	0,24	0,62	0,45	0,83	1,90	1,07
<i>Myrsine coriacea</i>	6	5	0,10	0,27	0,38	1,25	1,90	0,65
<i>Dalbergia nigra</i>	6	5	0,16	0,40	0,38	1,04	1,82	0,78
<i>Grevillea robusta</i>	3	3	0,45	1,14	0,19	0,42	1,75	1,33
<i>Joannesia princeps</i>	5	4	0,32	0,81	0,32	0,42	1,54	1,13
<i>Citharexylum myrianthum</i>	4	3	0,25	0,64	0,26	0,42	1,31	0,90
<i>Triplaris americana</i>	3	3	0,30	0,77	0,19	0,21	1,17	0,96
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3	3	0,13	0,33	0,19	0,62	1,15	0,52
<i>Ocotea puberula</i>	5	4	0,06	0,15	0,32	0,62	1,09	0,46
<i>Hymenaea courbaril</i>	3	3	0,09	0,23	0,19	0,62	1,04	0,42
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	4	3	0,06	0,15	0,26	0,62	1,03	0,41
<i>Symplocos falcata</i>	3	3	0,07	0,19	0,19	0,62	1,00	0,38

continua  
to be continued

continuação – Tabela 4  
 continuation – Table 4

Espécies	NI	DA	DoA	DoR	DR	FR	VI	VC
<i>Ficus guaranitica</i>	1	1	0,28	0,70	0,06	0,21	0,98	0,77
<i>Coffea arabica</i>	5	4	0,01	0,03	0,32	0,62	0,97	0,35
<i>Senegalia polyphylla</i>	3	3	0,06	0,15	0,19	0,62	0,97	0,34
<i>Cabralea canjerana</i>	4	3	0,02	0,04	0,26	0,62	0,92	0,30
<i>Eriobotrya japonica</i>	3	3	0,04	0,10	0,19	0,62	0,91	0,29
<i>Schinus terebinthifolius</i>	3	3	0,03	0,08	0,19	0,62	0,89	0,27
<i>Persea americana</i>	4	3	0,07	0,18	0,26	0,42	0,85	0,44
<i>Solanum mauritianum</i>	3	3	0,01	0,03	0,19	0,62	0,85	0,22
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	3	0,01	0,02	0,19	0,62	0,84	0,21
<i>Magnolia champaca</i>	2	2	0,11	0,29	0,13	0,42	0,83	0,42
<i>Pera glabrata</i>	4	3	0,04	0,09	0,26	0,42	0,76	0,35
<i>Cariniana legalis</i>	6	5	0,06	0,16	0,38	0,21	0,75	0,54
<i>Livistona chinensis</i>	2	2	0,07	0,17	0,13	0,42	0,71	0,29
<i>Solanum caavurana</i>	3	3	0,04	0,10	0,19	0,42	0,71	0,29
<i>Cordia trichotoma</i>	2	2	0,06	0,16	0,13	0,42	0,70	0,28
<i>Pterogyne nitens</i>	1	1	0,16	0,41	0,06	0,21	0,68	0,48
<i>Eugenia cambucae</i>	3	3	0,02	0,05	0,19	0,42	0,66	0,24
<i>Rauvolfia sellowii</i>	1	1	0,15	0,38	0,06	0,21	0,65	0,44
<i>Cecropia glaziovii</i>	3	3	0,02	0,04	0,19	0,42	0,65	0,24
<i>Dicksonia sellowiana</i>	3	3	0,01	0,04	0,19	0,42	0,64	0,23
<i>Jacaranda micrantha</i>	1	1	0,15	0,37	0,06	0,21	0,64	0,43
<i>Lafoensia pacari</i>	2	2	0,04	0,10	0,13	0,42	0,64	0,22
<i>Syzygium jambos</i>	3	3	0,01	0,02	0,19	0,42	0,63	0,21
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2	2	0,02	0,06	0,13	0,42	0,60	0,19
<i>Croton floribundus</i>	2	2	0,02	0,05	0,13	0,42	0,59	0,18
<i>Rudgea sessilis</i>	2	2	0,02	0,04	0,13	0,42	0,58	0,17
<i>Sapium glandulosum</i>	2	2	0,01	0,03	0,13	0,42	0,57	0,16
<i>Psychotria suterella</i>	2	2	0,01	0,02	0,13	0,42	0,56	0,15
<i>Boehmeria caudata</i>	2	2	0,01	0,02	0,13	0,42	0,56	0,14
<i>Prunus myrtifolia</i>	2	2	0,00	0,01	0,13	0,42	0,55	0,14
<i>Maytenus evonymoides</i>	2	2	0,00	0,01	0,13	0,42	0,55	0,14
<i>Bathysa australis</i>	3	3	0,06	0,15	0,19	0,21	0,55	0,34
<i>Centrolobium robustum</i>	3	3	0,06	0,14	0,19	0,21	0,54	0,34

continua  
to be continued

continuação – Tabela 4  
 continuation – Table 4

Espécies	NI	DA	DoA	DoR	DR	FR	VI	VC
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1	1	0,10	0,24	0,06	0,21	0,52	0,31
<i>Erythrina verna</i>	1	1	0,09	0,22	0,06	0,21	0,50	0,29
<i>Melia azedarach</i>	1	1	0,06	0,17	0,06	0,21	0,44	0,23
<i>Dracaena fragrans</i>	3	3	0,01	0,02	0,19	0,21	0,42	0,21
<i>Machaerium villosum</i>	2	2	0,03	0,07	0,13	0,21	0,40	0,20
<i>Christiana macrodon</i>	1	1	0,05	0,13	0,06	0,21	0,40	0,19
<i>Mangifera indica</i>	1	1	0,05	0,12	0,06	0,21	0,39	0,18
<i>Piptocarpha axillaris</i>	1	1	0,05	0,12	0,06	0,21	0,39	0,18
<i>Sessea brasiliensis</i>	1	1	0,04	0,11	0,06	0,21	0,39	0,18
<i>Syagrus oleracea</i>	1	1	0,04	0,10	0,06	0,21	0,37	0,16
<i>Annona sylvatica</i>	1	1	0,04	0,10	0,06	0,21	0,37	0,16
<i>Cupania vernalis</i>	2	2	0,01	0,02	0,13	0,21	0,36	0,15
<i>Piptocarpha macropoda</i>	1	1	0,03	0,08	0,06	0,21	0,35	0,14
<i>Jacaranda puberula</i>	1	1	0,03	0,07	0,06	0,21	0,34	0,14
<i>Poincianella pluviosa</i>	1	1	0,02	0,06	0,06	0,21	0,33	0,13
<i>Senna multijuga</i>	1	1	0,02	0,05	0,06	0,21	0,32	0,12
<i>Holocalyx balansae</i>	1	1	0,02	0,05	0,06	0,21	0,32	0,12
<i>Psidium cattleyanum</i>	1	1	0,02	0,05	0,06	0,21	0,32	0,11
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	1	0,02	0,04	0,06	0,21	0,31	0,11
<i>Ficus luschnathiana</i>	1	1	0,01	0,04	0,06	0,21	0,31	0,10
<i>Spathodea campanulata</i>	1	1	0,01	0,04	0,06	0,21	0,31	0,10
<i>Vernonanthura divaricata</i>	1	1	0,01	0,04	0,06	0,21	0,31	0,10
<i>Cassia ferruginea</i>	1	1	0,01	0,03	0,06	0,21	0,30	0,09
<i>Machaerium nyctitans</i>	1	1	0,01	0,02	0,06	0,21	0,29	0,08
<i>Endlicheria paniculata</i>	1	1	0,01	0,02	0,06	0,21	0,29	0,08
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	1	1	0,01	0,02	0,06	0,21	0,29	0,08
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	1	1	0,01	0,01	0,06	0,21	0,28	0,08
<i>Vismia brasiliensis</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,08
<i>Psidium guajava</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,08
<i>Morus nigra</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Heisteria silvianii</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Citrus × limon</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Tabernaemontana cf. hystrix</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07

continua  
to be continued

continuação – Tabela 4  
 continuation – Table 4

Espécies	NI	DA	DoA	DoR	DR	FR	VI	VC
<i>Urera caracasana</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Adenantha pavonina</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Casearia decandra</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Myrsine umbellata</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Camellia sinensis</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Ficus adhatodifolia</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Andira anthelmia</i>	1	1	0,00	0,01	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Myroxylon peruiferum</i>	1	1	0,00	0,00	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Acca sellowiana</i>	1	1	0,00	0,00	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Sloanea hirsuta</i>	1	1	0,00	0,00	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Sloanea guianensis</i>	1	1	0,00	0,00	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Ricinus communis</i>	1	1	0,00	0,00	0,06	0,21	0,28	0,07
<i>Eugenia uniflora</i>	1	1	0,00	0,00	0,06	0,21	0,28	0,07

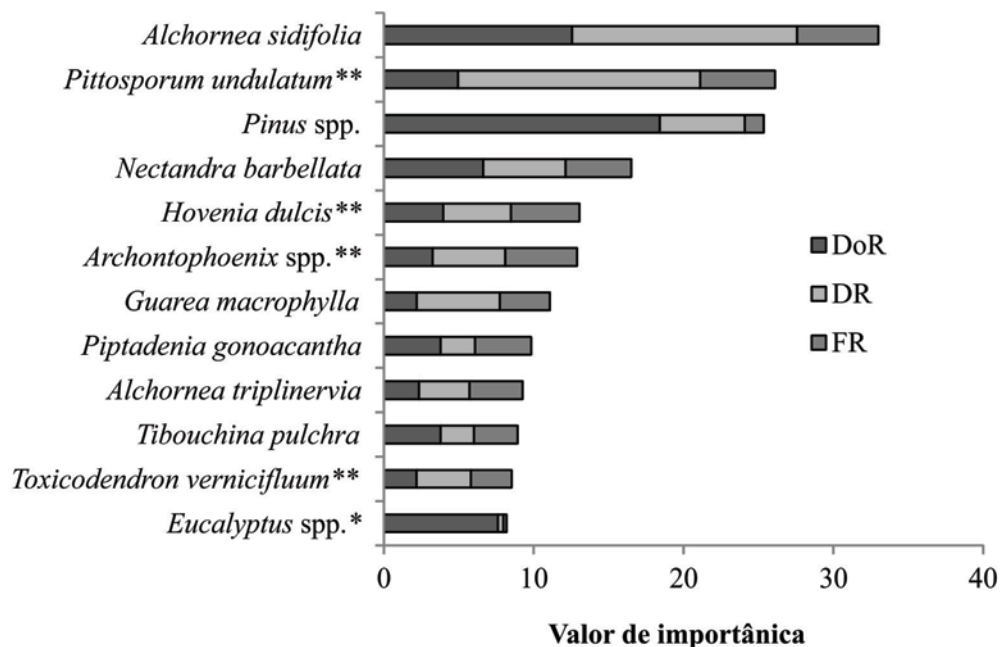


Figura 4. Espécies de maior valor de importância em um trecho de vegetação secundária no córrego do Viveiro, Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo – SP. \*\* Exótica invasora dominante, \* exótica invasora não dominante.

Figure 4. Species with the highest importance values recorded in a patch of secondary vegetation in the Viveiro stream, Alberto Löfgren State Park, São Paulo state – SP. \*\* Dominant invader, \* non dominant invader.



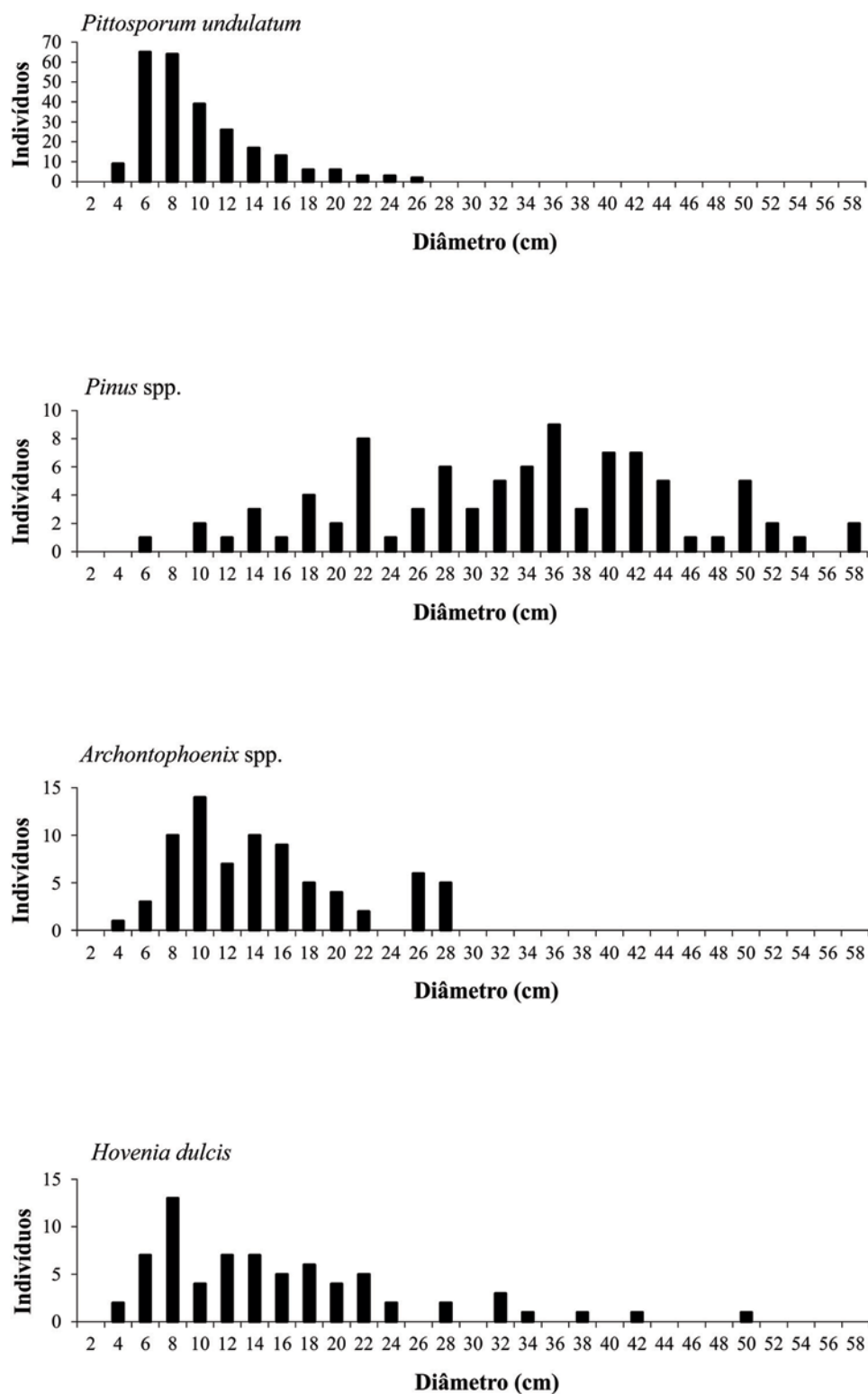


Figura 5. Histograma das populações de espécies exóticas invasoras de maior valor de importância em um trecho de vegetação secundária no córrego do Viveiro, Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo – SP.

Figure 5. Histogram of alien species populations with the highest importance value in the Viveiro stream, Alberto Löfgren State Park, São Paulo state – SP.

#### 4 DISCUSSÃO

A vegetação secundária avaliada no Parque Estadual Alberto Löfgren apresenta espécies nativas endêmicas da Floresta Ombrófila Densa paulista e espécies de distribuição mais ampla e que também estão presentes na Floresta Estacional Semidecidual ou em áreas savânicas. Alguns estudos realizados no Planalto Paulistano obtiveram o mesmo padrão, enfatizando o caráter ecotonal da Serra da Cantareira (Baitello e Aguiar, 1982; Baitello et al., 1992, 1993; Aragaki e Mantovani, 1998; Bernacci et al., 2006; Catharino et al., 2006; Arzolla et al., 2011).

Considerando somente as espécies nativas, as famílias com maior riqueza foram Fabaceae, Euphorbiaceae e Myrtaceae, representando 30% das espécies levantadas. Embora com diferenças no delineamento amostral, essas famílias também estão entre as mais ricas em outros levantamentos realizados em florestas secundárias no Planalto Paulistano: 25% das espécies levantadas no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo (Arzolla et al., 2011); 28% das espécies encontradas em Guarulhos (Gandolfi et al., 1995); 30% na Fazenda Dona Carolina, em Itatiba e Bragança Paulista (Cerqueira et al., 2008) e 34% na Reserva Florestal Morro Grande, em Cotia (Bernacci et al., 2006).

Euphorbiaceae, Malvaceae, Melastomataceae e Urticaceae destacaram-se entre as famílias de maior riqueza na área de estudo, com o predomínio de espécies pioneiras e secundárias iniciais. Do mesmo modo, a baixa representatividade de Lauraceae, que neste estudo representou apenas 3,5% do total de espécies nativas, condiz com a presença de vegetação secundária ainda em fase de consolidação: o número de espécies de Lauraceae tende a aumentar nos estágios mais avançados de sucessão em substituição, principalmente, aos indivíduos de Fabaceae (Arzolla et al., 2011). De fato, estudos realizados em trechos em estágio avançado de sucessão no Parque Estadual da Cantareira, no Núcleo Pinheirinho por Baitello et al. (1993), e no Núcleo Águas Claras por Arzolla (2002), obtiveram Lauraceae entre as mais ricas em espécies, com respectivamente 14,8% e 8,4% das espécies encontradas.

A relação entre o avanço sucessional e o aumento na proporção de espécies zoocóricas foi observada em vários estudos (Tabarelli e Peres, 2002; Liebsch et al., 2008; Nascimento et al., 2014).

No PEAL a síndrome de dispersão zoocórica foi a mais relevante (60% das espécies), mas a proporção obtida foi inferior à verificada em outras florestas da região metropolitana de São Paulo, que variou de 69% na Serra do Japi (Morelatto e Leitão-Filho, 1992) até 90% das espécies na Reserva Florestal do Morro Grande (Alves e Metzger, 2006). Embora o abandono dos tratos silviculturais do PEAL tenha ocorrido há aproximadamente 58 anos, esse período não foi suficiente para chegar próximo de 80% de espécies zoocóricas, valor esperado para uma floresta ombrófila com 65 anos pelo modelo sugerido por Liebsch et al. (2008). Os mesmos autores apontam a ausência de remanescentes florestais próximos à área degradada como um dos principais fatores limitantes para a restauração, o que não ocorre no PEAL, em decorrência de sua vizinhança com o Parque Estadual da Cantareira. Silva (2015) constatou que áreas restauradas em estágio inicial (5-7 anos) constituem ambientes inóspitos à fauna frugívora mais especializada da Floresta Ombrófila Densa, mesmo na presença de fragmentos bem conservados no entorno (até 200 metros). O autor atribuiu essa exclusão possivelmente a fatores relacionados à estrutura da vegetação, como um dossel pouco contínuo, um subosque ainda ausente e a presença de muitas gramíneas exóticas, o que pode conferir à vegetação um perfil ainda não florestal para a fauna.

A presença de espécies exóticas foi apontada por Nascimento et al. (2014) como um dos fatores que alteram a sucessão natural. As referidas espécies são capazes de dominar o dossel da floresta, especialmente em paisagens altamente perturbadas (Lugo, 2002; Franklin, 2007), resultando em uma floresta secundária com características bastante diferentes da vegetação original (Nascimento et al., 2014). De fato, espécies exóticas invasoras foram registradas entre as espécies de maior valor de importância no PEAL, o que pode comprometer o estabelecimento das espécies tardias no local, sejam de dossel ou de subosque. Estudos em andamento já apontam, por exemplo, a relação negativa entre a densidade de palmeiras exóticas invasoras e a riqueza, abundância e diversidade de aves de subosque no PEAL (Campagnoli e Antunes, 2015).

Mesmo tratando de vegetação secundária, com o predomínio de espécies de estágios iniciais de regeneração, a existência de espécies ameaçadas de extinção no Parque Estadual Alberto Löfgren destaca a importância biológica das florestas urbanas para a conservação da biodiversidade, como bem demonstrado por Pougy et al. (2014) para o Parque Nacional da Tijuca, floresta em área urbana na cidade do Rio de Janeiro. O registro de *Rudgea sessilis*, considerada “presumivelmente extinta” na natureza pela lista de espécies ameaçadas de São Paulo (Mamede et al., 2007), corrobora este fato. Existem apenas 17 registros de coleta dessa espécie no Estado de São Paulo (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – INCT, 2015), no entanto, apenas quatro destes têm menos de dez anos, tendo sido encontradas na Serra da Bocaina (Estação Ecológica do Bananal) e na Serra da Mantiqueira (Município de Piquete), portanto em áreas relativamente distantes da Serra da Cantareira.

Qualquer ação de manejo das áreas com vegetação secundária no PEAL deverá considerar a presença das espécies ameaçadas de extinção já existentes, prevendo ações que promovam a conservação e visem ao incremento de suas populações. No entanto, vale ressaltar que muitas espécies estão atualmente ameaçadas não somente pela baixa abundância local, mas também devido à sua distribuição geográfica restrita, presença em habitats únicos ou por causa de um sinergismo entre estas variáveis (Caiafa e Martins, 2010).

No entanto, dentre as espécies ameaçadas registradas no PEAL, também foram encontradas espécies exóticas. Tais espécies, nativas em outras formações ou localidades distantes da Serra da Cantareira, foram introduzidas no PEAL ou por meio do descarte de sementes em áreas inapropriadas, ou por meio do cultivo de indivíduos dessas espécies nos arboretos.

O histórico de ocupação do solo do PEAL teve início como Jardim Botânico, focado no plantio com fins experimentais de espécies exóticas, conforme relatado na descrição da área de estudo. Além da silvicultura de espécies nativas e exóticas, o Laboratório de Sementes do Instituto Florestal iniciou pesquisas com espécies nativas na década de 1980,

envolvendo cerca de 200 espécies de ocorrência no Estado de São Paulo. Associada à produção de sementes, também foram desenvolvidas pesquisas na produção de mudas dessas espécies florestais, realizadas no Viveiro do Instituto Florestal, localizado no interior da microbacia em estudo (Yamazoe e Villas Boas, 2003). No entanto, apesar de nativas no Estado de São Paulo, muitas dessas espécies pesquisadas eram exóticas à vegetação natural da Serra da Cantareira, como é o caso das típicas de Floresta Estacional Semidecidual ou de Savana, encontradas neste estudo. O descarte de sementes e mudas de material de pesquisa foi realizado de maneira imprópria, juntamente com o material proveniente da manutenção das áreas verdes antropizadas do PEAL, em área próxima à vegetação secundária analisada. A partir desse local, esses propágulos podem ter sido dispersos pela fauna ou mesmo por ação da água da chuva, já que a área de descarte se encontra na área de captação de água do córrego do Viveiro. Felizmente, há cerca de cinco anos, o descarte de material de sementes e mudas não é mais realizado no local.

Constatada a presença, são necessários estudos complementares para as espécies exóticas consideradas invasoras não dominantes no PEAL, a fim de investigar se estas populações estão ou não em um período de latência, definido como aquele tempo necessário para que uma espécie, sob determinadas condições, se adapte ao novo ambiente, passe a se reproduzir e a se disseminar (Groves, 2006).

Atenção prioritária deve ser dada para aquelas exóticas também presentes na lista de espécies ameaçadas do Estado de São Paulo. Certamente, estudos sobre a autoecologia dessas populações poderão embasar a permanência ou não dessas espécies na lista, já que, aparentemente, tais espécies são capazes de formar populações autosustentáveis mesmo fora de seu habitat natural. Como critério para se admitir que uma planta exótica invadiu um ambiente, pode-se considerar sua capacidade de se estabelecer a distâncias maiores que 100 m da área fonte, em período menor que 50 anos, com produção de descendentes férteis (Richardson et al., 2000).

Já com relação às espécies classificadas como exóticas invasoras dominantes no PEAL, não há dúvida de que estas já se adaptaram ao local onde foram introduzidas e superaram barreiras reprodutivas e de dispersão. No Plano de Manejo do Parque Estadual “Alberto Löfgren” (Arzolla, 2012), foi dado destaque para a presença de espécies exóticas invasoras no seu interior, com o agravante da dispersão de propágulos de suas populações para o interior das florestas naturais da Serra da Cantareira. Nesse contexto, as espécies exóticas invasoras dominantes listadas para o PEAL (Tabela 2) são as que devem ser priorizadas nos programas de manejo, visando ao seu controle e/ou erradicação.

Deve-se considerar que a invasão biológica, por meio da competição, pode interferir diretamente na estrutura da vegetação nativa. Espécies exóticas invasoras tendem a aumentar exponencialmente sua população em um curto período de tempo e, frequentemente, só são percebidas quando causam danos, muitas vezes irreversíveis (Ziller e Dechoum, 2013).

Das espécies exóticas provenientes de outros países, encontradas na área de estudo, existem registros que comprovam o plantio em talhões na área em questão com fins científicos, principalmente silviculturais, de *Eucalyptus* spp. e *Grevillea robusta* na primeira metade do século XX (Croqui do Horto Florestal em 1932, apud Arzolla, 2012), e para estas não há registro de populações invadindo e dominando áreas naturais do PEAL. Já *Camelia chinensis*, *Hovenia dulcis*, *Melia azedarach*, *Rhus succedanea*, *Pinus* spp. e *Pittosporum undulatum* foram introduzidas nos demais arboretos do PEAL e se dispersaram por toda a UC, com registros da ocorrência espontânea das referidas espécies nas florestas do Parque Estadual da Cantareira (Arzolla, 2012).

*Coffea arabica* já era cultivada nas terras que foram desapropriadas e posteriormente originaram o PEAL e, segundo o Plano de Manejo da referida unidade, está ocorrendo um processo lento de invasão do subosque da floresta pelas plantas de café, pois os frutos são consumidos pela fauna e facilmente dispersos pelo interior da floresta, onde então conseguem germinar e se estabelecer (Arzolla, 2012). O referido processo é frequente no interior de fragmentos florestais situados em fazendas cafeeiras (Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental – Hórus, 2015).

Algumas das espécies exóticas encontradas foram plantadas com fins ornamentais, como *Adenanthera pavonina*, *Archontophoenix* spp., *Dracaena fragrans*, *Livistona chinensis*, *Magnolia champaca*, *Malvaviscus arboreus* e *Spathodea campanulata*. O descarte de material proveniente da manutenção das áreas verdes do PEAL, conforme relatado, pode ter contribuído para a propagação das referidas espécies. Há também espécies exóticas invasoras, que se dispersaram via fauna e/ou via antrópica como, *Citrus x limon*, *Eriobotrya japonica*, *Mangifera indica*, *Morus nigra*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Syzygium jambos* e *Ricinus communis*.

Durigan et al. (2013) recomendam que nas ações de manejo sejam priorizadas as exóticas consideradas invasoras dominantes. Entre as registradas nessa categoria, no PEAL, destaca-se *Pittosporum undulatum*. Essa espécie é nativa da faixa costeira e montanhas do sudoeste da Austrália e considerada invasora em vários países, como Espanha (Paiva, 1997), Portugal (Marchante et al., 2008) e Jamaica (Goodland e Healey, 1997; Bellingham et al., 2005).

No PEAL, *Pittosporum undulatum* ocupou o segundo maior valor de importância na estrutura da comunidade e, aparentemente, possui população estável na área, com abundância de indivíduos jovens e muitos adultos em fase reprodutiva. A espécie forma aglomerados densos, é extremamente alelopática, possui grande capacidade de atrair polinizadores e alta produção de frutos e sementes, dispersos geralmente por pássaros: o conjunto dessas características lhe confere vantagem competitiva em relação às nativas (Gleadow e Ashton, 1981; Binggeli e Goodland, 1997; Weber, 2003; Lake e Leishman, 2004; Carpanezzi e Gualtieri, 2014). Portanto, *Pittosporum undulatum* afeta o desenvolvimento de outras espécies, seja pelo seu adensamento, seja por inibir a germinação de outras, ou por diminuir a disponibilidade de polinizadores para as espécies nativas. O tronco não abriga plantas epífitas, diminuindo a diversidade destas no ambiente invadido (Goodland e Healey, 1997). No Brasil, resultados semelhantes de invasão por *Pittosporum undulatum* foram observados no Estado de São Paulo na Reserva Florestal do Morro Grande em Cotia (Metzger et al., 2008), e em fragmentos florestais em Embu (Franco et al., 2007).

No Paraná, Sipinski et al. (2009) verificou que *P. undulatum* está entre as principais espécies invasoras que impactam negativamente a Floresta Ombófila Mista. Segundo o Instituto Hórus (2015), essa planta provoca a perda de áreas florestais naturais porque impede a regeneração natural e exerce total dominância sobre o ambiente invadido.

O gênero *Pinus* foi o segundo, entre as exóticas, com maior valor de importância. Também nos arboretos do PEAL há talhões com algumas espécies desse gênero. A invasão de ecossistemas naturais por *Pinus* já foi registrada em várias unidades de conservação paulistas, sempre em formações campestres ou savânicas, como no Núcleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar (Garcia e Pirani, 2005), na Estação Ecológica de Santa Bárbara (Meira-Neto et al., 2007) e na Estação Ecológica de Paranapanema (Cielo-Filho et al., 2009), confirmando sua condição de espécie exótica invasora dominante. Portanto, a invasão por espécies do gênero *Pinus* é favorecida em ambientes mais abertos, pois são consideradas tipicamente pioneiras e se estabelecem onde há alta intensidade de luz (Eckenwalder, 2008). De fato, a invasão por espécies de *Pinus* em áreas abertas foi comprovada em diversos estudos (Seitz et al., 1983; Ziller, 2000; Bechara et al., 2014; Zanchetta e Diniz, 2006).

Nesse contexto, o avanço sucessional dos trechos de vegetação secundária do PEAL pode interromper o ciclo de invasão por *Pinus*, já que a área se encontra em domínio florestal. Um indício de que a população dessa invasora parece não estar aumentando é a redução do número de indivíduos jovens, revelado pelo histograma elaborado para o PEAL. No entanto, mesmo os indivíduos ainda existentes podem ser prejudiciais à sucessão, pois alguns autores propõem que as acículas de *Pinus* apresentam efeitos alelopáticos, inibindo a germinação e/ou estabelecimento de outras espécies (Ferreira e Aquila, 2000).

Quanto às palmeiras exóticas levantadas neste trabalho, todas foram consideradas invasoras dominantes: *Livistona chinensis* (palmeira-leque), *Archontophoenix cunninghamiana* (palmeira-australiana) e *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real) já são alvo de inventários no PEAL, que têm como objetivo final o manejo destas espécies. A distinção das duas espécies de *Archontophoenix* é muito difícil, podendo mesmo ocorrer hibridação entre as duas.

A invasão por *A. cunninghamiana* já foi relatada no fragmento da Reserva Florestal da Cidade Universitária “Armando Salles de Oliveira” – CUASO, ocupando o subosque desta área de floresta secundária, com alta capacidade de desenvolvimento em áreas de sombreamento e de vegetação mais preservada (Dislich, 2002; Dislich et al., 2002; Christianini, 2006; Petenon, 2006), comprometendo áreas prioritárias para a preservação da floresta nativa e de interesse ecológico. Além da CUASO, *A. cunninghamiana* também foi registrada como exótica invasora em outras unidades de conservação de proteção integral paulistas, sendo estas o Parque Estadual da Cantareira (Arzolla, 2009), o Parque Estadual do Jaraguá (Souza et al., 2009) e o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (Pivello e Peccinini, 2002; Azevedo, 2009).

Considerando o elevado grau de invasão biológica do PEAL, a melhor estratégia é a prevenção. A introdução de espécies alóctones deve ser evitada, pois há sempre a possibilidade de escape para ambientes naturais e a associação com dispersores generalistas (aves); considerando a inexistência de predadores específicos, ocasionando elevadas taxas de dispersão (Christianini, 2006). No caso do PEAL, o monitoramento das espécies exóticas invasoras é fundamental para a implantação de um programa de erradicação dessas populações. Conforme orientação do Plano de Manejo do PEAL, novos arboretos devem utilizar somente espécies nativas de ocorrência nas formações vegetais da Serra da Cantareira.

Com relação às espécies exóticas invasoras já existentes no PEAL, o destino adequado para resíduos de capina, roçada e poda das áreas antropizadas do Parque também é essencial para evitar a dispersão de propágulos de plantas ornamentais invasoras. Além dessa medida de curto prazo, projetos experimentais que visem ao controle ou à erradicação dessas populações devem ser prioritários. Este estudo demonstrou que o avanço sucessional das florestas secundárias poderá ser comprometido se ações de manejo adaptativo não forem implementadas. Exóticas invasoras dominantes ocupam posições de destaque na estrutura da comunidade de florestas secundárias, em detrimento de espécies nativas, mesmo após cerca de 50 anos de abandono para regeneração natural (Wasjutin, 1950).

A fim de evitar o agravamento do processo de invasão biológica pelas espécies exóticas invasoras, recomenda-se a adoção de um programa integrado que contemple o controle das exóticas e o enriquecimento com espécies nativas regionais das florestas secundárias do PEAL, permitindo assim o avanço sucessional com menor impacto à fauna residente ou transiente. Merecem atenção programas de pesquisa com foco em possíveis filtros ecológicos, que estejam atuando no estabelecimento de regenerantes no subosque, frente à baixa riqueza e abundância de espécies clímax na comunidade avaliada.

Por fim, a despeito do grau de conservação da vegetação e das fortes pressões antrópicas a que está submetido, comprovou-se que o Parque Estadual Alberto Löfgren exerce papel importante na conservação da flora da região metropolitana de São Paulo, sobretudo como uma zona de amortecimento na parte sudeste do Parque Estadual da Cantareira. No entanto, sem o controle das exóticas invasoras dominantes ali existentes, o PEAL continuará a ser a fonte de propágulos indesejáveis para o interior das florestas naturais da Serra da Cantareira, replicando o mesmo processo de invasão biológica já apontado em outras unidades de conservação.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao curador do Herbário Dom Bento José Pickel-SPSF, João Batista Baitello. À estagiária Aline Guedes Torriço Lima, pelo auxílio na fase inicial do trabalho. Aos pesquisadores João Batista Baitello (Lauraceae) e Osny Tadeu de Aguiar (Myrtaceae), pelo auxílio na identificação dos materiais botânicos e sugestões. Ao pesquisador João Batista Baitello, pela disponibilização do material histórico de registro dos plantios no Parque Estadual Alberto Löfgren. Aos revisores anônimos que colaboraram para o aprimoramento do texto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L.F.; METZGER, J.P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotrop.**, v. 6, n. 2, p. 3-13, 2006.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Bot. J. Linn. Soc.**, v. 161, p. 105-121, 2009.
- ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Caracterização do clima e da vegetação de remanescente florestal do Planalto Paulistano (SP). In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia-SP. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1998. p. 25-36. (Publicação ACIESP, v. 104).
- ARZOLLA, F.A.R.D.P. **Florística e fitossociologia de um trecho da Serra da Cantareira, Núcleo Águas Claras, Parque Estadual da Cantareira, Mairiporã-SP**. 2002. 184 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- \_\_\_\_\_. (Coord.). Meio Biótico. In: SÃO PAULO. (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Cantareira**. São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 109-141. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/PECantareira/Plano%20de%20Manejo/Plano%20de%20Manejo%20Completo.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2014.
- \_\_\_\_\_. et al. Regeneração natural em clareiras de origem antrópica na Serra da Cantareira, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 22, n. 1, p. 155-169, 2010.
- \_\_\_\_\_. et al. Composição florística e a conservação de florestas secundárias na Serra da Cantareira, São Paulo, Brasil. **Rev. Inst. Flor.**, v. 23, n. 1, p. 149-171, 2011.
- \_\_\_\_\_. (Coord.). Meio Biótico. In: SÃO PAULO. Governo do Estado. Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Parque Estadual Alberto Löfgren – Plano de Manejo**. São Paulo: Instituto Florestal, 2012. p. 111-143.
- AZEVEDO, C. (Coord.). **Estratégia paulista sobre espécies exóticas invasoras**. Relatório do Grupo de Trabalho da Resolução SMA 33/2009. São Paulo: SMA/SP – CBRN/DPB/CPA, 2009. v. 1 e 2.
- BAITELLO, J.B.; AGUIAR, O.T. Flora arbórea da Serra da Cantareira (São Paulo). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos de Jordão. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 582-590. (**Silvic. S. Paulo**, v. 16A, 1982, pt. 1, Edição especial).



BAITELLO, J.B. et al. Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um trecho da Serra da Cantareira (Núcleo Pinheirinho) – SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 291-297. (**Rev. Inst. Flor.**, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).

\_\_\_\_\_. et al. Estrutura fitossociológica da vegetação arbórea da Serra da Cantareira (SP) – Núcleo Pinheirinho. **Rev. Inst. Flor.**, v. 5, n. 2, p. 133-161, 1993.

BARRETTO, E.H.P. **Florestas climácicas da região metropolitana de São Paulo-SP**: caracterização florística, estrutural e relações fitogeográficas. 2013. 157 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.

BATISTA, J.L.F.; COUTO, H.T.Z.; SILVA FILHO, D.F. Medidas arbustimétricas. In: BATISTA, J.L.F.; COUTO, H.T.Z.; SILVA FILHO, D.F. **Quantificação de recursos florestais**: árvores, arvoredos e florestas. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. p. 173-196.

BECHARA, F.C.; REIS, A.; TRENTIN, B.E. Invasão biológica de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 63-72, 2014.

BELLINGHAM, P.J.; TANNER, E.V.J.; HEALEY, J.R. Hurricane disturbance accelerates invasion by the alien tree *Pittosporum undulatum* in Jamaican montane rain forests. **J. Veg. Sci.**, v. 16, p. 675-684, 2005.

BERNACCI, L.C. et al. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da Reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP). **Rev. Inst. Flor.**, v. 18, p. 121-166, 2006.

BINGGELI, P.; GOODLAND, T. *Pittosporum undulatum*. **Woody Plant Ecology**. Summary: Good overview of general information on *P. undulatum*. Useful as a quick summary. 1997. Disponível em: <<http://members.lycos.co.uk/WoodyPlantEcology/docs/web-sp15.htm>>. Acesso em: 5 maio 2015.

BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 432 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista oficial de espécies brasileiras ameaçadas de extinção**. Portaria nº 443, de 17/dez/2014, do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144>>. Acesso em: 28 jan. 2015.

CAIAFA, A.N.; MARTINS, F.R. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodivers. Conserv.**, v. 19, p. 2597-2618, 2010.

CAMPAGNOLI, M.L.; ANTUNES, A.Z. Impact of density of invasive exotic palms on forest understory birds in Southeastern Brazil. In: NEOTROPICAL ORNITHOLOGICAL CONGRESS, X; CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 22., 2015, Manaus. **Anais...** Manaus, 2015. p. 107. Disponível em: <[http://noc-cbo2015.com.br/wp-content/uploads/2012/07/NOC-CBO-2015-Abstract-Book\\_website.pdf](http://noc-cbo2015.com.br/wp-content/uploads/2012/07/NOC-CBO-2015-Abstract-Book_website.pdf)> Acesso em: 25 jan. 2015.

CARPANEZZI, F.B.; GUALTIERI, S.C.J. Alelopatia de extratos aquosos foliares da exótica invasora *Pittosporum undulatum* na germinação e crescimento do capim-arroz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 79, p. 173-179, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110495/1/alelopatia.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

CATHARINO, E.L.M. et al. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota neotrop.**, v. 6, n. 2, p. 1-28, 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00306022006>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

\_\_\_\_\_.; ARAGAKI, S.A. A vegetação do município de São Paulo: de Piratininga à metrópole paulistana. In: MALAGOLI, L.R.; BAJESTEIRO, F.B.; WHATELY, M. (Org.). **Além do concreto**: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. p. 54-89.

CERQUEIRA, R.M.; GIL, A.S.B.; MEIRELES, L.D. Florística das espécies arbóreas de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecídica Montana na fazenda Dona Carolina (Itatiba/Bragança Paulista, São Paulo, Brasil). **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, n. 1, p. 33-49, 2008.

CHRISTIANINI, A. Fecundidade, dispersão e predação de sementes de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude, uma palmeira invasora da Mata Atlântica. **Rev. Bras. Bot.**, v. 29, p. 587-594, 2006.

CIELO-FILHO, R. et al. Ampliando a densidade de coletas botânicas na região da bacia hidrográfica do Alto Paranapanema: caracterização florística da Floresta Estadual e da Estação Ecológica de Paranapanema. **Biota Neotrop.**, v. 9, n. 3, p. 255-276, 2009.

CORLETT, R. Tropical secondary forests. **Progress in Physical Geography**, v. 19, p. 159-172, 1995.

DING, Y. et al. Recovery of woody plant diversity in tropical rain forests in southern China after logging and shifting cultivation. **Biol. Conserv.**, v. 145, p. 225-233, 2012.

DISLICH, R. **Análise da vegetação arbórea e conservação na Reserva Florestal da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”, São Paulo, SP.** 2002. 251 f. Tese (Doutorado em Ciências, área de Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo..

\_\_\_\_\_.; CERSÓSIMO, L.; MANTOVANI, W. Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulistano – SP. **Rev. Bras. Bot.**, v. 24, n. 3, p. 321-332, 2001.

\_\_\_\_\_.; KISSER, N.; PIVELLO, V.R. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude. **Rev. Bras. Bot.**, v. 25, n. 1, p. 55-64, 2002.

DURIGAN, G. et al. Control of invasive plants: ecological and socioeconomic criteria for the decision making process. **Nat. Conserv.**, v. 11, n. 1, p. 23-30, 2013.

ECKENWALDER, J.E. **Conifers of the world.** Portland: Timber, 2008, 720 p. Disponível em: <fb/index.php/pfb/article/view/599/368>. Acesso em: 24 out. 2015.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e métodos em fitossociologia.** Brasília, DF: Universidade de Brasília; Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p.

FERREIRA A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 12, p. 175-204, 2000.

FLORA do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 16 jun. 2015.

FRANCO, G.A.D.C. et al. Importância dos remanescentes florestais de Embu – SP para a conservação da flora regional. **Biota Neotrop.**, v. 7, n. 3, 2007. Disponível em: <biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn02507032007>. Acesso em: 15 maio 2015.

FRANKLIN, J. Recovery from clearing, cyclone and fire in rain forests of Tonga, South Pacific: vegetation dynamics 1995-2005. **Austral Ecol.**, v. 32, p. 789-797, 2007.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP.** 1991. 232 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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

\_\_\_\_\_.; LEITÃO FILHO, H.F.; BEZERRA, C.L. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Rev. Bras. Biol.**, v. 55, p. 753-767, 1995.

\_\_\_\_\_. et al. Restauração ecológica de florestas tropicais: estágio atual. In: BARBOSA, L.M. (Coord.). **Restauração ecológica: novos rumos e perspectivas: VI simpósio de restauração ecológica.** São Paulo: Instituto de Botânica, 2015. p. 13-22.

GARCIA, R.J.F.; PIRANI, J.R. Análise florística, ecológica e fitogeográfica do Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar (São Paulo, SP), com ênfase nos campos junto à crista da Serra do Mar. **Hoehnea**, v. 32, n. 1, p. 1-48, 2005.

GLEADOW, R.M.; ASHTON, D.H. Invasion by *Pittosporum undulatum* of the Forests of Central Victoria. I. Invasion patterns and plant morphology. **Austr. J. Bot.**, v. 29, p. 705-720, 1981.

- GOODLAND, T.; HEALEY, J.R. **The effect of *Pittosporum undulatum* on the native vegetation of the Blue Mountains of Jamaica.** Report by the Invasive Woody Plants in the Tropics Research Group. Bangor: School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, 1997. Disponível em: <[www.bangor.ac.uk/wafs101/iwpt/welcome.shtml](http://www.bangor.ac.uk/wafs101/iwpt/welcome.shtml)>. Acesso em: 28 mar. 2015.
- GROMBONE, M.T. et al. Estrutura fitossociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia – Estado de São Paulo). **Acta Bot. Bras.**, v. 4, n. 2, p. 47-64, 1990.
- GROVES, R.H. Are some weeds sleeping? Some concepts and reasons. **Euphytica**, v. 148, n. 1, p. 111-120, 2006.
- GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecol. Manag.**, v. 148, p. 185-206, 2001.
- HARPER, K.A. et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conserv. Biol.**, v. 19, p. 68-782, 2005.
- HOLL, K.D. et al. Tropical Montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restor. Ecol.**, v. 8, p. 339-349, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro, 2012. 271 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 1).
- INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL; THE NATURE CONSERVANCY. *Coffea arabica*. 2015. Disponível em: <[http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/coffea\\_arabica.htm](http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/coffea_arabica.htm)> Acesso em: 4 fev. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – INCT. Herbário Virtual da Flora e dos Fungos. Disponível em: <<http://inct.splink.org.br>>. Acesso em: 21 jun. 2015.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. **Lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza.** Disponível em: <<http://iucnredlist.org>>. Acesso em: 25 fev. 2015.
- INVASIVE SPECIES COMPENDIUM – CABI. Datasheets, maps, images, abstracts and full text on invasive species of the world. Wallingford: CAB International. Disponível em: <[www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc)>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- INVASIVES INFORMATION NETWORK – I3N BRASIL. **Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras.** Florianópolis: Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Disponível: <<http://i3n.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 16 jun. 2015.
- IVANAUSKAS, N.M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R.R. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Ecology**, v. 1, n. 4, p. 71-81, 2000.
- LAKE, J.C.; LEISHMAN, M.R. Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. **Biol. Conserv.**, v. 117, p. 215-226, 2004.
- LARKIN, C.C. et al. Disturbance type and plant successional communities in Bahamian Dry Forests. **Biotropica**, v. 44, p. 10-18, 2012.
- LAURANCE, W.F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conserv. Biol.**, v. 16, p. 605-618, 2002.
- LIEBSCH, D.; MARQUES, C.M.; GOLDENBERG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession, **Biol. Conserv.**, v. 141, p. 1717-1725, 2008.
- LOCKWOOD, L.; HOOPES, M.F.; MARCHETTI, M.P. **Invasion ecology.** Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 301 p.
- LONG, W.; YANG X.; LI, D. Patterns of species diversity and soil nutrients along a chronosequence of vegetation recovery in Hainan Island, South China. **Ecological Research**, v. 27, p. 561-568, 2012.
- LUGO, A.E. Can we manage tropical landscapes? – an answer from the Caribbean perspective. **Landscape Ecology**, v. 17, p. 601-615, 2002.

- MAGLIO, I. Uma abordagem ambiental na elaboração do plano diretor: lições aprendidas no plano diretor estratégico de São Paulo – PDE 2002-2012. In: CAMINHOS do Rio Tietê: perspectivas ambientais para os rios de Suzano. Suzano: Prefeitura Municipal de Suzano; Secretaria Municipal de Política Urbana, 2005. p. 34-39.
- MAMEDE, M.C.H. et al. **Livro vermelho das espécies vegetais ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2007. 165 p.
- MARCHANTE, E.; FREITAS, H.; MARCHANTE, H. **Guia prático para a identificação de plantas invasoras de Portugal continental**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2008. 183 p.
- MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.
- MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1991. 246 p.
- MEIRA-NETO, J.A.A. et al. Composição florística e espectro biológico na Estação Ecológica de Santa Bárbara, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 907-922, 2007.
- METZGER, J.P. et al. Características ecológicas e implicações para a conservação da Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotrop.**, v. 6, p.1-13, 2008. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn01006022006>>. Acesso em: 15 maio 2015.
- MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L.P.C. (Org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP; FAPESP, 1992. p. 112-140.
- MORO, M.F. et al. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? **Acta Bot. Bras.**, v. 26, n. 4, p. 991-999, 2012.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.
- NALON, M.A. et al. **Sistema de informações florestais do Estado de São Paulo: base de dados georeferenciadas**. 2010. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/creditos>>. Acesso: 28 jan. 2015.
- NASCIMENTO, L.M. et al. Secondary succession in a fragmented Atlantic Forest landscape: evidence of structural and diversity convergence along a chronosequence. **Journal of Forest Research**, v. 19, p. 501-513, 2014.
- PAIVA, P. *Pittosporum*. In: CASTROVIEJO, S. (Ed.). **Flora Iberica** – plantas vasculares de la Península Ibérica e islas Baleares. v. 5 Ebenaceae – Saxifragaceae. Madrid: Real Jardín Botánico, 1997. p. 1-73.
- PETENON, D. **1. Plantas invasoras nos trópicos: esperando a atenção mundial? 2. Abundância de sementes da palmeira invasora *Archontophoenix* cf. *cunninghamiana* na chuva e banco de sementes em um fragmento florestal em São Paulo, SP**. 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PICKETT, S.T.A.; COLLINS, S.L.; ARMESTO, J.J. Models, mechanisms and pathways of succession. **Botanical Review**, v. 53, p. 335-371, 1987.
- PIELOU, E.C. **Introduction to mathematical ecology**. New York: Wiley-Interscience, 1966. 165 p.
- PIJL, A. van der. **Principles of dispersal in higher plants**. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 214 p.
- PIVELLO, V.R.; PECCININI, A.A. A vegetação do PEFI. In: BICUDO, C.E.M.; FORTI, M.C.; BICUDO, D.C. (Org.). **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: uma reserva Biológica na cidade de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2002. p. 111-132.
- POUGY, N. et al. Urban forests and the conservation of threatened plant species: the case of the Tijuca National Park, Brazil. **Nat. Conservação**, v. 12, n. 2, p. 170-173, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ncon.2014.09.007>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

- RIBEIRO, M.C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.
- RICHARDSON, D.M. et al. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, v. 6, p. 93-107, 2000.
- ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH/USP; IPT; FAPESP, 1997. (Mapas e Relatório).
- SEITZ, R.A. et al. A regeneração natural de *Pinus elliottii* em área de campo. In: SIMPÓSIO SOBRE FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa: MaB: UNESCO: IUFRO, 1983. p. 48-51.
- SHEPHERD, G.J. **FITOPAC 1: manual do usuário**. Campinas: Departamento de Botânica; Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1995. 115 p.
- SILVA, W.R. A fauna de vertebrados como um aliado na restauração. In: BARBOSA, L.M. (Coord.). **Restauração ecológica: novos rumos e perspectivas: VI Simpósio de Restauração Ecológica**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2015. p. 151-156.
- SIPINSKI, E.A.B. et al. (Org.). **Um jeito de cuidar da biodiversidade de Curitiba**. Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba; Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental, 2009. (Cartilha 4).
- SPIEGEL, M.R. **Estatística**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976. 580 p.
- SOUZA, F.M. et al. Flora arbustivo-arbórea do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo – SP. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 2, p. 187-200, 2009. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n2/en/abstract?inventory+bn00909022009>>. Acesso em: 5 maio 2015.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. 768 p.
- TABARELLI, M.; PERES, C.A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biol. Conserv.**, v. 106, p. 165-176, 2002.
- UHL, C. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. **Journal of Ecology**, v. 75, p. 377-407, 1987.
- WANDERLEY, M.G.L. et al. Checklist das Spermatophyta do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotrop.**, v. 11, p. 193-390, 2011.
- WEBER, E. **Invasive plants of the world**. Wallingford: CABI Publishing, 2003. 548 p.
- YAMAZOE, G.; VILLAS BOAS, O. **Manual de pequenos viveiros florestais**. São Paulo: Páginas & Letras, 2003. 120 p.
- ZANCHETTA, D.; DINIZ, F. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina - SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 18, p. 1-14, 2006.
- ZANINI, K.J. et al. Atlantic rain forest recovery: successional drivers of floristic and structural patterns of secondary forest in Southern Brazil. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, n. 4, p. 1056-1068, 2014.
- ZENNI, R.D.; ZILLER, S.R. An overview of invasive plants in Brazil. **Rev. Bras. Bot.**, v. 34, n. 3, p. 431-446, 2011.
- ZILLER, S.R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Revista Ciência Hoje**, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2000.
- \_\_\_\_\_.; DECHOUM, M.S. Plantas e vertebrados exóticos invasores em Unidades de Conservação no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 4-31, 2013.
- ZWIENER, V. et al. Disentangling the effects of facilitation on restoration of the Atlantic Forest. **Basic and Applied Ecology**, v. 15, p. 34-41, 2014.



**COBERTURA DE LIANAS NO DOSSEL FLORESTAL E SEUS EFEITOS  
SOBRE A REGENERAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS<sup>1</sup>**

**LIANA'S COVERTURE IN THE FOREST CANOPY AND ITS EFFECTS  
ON REGENERATION OF TREE SPECIES**

Marcele Almeida da SILVA<sup>2</sup>;  
Mariane Martins RODRIGUES<sup>2</sup>; Ciro Abbud RIGHI<sup>2,3</sup>

**RESUMO** – A regeneração natural é um bom indicador da capacidade de perpetuação das espécies arbóreas e da manutenção da biodiversidade em fragmentos florestais. O estado de conservação desses remanescentes está diretamente relacionado ao seu tamanho, tipo de vizinhança e grau de perturbação. A abundância de lianas vem sendo apontada como um indicador de degradação afetando diretamente a regeneração natural. Desse modo, é importante a avaliação da presença e cobertura de lianas no dossel das árvores e verificar sua influência na regeneração natural. Neste estudo, avaliou-se a participação das lianas na cobertura do dossel de uma Floresta Estacional Semidecidual inserida em uma matriz de pastagem, procurando relacioná-la com a regeneração natural. Para avaliar essa regeneração foram instalados e avaliados doze transectos radiais perpendiculares à borda do fragmento. Observou-se que as maiores densidades de regeneração foram encontradas nas áreas em que a cobertura do dossel estava acima de 80%, independentemente de sua composição (lianas ou árvores), indicando que a cobertura por lianas também contribui positivamente para o desenvolvimento dos regenerantes.

Palavras-chave: fragmento florestal; Floresta Estacional Semidecidual; efeito de borda.

**ABSTRACT** – Natural regeneration is a good indicator of the perpetuation capacity and maintenance of biodiversity in forest fragments. The state of conservation of forest fragments is directly related to its size, neighborhood type and degree of disturbance. The abundance of lianas has been identified as an indicator of degradation directly affecting the natural regeneration. Thus, it is important to evaluate liana's presence and cover in the canopy of trees and verify its influence on the natural regeneration. In this study it was evaluated the participation of lianas in the canopy cover of a Seasonal Semideciduous Forest inserted in a grassland matrix and its relationship to natural regeneration. To evaluate this regeneration it were installed and evaluated twelve transects perpendicular to the edge with the pasture. The results showed that the highest regeneration densities were found in the areas where the canopy cover was over 80% regardless of their composition (lianas or trees), indicating that the lianas's cover also contributes positively to the development of regenerants.

Keywords: forest fragment; Seasonal Semideciduous Forest; edge effect.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 03.11.2015. Aceito para publicação em 06.05.2016.

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ, Departamento de Ciências Florestais, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Autor para correspondência: Ciro Abbud Righi – ciro@usp.br

## 1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica era considerada uma das maiores florestas tropicais existentes no planeta. O bioma originalmente abrangia uma área de 1,3 milhões km<sup>2</sup>, restando atualmente apenas 8,5% de sua área, a qual está restrita a pequenos e esparsos fragmentos (Fundação SOS Mata Atlântica – SOSMA, 2014). Dada à extensão da degradação e de sua biodiversidade, a Mata Atlântica é considerada um dos cinco principais *hotspots* mundiais para a conservação (WWF, 2015). De acordo com o estudo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE em parceria com a Fundação SOS Mata Atlântica (SOSMA e INPE, 2015), existem cerca de 230 mil fragmentos de floresta com áreas entre 3 e 100 ha. Segundo Ribeiro et al. (2009), a maior parte dos fragmentos de Mata Atlântica (83% do total) possui área de até 50 ha, estando localizados preponderantemente em propriedades privadas.

Durante toda a trajetória de desenvolvimento do Brasil, a Mata Atlântica foi sendo sistematicamente desmatada e substituída pela agricultura. Apesar de sua importância, o bioma sofreu severamente com a pressão de ocupação de novas áreas para culturas e com a ocupação humana desordenada (Villani, 2007). Atualmente, a Mata Atlântica acolhe os mais significativos polos industriais, agrícolas e urbanos (Pinto et al., 2006) do país. Cerca de 60% da população brasileira reside em áreas originalmente da Mata Atlântica, gerando cerca de 70% do PIB nacional (Rodrigues et al., 2009). No Estado de São Paulo, ocorreu um avanço acelerado na supressão das florestas nos últimos 100 anos (Carvalho, 2007), sendo que apenas 17,5% do território paulista está coberto por vegetação nativa. Isso corresponde a uma área de 4,34 milhões ha cobertos por campos e florestas em diferentes estágios de conservação (Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo – SIFESP, 2010). Além disso, os grandes remanescentes dessas florestas possuem pouca ou nenhuma conexão com os demais fragmentos, os quais estão inseridos em uma paisagem modificada, em geral imersos em matrizes predominantemente agrícolas (Ribeiro et al., 2009).

A fragmentação de habitats decorre da subdivisão de uma região devido principalmente às atividades humanas – perturbações naturais e eventos climáticos extremos também podem causar a separação de indivíduos de uma população (Dale e Pearson, 1997).

A divisão da floresta em pequenos pedaços, distantes uns dos outros, acarreta mudanças microclimáticas em sua borda, tais como: maior incidência de luz; menor índice de umidade e maior densidade de plantas do que o interior do fragmento florestal. Quanto mais antiga a borda, maior a diferença na composição de espécies entre a borda e o interior (Rodrigues, 1998). Tais variações favorecem o crescimento de plantas que conseguem se desenvolver nessas novas condições, causando mudanças na composição florística original da floresta (Viana e Pinheiro, 1998). O exemplo mais comum dessas plantas “oportunistas” são algumas espécies de lianas, definidas como plantas escaladoras que germinam no chão, mas perdem a capacidade de se sustentar à medida que crescem. Por isso, as lianas necessitam de um suporte físico externo para alcançar o dossel da floresta (Gerwing et al., 2006). Por outro lado, ao se desenvolverem, também atuam como apoio para outros indivíduos, facilitando o acesso destes ao dossel superior (Putz et al., 1984; Campanello et al., 2007). Ao atingirem o dossel, as lianas se desenvolvem abundantemente, entrelaçando-se nas copas das árvores (Putz e Windsor, 1987) e aumentando a competição por luz, água e nutrientes (Gentry, 1991; Tabarelli e Mantovani, 2000).

O crescimento de lianas nos dosséis florestais é um fenômeno natural. A maioria das árvores presentes em florestas tropicais e subtropicais é colonizada por lianas (Campanello et al., 2012). Em fragmentos conservados, tais trepadeiras apresentam considerável riqueza de espécies, sendo responsáveis por cerca de 11% da diversidade vegetal dos remanescentes de Mata Atlântica (Udulutsch et al., 2004). Entretanto, em fragmentos degradados as lianas tornam-se hiperabundantes (Laurance et al., 2001), comprometendo a regeneração natural das espécies arbóreas (Jordão, 2009). A elevada densidade desse grupo pode restringir os processos naturais de sucessão secundária (Girão, 2015) na medida em que diminuem o crescimento em altura das árvores jovens, prejudicando seu desenvolvimento (Putz et al., 1984). Assim como apontado por César (2014), o entendimento acerca da cobertura de lianas hiperabundantes e seus efeitos sobre o remanescente florestal é essencial para o desenvolvimento de metodologias de conservação.



O grau de cobertura do dossel também é um parâmetro que deve ser considerado na avaliação do estado de conservação de um fragmento. A cobertura proporcionada pelas copas das árvores influencia diretamente no tipo de vegetação do sub-bosque devido às mudanças provocadas no ambiente físico. Assim, a composição florística e a distribuição espacial das espécies também depende do grau de interação com o estrato arbóreo (Jardim et al., 2007). Estudos sugerem que espécies arbóreas teriam suas distribuições relacionadas às aberturas de clareiras no dossel florestal (Denslow, 1980). Segundo Gandolfi et al. (2007), uma importante função do dossel é a criação e manutenção de microssítios particulares de regeneração. O estabelecimento de condições ideais, como radiação amena e alta umidade relativa etc., irá favorecer o desenvolvimento das plântulas (Jardim et al., 2007) que irão garantir a perpetuação da vegetação (Toledo-Aceves, 2014).

A compreensão da dinâmica da regeneração natural é importante visto que possibilita estimativas de parâmetros populacionais das árvores (Pereira et al., 2001), podendo-se inferir o estado de conservação e perpetuação do fragmento em resposta ao manejo empregado (Amador e Viana, 2000; Daniel e Jankauskis, 1989). Segundo Vieira (1996), a regeneração das espécies depende da dispersão de propágulos (frutos, sementes, bulbos etc.), do banco de sementes presente no solo e do banco de plântulas. Estes dois últimos são as principais fontes encontradas em ambientes perturbados responsáveis pela recolonização da vegetação (Schmitz, 1992). Segundo Saunders et al. (1991) e Nascimento et al. (2010), é necessário desenvolver estratégias de conservação florestal visando minimizar os efeitos negativos da fragmentação florestal e prever a magnitude dos efeitos de borda e sua extensão dentro dos remanescentes.

Nesse sentido, é importante avaliar o estado da regeneração dos remanescentes florestais e relacioná-los ao grau de cobertura do dossel. Nesse estudo, objetivou-se avaliar a cobertura do dossel florestal e a participação de lianas, relacionando-as à regeneração natural das espécies arbóreas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da Área

Este estudo foi conduzido em um fragmento florestal denominado “Mata da Pedreira”, com área de 14 ha, localizado dentro do campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, em Piracicaba-SP (22°42’40’’S e 47°37’30’’W). Na face noroeste desse fragmento, localiza-se uma pastagem composta por *Brachiaria decumbens* (capim braquiária), a qual é mantida com cerca de 30 cm de altura. A porção sudeste da mata faceia o ribeirão Piracicamirim, sendo esta relativamente bem preservada (Figura 1).

A vegetação natural da área é classificada no Sistema Fitogeográfico Brasileiro como Floresta Estacional Semidecídua (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1992). O clima local é subtropical úmido, com verão quente e chuvoso e inverno seco, correspondendo a Cwa na classificação de Köppen (1948). Os solos são eutróficos, originários da decomposição de rochas basálticas (Catharino, 1989). A precipitação anual é de 1.278 mm, sendo 1.000 mm de outubro a março e 278 mm de abril até setembro. O balanço hídrico indica uma escassez de água de 213 mm no período seco e um excesso de 234 mm no período chuvoso. A temperatura média anual é de 21,4 °C com temperatura média mensal de 24,8 °C no verão e de 17,1 °C no inverno (Sentelhas et al., 1998).

A Mata da Pedreira é considerada o maior e mais importante remanescente florestal original de Mata Atlântica da região de Piracicaba, detentora de alta diversidade de fauna e flora (Catharino, 1989). Apesar disso, o remanescente apresenta áreas em diferentes estágios de degradação devido às pressões externas em função do uso da terra de seu entorno, como pastos, culturas agrícolas anuais e áreas abertas (André et al., 2010 – dados não publicados)<sup>4</sup>. Além desses fatores degradantes, existem também estradas de acesso e cercas que cortam a Mata (César, 2014).

<sup>4</sup>ANDRÉ, A.C. et al. **Restauração de fragmentos florestais**: análise da situação da mata da pedreira e propostas de soluções. Piracicaba: Departamento de Ciências Florestais; ESALQ-USP, 2010. (não publicado).

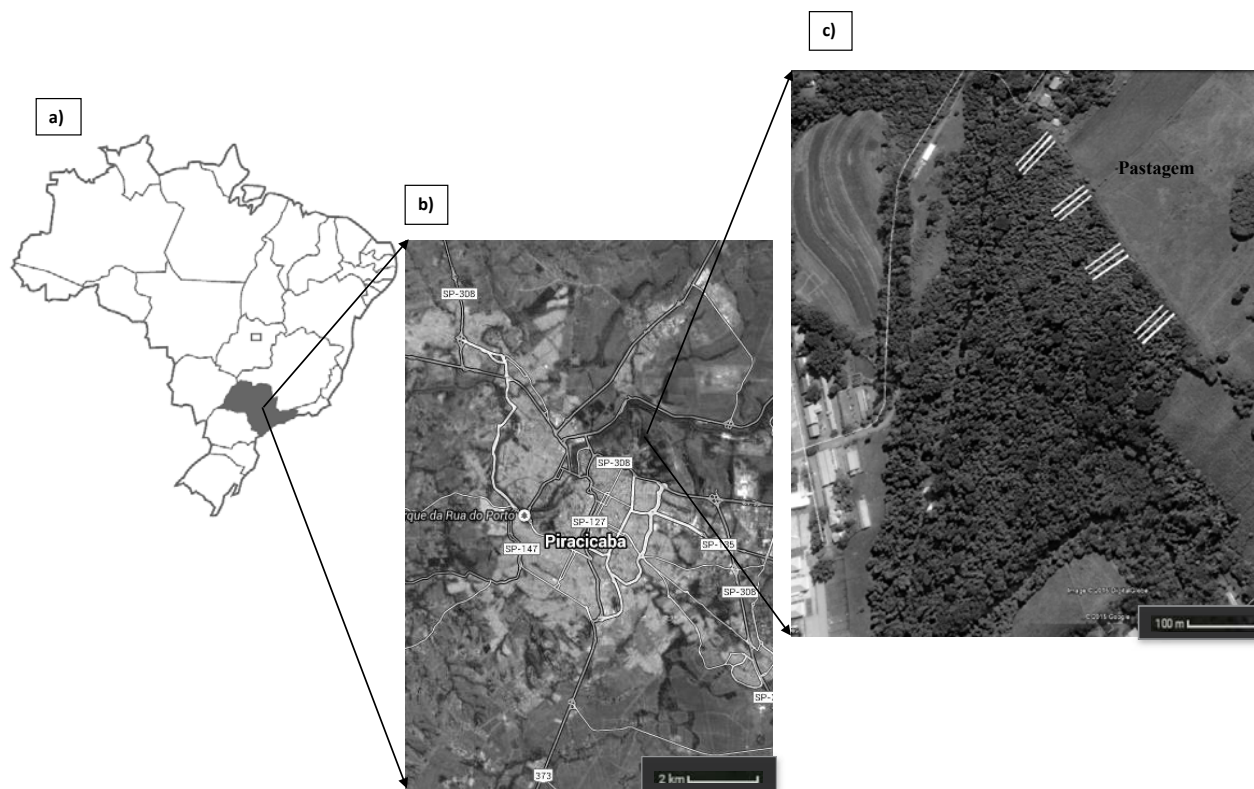


Figura 1. Vista aérea do fragmento de Floresta Estacional Semidecidual – Mata da Pedreira, localizada no campus “Luiz de Queiroz” – ESALQ-USP, em Piracicaba, SP. As linhas brancas na figura “c” indicam os locais de instalação dos transectos. Fonte: Google Maps. Acesso em: 6 mar. 2015.

Figure 1. Aerial view of Seasonal Semideciduous Forest fragment – Mata da Pedreira, located on the campus “Luiz de Queiroz” – ESALQ-USP in Piracicaba, SP. White lines in the figure “c” indicate the positions of the transects. Source: Google Maps. Access on: 6 March 2015.

No histórico de perturbação da Mata da Pedreira, encontram-se relatos de incêndios na área. Segundo os funcionários mais antigos do local, o último incêndio foi registrado em 1981, configurando-se como o principal agente de degradação do fragmento. O evento atingiu grande parte da mata, reduzindo algumas áreas a solo exposto com grande quantidade de troncos carbonizados (Catharino, 1989). Assim, gramíneas e lianas hiperabundantes colonizaram a área, sufocando as espécies arbóreas nativas e dificultando a regeneração natural (Ducatti et al., 2009<sup>5</sup> – dados não publicados; André et al., 2010 – dados não publicados).

## 2.2 Avaliação da Estrutura Florestal, Cobertura do Dossel e Regeneração Natural

Neste trabalho, considerou-se como regeneração natural o conjunto de indivíduos arbóreos em estágio inicial de desenvolvimento com até um metro de altura. Para avaliar essa regeneração, foram instalados doze transectos perpendiculares à borda com dimensões de 1 x 50 m (subdivididos em 5 parcelas de 1 x 10 m) – verificar na Figura 1 sua disposição aproximada. Os transectos foram instalados perpendicularmente à borda da mata que fazia a pastagem, sendo distribuídos de modo sistemático em toda sua extensão, da seguinte forma: os doze transectos foram divididos em quatro trios equidistantes (50 m), paralelamente uns aos outros, e em cada grupo os transectos foram colocados a uma distância de 10 m entre si (Figura 1).

<sup>5</sup> DUCATTI, M.; CARAMEZ, R.B.; VIDAL, E. Restauração ecológica através do plantio de núcleos monoespecíficos na Mata da Pedreira, ESALQ-USP, Piracicaba – SP. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 17., 2009, Pirassununga. Pirassununga: USP, 2009. (não publicado).

No transecto central de cada trio, as medidas foram ampliadas para 10 x 50 m sendo avaliado o grau de cobertura do dossel e classificada a participação de lianas. A avaliação da cobertura do dossel foi realizada com o auxílio de um quadro reticulado de 50 x 50 cm, o qual possui um plástico transparente dividido em 100 quadrículas de 5 cm<sup>2</sup> cada. Esse método é recomendado por Poggiani et al. (1996), e foi empregado também nos trabalhos de Carvalho (2007), Duarte (2008 – dados não publicados)<sup>6</sup> e Lima et al. (2012). O método baseia-se na contagem do número de quadrículas que contenham folhas em 50% ou mais da área de cada quadrícula. A partir disso, é possível obter uma estimativa da cobertura do dossel diretamente em porcentagem. Em cada subparcela (10 x 10 m), foi escolhido um ponto amostral em sua área central, realizando-se um total de cinco contagens em cada ponto, da seguinte maneira: com o quadro reticulado na posição horizontal com os braços esticados acima da cabeça (cerca de 2 m do solo), sendo feita a primeira contagem e após isso realizadas mais quatro medições em direções ortogonais, segurando-se o quadro com uma inclinação de cerca de 45°. Com os dados das cinco repetições calculou-se a média, que é o índice de cobertura expresso em porcentagem para aquele ponto. Para calcular o índice de cobertura da área total, calcula-se a média dos resultados obtidos nos diversos pontos amostrados (Poggiani et al., 1996).

Nas mesmas posições de avaliação do dossel, foi estimada visualmente a porcentagem com que as lianas contribuíam para o seu fechamento. Tal estimativa baseou-se na observação do padrão foliar encontrado e da presença de seus caules característicos, tanto no dossel como no interior da mata. A participação das lianas no total da cobertura do dossel foi classificada seguindo as aproximações de 0%, 25%, 50%, 75% ou 100% em cada subparcela, de acordo com o método adotado por Tabanez et al. (1992).

A estrutura vertical e horizontal da vegetação dos quatro maiores transectos – T<sub>1</sub>; T<sub>2</sub>; T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> (10 x 50 m) foi analisada sendo representada em perfis vegetacionais horizontais e verticais. Todas as espécies florestais maiores ou iguais a 5 cm de diâmetro à altura do peito (DAP medido a 1,3 m de altura) foram marcadas, registrando-se a posição de cada árvore utilizando-se as coordenadas X e Y. As variáveis medidas foram: i) altura total da árvore, definida como a distância do solo até o topo da copa; ii) altura do tronco, definida como a distância entre o solo e a inserção do primeiro galho, e iii) as dimensões horizontais da copa, medida por trena seguindo os quatro pontos cardeais. Esses dados foram utilizados para a construção dos perfis vertical e horizontal de cada transecto em papel milimetrado, sendo, posteriormente, passados a nanquim em papel vegetal (escala 1:100 cm).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Mata da Pedreira apresenta um dossel irregular (González, 2013), com a predominância de indivíduos de espécies em estágio inicial de sucessão e uma minoria de indivíduos em estágios mais avançados (Catharino, 1989). Segundo Silva (2012), existe alta densidade de poucas espécies na Mata, tais como *Bauhinia forficata* e *Urera baccifera*, que representaram, respectivamente, 213 ind.ha<sup>-1</sup> e 153 ind.ha<sup>-1</sup>. Ainda segundo essa autora, foi encontrada grande densidade de pioneiras (de 56% a 86%) e baixa riqueza de espécies arbóreas (de 11 a 16) até os 50 m da borda, sendo estes indicativos de perturbação a que floresta está sujeita.

Os perfis horizontal e vertical dos quatro transectos radiais avaliados em função da distância da borda (de 0 até 50 m em direção ao centro do fragmento) podem ser visualizados na Figura 2. Nesses diagramas, é possível observar as diferenças estruturais da floresta, a condição atual de cobertura total e por lianas, e a distribuição de indivíduos arbóreos em função da distância da borda em cada uma das parcelas avaliadas.

<sup>6</sup>DUARTE, J. S. Influência da topografia na ocorrência das palmeiras (Arecaceae) na floresta ombrófila densa submontana, Ubatuba – São Paulo. 2008. 33 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Biologia) – Departamento de Biologia, Universidade de Taubaté, Taubaté.

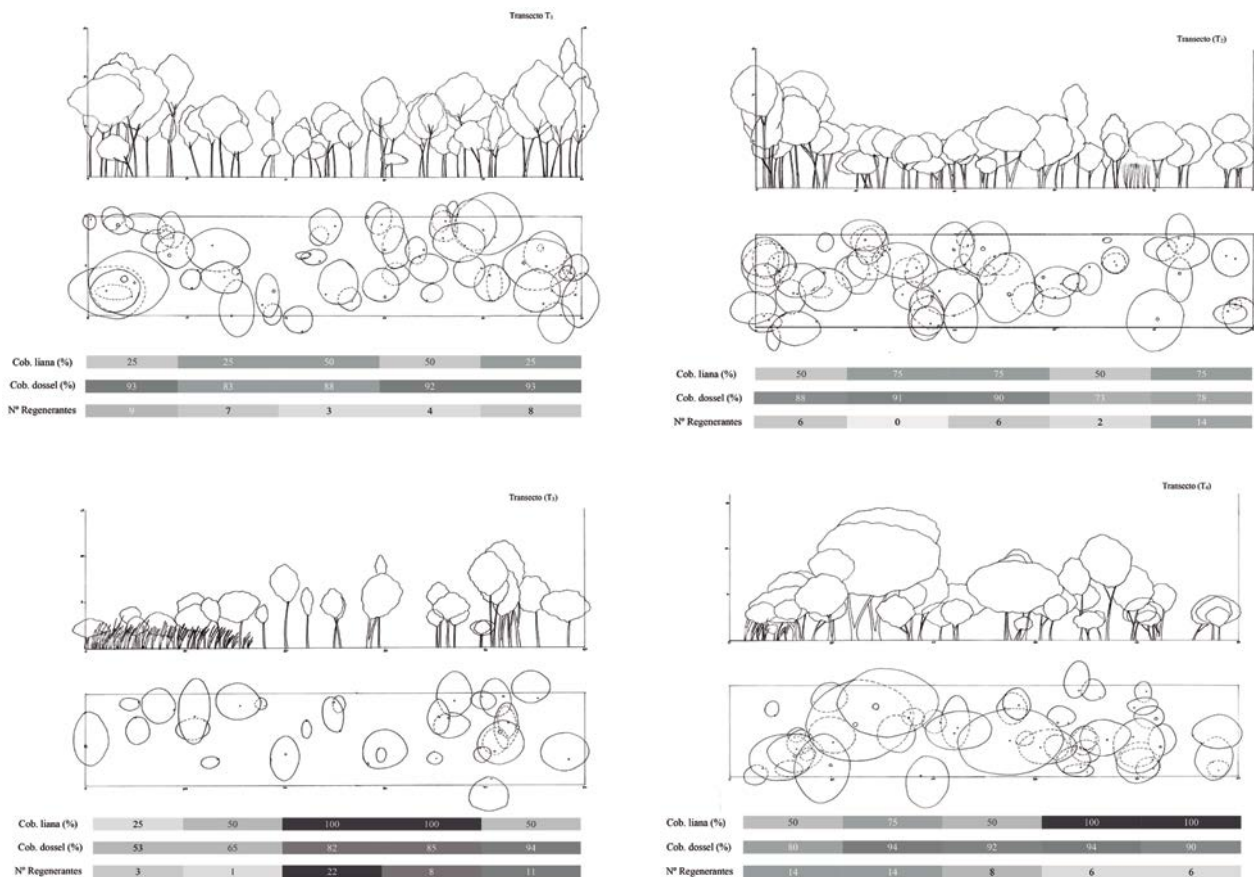


Figura 2. Perfis horizontal e vertical dos transectos T<sub>1</sub>; T<sub>2</sub>; T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual – Mata da Pedreira, localizada no campus “Luiz de Queiroz” – ESALQ-USP em Piracicaba, SP. Os dados de cobertura por lianas e cobertura do dossel foram coletados e mesclados ao perfil de cada transecto e estão representados por barras em escala de cinza imediatamente abaixo de cada desenho esquemático. Quanto maior o valor de cobertura, maior a intensidade de cinza. A borda do fragmento está à esquerda do desenho.

Figure 2. Horizontal and vertical profiles transects T<sub>1</sub>; T<sub>2</sub>; T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> in Seasonal Semideciduous Forest fragment – Mata da Pedreira, located on the campus “Luiz de Queiroz” – ESALQ-USP in Piracicaba, SP. Coverage data by lianas and canopy cover were collected and merged to the profile of each transect and are represented by grayscale bars immediately below each schematic drawing. The greater the amount of coverage, the greater the intensity of gray. The forest edge is located at the left of the drawing.

O capim braquiária esteve presente em três dos quatro transectos denotando a grande entrada de radiação solar nestas porções. Em  $T_2$ , foi observada a presença de gramíneas na seção mais interior avaliada (40-50 m); em  $T_3$ , foi observada sua presença apenas na faixa inicial do transecto, nas seções 0-10 m e 10-20 m, e em  $T_4$ , apenas na primeira seção (0-10 m). Segundo Urbanetz et al. (2003), espécies invasoras, como o capim braquiária, alteram padrões de riqueza, abundância e biomassa entre a borda e o interior do fragmento. Desse modo, seu controle é muito importante tanto em trabalhos de restauração como para a manutenção do funcionamento das florestas naturais.

Em três dos quatro transectos, a cobertura por lianas superou a porcentagem de cobertura das copas das árvores a diferentes distâncias da borda. O transecto  $T_3$  destacou-se como o mais degradado, tanto pelo número reduzido de indivíduos arbóreos, principalmente nos primeiros 20 m da borda, quanto pela maior cobertura por lianas. Nesse transecto, foi observada tendência de aumento em altura da floresta de forma contínua. Além disso, em  $T_3$  foi observado também o menor número de regenerantes até os 20 m da borda.

Aparentemente, nas seções em que a cobertura total (árvores e lianas) é alta, há maior número de regenerantes. O contrário é claramente percebido em  $T_3$ , onde estavam presentes os menores valores de cobertura total associados à baixa regeneração. Na seção inicial de 0-10 m, o grau de cobertura total foi de 53%, o menor valor registrado na área amostrada, acompanhado de apenas três regenerantes. Na seção de 10-20 m, a cobertura não ultrapassou os 65% e conteve somente um indivíduo regenerante.

Os resultados indicam que a cobertura por lianas também pode contribuir para o bom desenvolvimento de plântulas. Cansi (2007) em seu estudo observou uma relação significativa positiva entre a densidade de plântulas e a cobertura do dossel. Isso se deve ao fato de que as espécies de sub-bosque e demais espécies de sombra, características de florestas tropicais úmidas, necessitam de uma condição de maior sombreamento para que possam continuar fazendo parte da floresta (Santos et al., 2010).

Jordão (2009) conduziu seu estudo em uma Floresta Estacional Semidecidual vizinha a uma rodovia e observou que emaranhados de lianas pareciam manter um microambiente favorável ao ingresso de plântulas na borda do fragmento. O mesmo efeito foi encontrado por Savage (1992) ao comparar áreas infestadas por emaranhados de lianas e áreas com solo nu, constatando que o ambiente coberto por lianas foi mais favorável à regeneração de espécies arbóreas.

A regeneração natural é essencial para a conservação florestal em remanescentes na medida em que auxilia no processo de renovação da composição florística do local e na manutenção das espécies nativas (Huller et al., 2011). Além disso, as plântulas de espécies arbóreas de sub-bosque são diretamente afetadas por quaisquer alterações (naturais ou antrópicas) no dossel florestal. Assim, a caracterização florística e estrutural da regeneração natural é importante para as estratégias de manejo e conservação dos fragmentos (Martins e Rodrigues, 2002) e constitui um bom indicador de avaliação e monitoramento da restauração de ecossistemas degradados (Rodrigues e Gandolfi, 1998). Desse modo, seria conveniente que futuros trabalhos identificassem os regenerantes arbóreos presentes a fim de identificar quais grupos funcionais são favorecidos (e.g., pioneiras ou tolerantes à sombra).

#### 4 CONCLUSÕES

Pôde-se observar que mesmo nas áreas em que a cobertura por lianas era alta houve um número significativo de regenerantes. As maiores densidades de regeneração arbórea foram encontradas nas áreas em que a cobertura do dossel estava acima de 80%, independentemente de sua composição (lianas ou árvores). Desse modo, há indicações de que a cobertura por lianas também contribui positivamente para o desenvolvimento dos regenerantes. Entretanto, a avaliação dessa regeneração necessita ser acompanhada de maiores informações quanto às espécies e ao número de árvores jovens que conseguem ultrapassar a barreira de lianas e alcançar a parte superior do dossel. Somente assim será possível estimar a taxa de sobrevivência dos indivíduos e a contribuição desses regenerantes para a formação de uma floresta madura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADOR, D.B.; VIANA, V.M. Dinâmica de “capoeiras baixas” na restauração de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, n. 57, p. 69-85, 2000.
- CAMPANELLO, P.I. et al. Lianas in a subtropical Atlantic Forest: host preference and tree growth. **Forest Ecology and Management**, v. 242, p. 250-259, 2007.
- \_\_\_\_\_. et al. Liana abundance, tree crown infestation, and tree regeneration ten years after liana cutting in a subtropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 284, p. 213-221, 2012.
- CANSI, M.M.F.A. **Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmentos de Mata Atlântica na APA da bacia do rio São João, Rio de Janeiro**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro.
- CARVALHO, D.F. Café, ferrovias e crescimento populacional: o florescimento da região noroeste paulista. **Histórica**, n. 27, 2007. Disponível em: <<http://www.historica.arquivoestado.sp.gov.br/materias/anteriores/edicao27/materia02/texto02.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2015.
- CARVALHO, R. **Medição dos índices relativos de luz e cobertura do dossel em área de vegetação nativa, Goiânia – GO**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- CATHARINO, E.L.M. **Estudos fisionômicos-florísticos e fitossociológicos em matas residuais secundárias no município de Piracicaba, São Paulo**. 1989. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CÉSAR, R.G. **Lianas hiperabundantes como filtros ecológicos para a sucessão secundária em fragmentos florestais degradados**. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- DALE, V.H.; PEARSON, S.M. Quantifying habitat fragmentation due to land use change in Amazonia. In: LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. (Ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 400-409.
- DANIEL, O.; JANKAUSKIS, J. Avaliação de metodologia para o estudo do estoque de sementes do solo. **IPEF – Série Técnica**, v. 41-42, p. 18-26, 1989.
- DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rainforest trees. **Biotropica**, v. 12, p. 47-55, 1980.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA – SOSMA. **Florestas: a Mata Atlântica**. 2014. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/>>. Acesso em: 3 fev. 2015.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA – SOSMA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2013-2014 – Relatório Técnico 2015**. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br/dados/#>>. Acesso em: 3 fev. 2015.
- GANDOLFI, S.; JOLY, C.A.; RODRIGUES, R.R. Permeability – impermeability: canopy trees as biodiversity filters. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 4, p. 433-438, 2007.
- GENTRY, A.H. The distribution and evolution of climbing plants. In: PUTZ, F.E.; MOONEY, H.A. (Ed.). **The biology of vines**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 3-49.
- GERWING, J.J. et al. A standard protocol for liana censuses. **Biotropica**, v. 38, n. 2, p. 256-261, 2006. Disponível em: <[https://pantherfile.uwm.edu/s1/www/Gerwing\\_et\\_al2006.pdf](https://pantherfile.uwm.edu/s1/www/Gerwing_et_al2006.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2015.
- GIRÃO, V.J. **Alterações iniciais na dinâmica de regeneração de um fragmento florestal degradado após manejo de trepadeiras superabundantes**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GONZÁLEZ, A.D.V. **Dendrocronologia de árvores de *Tectona grandis* L. e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf de plantação da Mata da Pedreira, Campus da ESALQ-USP, Piracicaba, São Paulo.** 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HULLER, A. et al. Regeneração natural do componente arbóreo e arbustivo do parque natural municipal de Santo Ângelo-RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 1, p. 25-35, 2011. Disponível em: <[http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos\\_cientificos/artigo119-publicacao.pdf](http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo119-publicacao.pdf)>. Acesso em: 3 mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. 92 p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1).

JARDIM, F.C.S.; SERRÃO, D.R.; NEMER, T.C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 1, p. 37-48, 2007.

JORDÃO, S.M.S. **Manejo de lianas em borda de floresta estacional Semidecidual e de cerradão, Santa Rita do Passa Quatro, São Paulo.** 2009. 248 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KÖPPEN, W. **Climatologia:** con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

LAURANCE, W.F. et al. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. **Ecology**, v. 82, n. 1, p. 105-116, 2001.

LIMA, N.L. et al. Medição dos índices relativos de luz e cobertura do dossel em área de vegetação nativa, Goiânia – GO. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 64., 2012, São Luís. **Anais...** São Luís: SBPC, 2012. p. 2250.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 163, p. 51-62, 2002.

NASCIMENTO, M.I. et al. Eficácia de barreira de eucaliptos na contenção do efeito de borda em fragmento de floresta subtropical no estado de São Paulo, Brasil. **Scientia Florestalis**, v. 38, p. 191-203, 2010.

PEREIRA, I.M. et al. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta bot. bras.** v. 15, n. 3, p. 413-426, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v15n3/7584.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

PINTO, L.P. et al. Mata Atlântica brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um *hotspot* mundial. In: ROCHA, C.F.D. et al. (Ed.). **Biologia da conservação:** essências. Rio de Janeiro: RiMa Editora, 2006. p. 91-118.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E.; CUNHA, G.C. Práticas de ecologia florestal. **Documentos Florestais**, v. 16, p. 1-44, 1996.

PUTZ, F.E.; LEE, H.S.; GOH, R. Effects of post-felling silvicultural treatments on woody vines in Sarawak. **Malaysian Forester**, v. 47, n. 3, p. 214-226, 1984.

\_\_\_\_\_.; WINDSOR, D.M. Liana phenology on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica**, v. 19, n. 4, p. 334-341, 1987.

RIBEIRO, M.C. et al. The Brazilian Atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.



RODRIGUES, E. Efeito de borda em fragmentos de floresta. **Cadernos de Biodiversidade**, v. 1, p. 1-5, 1998.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 2009. 264 p.

\_\_\_\_\_.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELO, J.W.V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**, Viçosa-MG: SOBRAD/UFV, 1998. p. 203-215.

SANTOS, E.G.; FERRAZ, E.M.N.; ARAÚJO, E.L. Caracterização da regeneração natural em uma área antropizada da mata atlântica de Pernambuco. In: CONNEPI – CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010, Maceió. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/698/415>>. Acesso em: 17 fev. 2015.

SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 1, p. 18-35, 1991.

SAVAGE, M. Germination of forest species under an anthropogenic vine mosaic in western Samoa. **Biotropica**, v. 24, n. 3, p. 460-462, 1992.

SCHMITZ, M.C. Banco de sementes no solo em áreas do reservatório da UHE Paraibuna. In: KAGEYAMA, P.Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **IPEF – Série Técnica**, v. 8, n. 25, p. 7-8, 1992.

SENTELHAS, P.C. et al. **Análise dos dados climáticos e do balanço hídrico climatológico de Piracicaba (1917-1997)**. Piracicaba: DFM/ESALQ/USP, 1998. 81 p.

SILVA, M.A. **Uso múltiplo do entorno de fragmentos florestais** – a agrossilvicultura como forma de produção e proteção. Relatório científico Fapesp. Piracicaba, 2012.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SIFESP. 2010. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/index.htm>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M.; DIAS, A.S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 1, p. 47-60, 1992.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Gap-phase regeneration in a tropical montane forest: the effects of gap structure and bamboo species. **Plant Ecology**, v. 148, p. 149-155, 2000.

TOLEDO-ACEVES, T. Above and belowground competition between lianas and trees. In: SCHNITZER S. et al. (Ed.). **Ecology of lianas**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2014. p. 149-163.

UDULUTSCH, R.G.; ASSIS, M.A.; PICCHI, D.G. Florística de trepadeiras numa floresta estacional semidecídua, Rio Claro – Araras, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 1, p. 125-134, 2004.

URBANETZ, C. et al. **Existe efeito de borda no Cerrado do Valério?** 2003. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/relatorios/ne211r2a2003.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

VIANA, V.M.; PINHEIRO, L.V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

VIEIRA, I.C.G. **Forest succession after shifting cultivation in eastern Amazônia**. 1996. 205 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Stirling, Stirling.



SILVA, M.A. da et al. Cobertura de lianas e os efeitos sobre a regeneração de espécies arbóreas.

VILLANI, J.P. **Zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia:** subsídio ao manejo sustentável dos fragmentos de Mata Atlântica. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Taubaté, Taubaté.

WWF BRASIL. **Mata Atlântica:** oportunidades e desafios. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/informacoes/sala\\_de\\_imprensa/?39942/Mata-Atlntica-oportunidades-e-desafios](http://www.wwf.org.br/informacoes/sala_de_imprensa/?39942/Mata-Atlntica-oportunidades-e-desafios)>. Acesso em: 24 mar. 2015.



**VARIAÇÃO FENOTÍPICA PARA CARACTERES SILVICULTURAIS EM POPULAÇÕES DE  
*Aspidosperma* spp. SEM ESTRUTURA DE PROGÊNIES<sup>1</sup>**

**GENETIC VARIATION FOR SILVICULTURAL TRAITS IN POPULATIONS OF  
*Aspidosperma* spp. WITHOUT PROGENY ARRAYS**

Camila Regina Silva Baleroni RECCO<sup>2, 7</sup>; Wanderley dos SANTOS<sup>3</sup>;  
Danilla Cristina Lemos SOUZA<sup>4</sup>; José CAMBUIM<sup>3</sup>;  
Marcela Aparecida de MORAES<sup>3</sup>; Alexandre Marques da SILVA<sup>3</sup>;  
Miguel Luiz Menezes FREITAS<sup>5</sup>; Mario Luiz Teixeira de MORAES<sup>6</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste estudo foi estimar os parâmetros genéticos para os caracteres silviculturais em *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. e *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll.Arg., para fins de conservação *ex situ* e uso em programas de recuperação ambiental. A coleta de sementes foi feita em árvores de polinização aberta no município de Andradina-SP e o teste experimental foi instalado na Fazenda de Ensino e Pesquisa (FEPE/UNESP), em 1997, com as espécies consorciadas com *Inga marginata* Willd. (ingá feijão) em linhas alternadas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos com dois tratamentos (*Aspidosperma* spp.), 32 repetições com parcelas lineares e 4 plantas por parcela. Aos 15 anos de idade foram mensurados diâmetro à altura do peito – DAP, altura de total – ALT e sobrevivência – SOB e os parâmetros genéticos foram estimados pelo programa Selegen. A espécie *cylindrocarpon* apresentou maior desenvolvimento nos caracteres de crescimento (DAP e ALT) quando comparada com *A. polyneuron*. A taxa de sobrevivência foi de 71% demonstrando boa adaptabilidade para ambas as espécies ao local de implantação do experimento. A acurácia foi alta, sugerindo maior confiabilidade das análises estatísticas. A herdabilidade foi moderada, indicando considerável controle genético nas espécies quando se observa que o coeficiente de determinação dentro de parcela foi menor que 10% para ALT e DAP, mostrando que as parcelas lineares são homogêneas, ou seja, o delineamento experimental adotado foi eficiente. Portanto, a ausência do uso de estrutura de progênies nas populações de *Aspidosperma* spp. estudadas não impossibilitou que fossem obtidas informações relevantes sobre as populações naturais de *Aspidosperma*, porém vale ressaltar que é de suma importância que novas coletas de sementes sejam realizadas para um estudo com base em teste de progênies.

Palavras-chave: conservação genética; parâmetros genéticos; peroba-rosa; peroba-poca; recuperação ambiental.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 22.12.2015. Aceito para publicação em 16.05.2016.

<sup>2</sup>Fundação Educacional de Andradina – FEA, R. Amazonas, 571, Bairro Stella Maris, 16901-160 Andradina, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Pós-graduando em Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – UNESP, Av. Brasil Centro, 56, Caixa Postal 31, 15385-000 Ilha Solteira, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Doutorando Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agronômicas Campus de Botucatu, Botucatu, SP, Brasil.

<sup>5</sup>Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>6</sup>Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – UNESP, Departamento de Fitotecnica, Tecnologia de Alimento e Sócio Economia, Av. Brasil Centro, 56, Caixa Postal 31, 15385-000 Ilha Solteira, SP, Brasil.

<sup>7</sup>Autor para correspondência: Camila Regina Silva Baleroni Recco – milbaleroni@ig.com.br

**ABSTRACT** – This study aimed to estimate genetic parameters for the silvicultural traits: diameter at breast height, total height and survival in *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. and *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll.Arg., for *ex situ* conservation and forest restoration purposes. Open pollinated seeds of both species were obtained from natural populations in Andradina-SP, Brazil. The provenance test was installed at Fazenda de Ensino e Pesquisa FEPE/UNESP, in 1997, with the species of mahogany intercropped with *Inga marginata* Willd. (ingá feijão), in alternate rows. The experimental design was randomization block with two treatments (species of *Aspidosperma*), 32 replications and four plants per plot in linear plots. Diameter breast height – DBH, plant height – H and survival – S were measured at 15 years of age and genetic parameters were estimated by SELEGEN program. The species *A. cylindrocarpon* showed greater development in growth characters (DBH and H) compared to *A. polyneuron*. The survival rate was 71% showing good adaptability for both species to the place of experiment implementation. The accuracy was high, suggesting greater reliability of statistical analysis. Heritability was moderate, indicating considerable genetic control in the species when it is observed that the coefficient of determination within plot was less than 10% for H and DBH, showing that the linear plots are homogeneous, that is, the experimental design was efficient. Therefore, the absence of the use of progenies structure in the studied populations of *Aspidosperma* spp. did not preclude that relevant information about the natural populations of *Aspidosperma* were obtained, but it is noteworthy that it is very important that new seed collections must be carried to a study based on progeny test.

Keywords: forest restoration; genetic conservation; native species; peroba-rosa; peroba-poca .

## 1 INTRODUÇÃO

A devastação das florestas brasileiras vem tomando proporções alarmantes em todos os biomas, colocando muitas espécies sob risco de extinção (Mendes e Paula, 2010). Nesse sentido, é fundamental o desenvolvimento de estratégias de conservação genética para garantir a sobrevivência dessas populações, especialmente para as espécies endêmicas.

Nesse sentido, para que uma espécie arbórea tenha condições de sobreviver tanto em circunstâncias de mudanças climáticas como por ação antrópica, deve-se ter uma variação genética substancial para conseguir se adaptar. Desse modo, para garantir a manutenção da variação genética da espécie é necessário estabelecer medidas de conservação. Basicamente, existem duas estratégias de conservação genética, que não são excludentes, mas, sim, complementares: a conservação genética *in situ* e a *ex situ* (Kageyama et al., 2001).

Na conservação *in situ* as espécies são mantidas em seus habitats e o objetivo é conservar o máximo possível do número de alelos e/ou da diversidade de genótipos. A manutenção da dinâmica nessa estratégia possibilita a evolução contínua de toda a comunidade que vem sendo conservada, incluindo a coevolução entre as plantas, os animais e os microrganismos (Kageyama et al., 2008).

A conservação genética *ex situ* refere-se àquela em que a espécie é conservada fora de seu ambiente natural. Existem três formas de conservação *ex situ*: i) conservação de sementes para espécies que produzem sementes ortodoxas; ii) conservação *in vitro* para espécies que apresentam facilidades na propagação vegetativa e/ou produzem sementes recalcitrantes ou intermediárias; iii) conservação no campo (Valois et al., 2001). Para as espécies arbóreas, o modo mais comum de conservação *ex situ* é na forma de plantas vivas cultivadas, mais conhecida como formação de população base ou teste de progênies. Normalmente, são constituídas de famílias originárias de polinização livre, dada a facilidade de coleta e instalação do material em condições de campo (Moraes et al., 2006). Esse método é o mais utilizado nas instituições de pesquisa e ensino, como universidades e institutos de pesquisa, que permite estudar a espécie estabelecer um programa de melhoramento e conservação da espécie ao mesmo tempo, e formar futuramente um pomar de sementes melhoradas para suprir a demanda por sementes em uso de restauração florestal, como no presente estudo.

Nesse sentido, julgou-se oportuno realizar o estudo com duas espécies do gênero *Aspidosperma*, que estão ameaçadas de extinção devido à degradação de seu habitat natural e sua intensa exploração. Elas se destacam por seu valor madeireiro, que apresenta importância econômica devido ao fornecimento de madeira de excelente qualidade para indústria de móveis, carpintaria e construção civil e naval (Lorenzi, 2002), são também utilizadas na medicina tradicional (Oliveira et al., 2009; Pérez et al., 2012; Ribeiro et al., 2015). Devido a essas peculiaridades, porém associadas à intensa devastação das florestas naturais, as populações de espécies de *Aspidosperma* encontram-se fragmentadas. *Aspidosperma polyneuron*, comumente conhecida como peroba-rosa, apresenta-se como uma árvore típica das matas, não existindo em cerrados e cerradões, de ocorrência natural nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, e também em países vizinhos, Argentina e Paraguai (Nogueira, 2010). É a espécie de maior valor econômico entre as espécies de *Aspidosperma* (Carvalho, 2004); devido à sua madeira moderadamente pesada (densidade 0,75 a 0,85 g.cm<sup>-3</sup>) (Nogueira, 2010) é indicada para reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 2002). *A. polyneuron* encontra-se em perigo de extinção (International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2015) e, em virtude de sua importância ecológica, é prioritária sua utilização em programas de conservação de recursos genéticos florestais. *A. cylindrocarpon*, conhecida popularmente como peroba-poca, é a espécie mais próxima taxonomicamente de *A. polyneuron*, da qual se separa, sobretudo, pelo menor porte (Rizzini, 1971). É também uma espécie nativa de importância ecológica, utilizada para recuperação de áreas degradadas. Além disso, é empregada em pastos apícolas, como planta ornamental, e sua madeira é utilizada na construção civil (Lorenzi, 2002). Ocorre nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Paraná, muito comum à beira de rios, porém nunca em locais alagados ou brejosos (Nogueira, 2010).

Embora tenha existido uma preocupação em se criar unidades de conservação para conservação *in situ* das espécies presentes na fauna brasileira em risco de extinção, estas ações, ainda são insuficientes, diante do acelerado processo de degradação das florestas nativas, sendo necessária uma interferência mais direta. Para tanto, algumas instituições de pesquisa têm adotado a conservação *ex situ* dessas espécies, por meio de testes de procedências e/ou progênies, com o intuito, além da conservação, de subsidiar a coleta de sementes para restauração florestal (Batista et al., 2012; Moraes et al., 2012; Senna et al., 2012; Moraes et al., 2013). Assim, pode-se pensar em estratégias integradas de conservação, associando a conservação *in situ*, na forma de parques e jardins botânicos, com a conservação *ex situ*, na forma de armazenamento de sementes, *in vitro* e *in vivo*. São de fundamental importância medidas públicas, de incentivo político, para estimular os produtores rurais a também fazerem a conservação genética dessas espécies, em forma de Áreas de Preservação Permanente – APPs e reserva legal.

Pouco se conhece sobre a estrutura genética das espécies de *Aspidosperma* sp. Na literatura, a maioria das pesquisas é baseada na caracterização florística e estrutural em fragmentos de ocorrência natural das espécies. Alguns avanços nos estudos de diversidade genética com marcadores moleculares foram contemplados com Torezan et al. (2005), Damasceno et al. (2011), Zimback et al. (2011). Entretanto, trabalhos sobre desenvolvimento e variação genética para os caracteres de crescimento são escassos, sendo o mais recente publicado em 2008 (Sato et al., 2008). Essas informações são preocupantes, as instituições de ensino e pesquisadores deveriam ter mais incentivo para estudar essas espécies, considerando-se sua importância.

Em razão dessa situação, este trabalho foi realizado com o objetivo de conhecer o desenvolvimento e a variabilidade genética de duas espécies de *Aspidosperma* sp. (*Aspidosperma polyneuron* e *Aspidosperma cylindrocarpon*), por meio de caracteres de crescimento, visando à utilização destas espécies para futura formação de um pomar de sementes, de modo a fornecer mudas com qualidade genética para restauração florestal.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Sementes foram coletadas de polinização aberta, em 1997, de populações naturais de *A. polyneuron* Müll.Arg. e *A. cylindrocarpon* Müll.Arg., na região de Andradina-SP. Na coleta das sementes, procurou-se constituir uma amostra representativa dessas espécies em “bulk” para sua conservação genética *ex situ*, em função do risco de degradação antrópica ao qual está sujeita. O banco de conservação *ex situ* foi estabelecido na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão – FEPE, situada à margem direita do rio Paraná, no município de Selvíria-MS (20°19’S, 51°26’W, altitude média de 372 m). O relevo da área é moderadamente plano e ondulado. O tipo climático, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, temperatura média anual de 24,5 °C, precipitação anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (Hernandes et al., 1995). A vegetação original encontrada na área em estudo é típica de Cerrado. O solo local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico álico e de textura argilosa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2006). O teste de procedências foi estabelecido em 11/1997, consorciado em linhas alternadas com *Inga marginata* Willd. (ingá feijão), espécie classificada como secundária inicial (Instituto de Pesquisas Florestais – IPEF, 1992). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com dois tratamentos (espécies de *Aspidosperma*), 32 repetições e parcelas lineares de quatro plantas por parcelas no espaçamento de 3 x 3 m. Os caracteres silviculturais avaliados aos 15 anos de idade foram: a) diâmetro à altura do peito – DAP em centímetros; b) altura de plantas – ALT em metros, e c) sobrevivência – SOB em percentagem.

Foram estimados os seguintes parâmetros estatísticos: média ( $\bar{x}$  coeficiente de variação ( $CV\%$ ), mínimo e máximo; assimetria e curtose, utilizando o programa SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2007). As estimativas de parâmetros genéticos foram calculadas por meio do modelo linear misto, blocos casualizados, para várias espécies sem estrutura de progênes, em um local, segundo o modelo:

$$y = \mathbf{Xr} + \mathbf{Zg} + \mathbf{Wp} + e;$$

em que:  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos de populações (assumidos como aleatórios),  $p$  é o vetor dos efeitos de parcela,  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.  $X$ ,  $Z$  e  $W$  são as matrizes de incidência dos referidos efeitos (modelo 24 do programa SELEGEN) (Resende, 2007).

Os parâmetros genéticos estimados foram:  $\hat{\sigma}_g^2$  variância genotípica entre espécies;  $\hat{\sigma}_c^2$  variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$  variância do residual;  $\hat{\sigma}_f^2$  variância fenotípica;  $\hat{h}_g^2$  herdabilidade individual no sentido amplo;  $\hat{C}_p^2$  coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas;  $r_{aa}$  acurácia;  $\hat{m}$  média geral.

A correlação fenotípica  $\hat{r}_f$  entre os dois caracteres foi estimada por:

$$\hat{r}_f = \frac{C\hat{O}V_{f(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{f(x)}^2 \cdot \hat{\sigma}_{f(y)}^2}}$$

Em que:  $C\hat{O}V_{f(x,y)}$  é a covariância fenotípica aditiva entre os dois caracteres ( $x$  e  $y$ ),  $\hat{\sigma}_{f(x)}$  é o componente de variância genética aditiva para o  $x$ , e  $\hat{\sigma}_{f(y)}$  é o componente de variância genética aditiva para o  $y$ . As correlações genéticas foram obtidas pelo método REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada). O erro padrão para correlações genéticas e fenotípicas foram estimadas por meio de teste  $t$ , descrito por Bussab e Moretin (2002).

$$t = \frac{\hat{r}_p}{\sqrt{1 - \hat{r}_p^2}} \sqrt{n - 2}$$

Em que:  $\hat{r}_p$  correlações genéticas ou fenotípicas, número de observações.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio obtido em ALT para *A. cylindrocarpon* foi de 8,55 m, variando entre indivíduos de 1,7 m a 17,7 m, o que proporcionou variação de 41,0%. Para *A. polyneuron*, foi observado crescimento inferior, a média foi de 4,50 m, com indivíduos com performance entre 2,0 m a 8,6 m, e variação dentro da espécie de 29,0%, o que pode ser atribuído às características de crescimento lento em espécies pertencentes ao grupo ecológico das secundárias tardias. Os valores altos do coeficiente de variação podem estar relacionados a não uniformidade das árvores dentro de parcelas, pois, em várias parcelas foram encontradas árvores dominadas, ou seja, as árvores que se encontravam sob o dossel das árvores maiores estão sentindo o efeito de competição por luz. Esses indivíduos dominados apresentam menor desenvolvimento, seu crescimento se torna limitado e há grande variação entre árvores de uma mesma espécie (Barros et al., 2010). Outro fator interessante foi que o local desse experimento é ao lado de uma mata ciliar, ou seja, no estágio inicial as mudas estavam sombreadas, entretanto a espécie *Inga marginata* teve desenvolvimento rápido, sendo mais dominante que aquelas de *Aspidosperma* spp. Assim, embora as parcelas fossem lineares, a competição de luz, nutrientes e espaço foi intensa para as três espécies no local.

O valor observado para a média do caráter DAP em *A. cylindrocarpon* foi de 6,61 cm, com mínimo de 1,34 e máximo de 15,41 cm. O coeficiente de variação foi de 47,5%, próximo ao observado para o caráter ALT. O valor médio obtido para DAP para a espécie *A. polyneuron* foi inferior (3,60 cm) ao obtido na espécie *A. cylindrocarpon*, com crescimento superior de 54% para esta última. O DAP em *A. polyneuron* variou de 1,34 a 15,41 cm, e uma variação experimental de 47,54%.

Conforme visto na Tabela 1, *A. cylindrocarpon* apresentou maior crescimento, com incremento médio anual – IMA de 0,57 m/ano em ALT e 0,44 cm/ano de DAP. *A. polyneuron* apresentou praticamente metade dos valores do IMA da outra espécie, com 0,30 m/ano para ALT e 0,24 cm/ano para DAP. Esses valores estão de acordo com Sato et al. (2008), que encontraram 13,14 cm de DAP (IMA de 0,31 cm) e 16,96 m de ALT (IMA de 0,40 m) em *A. polyneuron* aos 42 anos de idade. No geral, ambas as espécies apresentaram baixo desenvolvimento quando comparadas com algumas espécies na literatura avaliadas em idades parecidas, como, por exemplo, *Cariniana legalis* com 17 anos que apresentou altura de 12,3 m e 13,5 cm de DAP (Sebbenn et al., 2001) e *Myracrodruon urundeuva* com 17 anos, 11,5 m de altura e 13,1 cm de DAP (Freitas et al., 2007).

Tabela 1. Média, coeficientes de variação (CV (%)), valores máximos e mínimos para caracteres silviculturais em espécies de *Aspidosperma cylindrocarpon* e *Aspidosperma polyneuron*, aos 15 anos de idade, em Selvíria-MS, Brasil.

Table 1. Mean, coefficient of variation (CV (%)), maximum and minimum values for silvicultural traits in *Aspidosperma cylindrocarpon* and *Aspidosperma polyneuron*, at the age of 15 in Selvíria-MS, Brazil.

Parâmetros	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>		<i>Aspidosperma polyneuron</i>	
	ALT (m)	DAP (cm)	ALT (m)	DAP (cm)
Média	8,55	6,61	4,49	3,6
CV (%)	41,03	47,54	29,03	45,05
Máximo	17,7	15,41	8,6	9,23
Mínimo	1,7	1,34	2	0,95
Assimetria	0,31	0,72	1,08	1,38*
Curtose	-0,39	0,35	1,24	2,50*
Inferência	Simétrica Mesocúrtica	Assimétrica Positiva Mesocúrtica	Assimétrica Positiva Leptocúrtica	Assimétrica Positiva Leptocúrtica

\*Significativo a 5% (6,63), com um grau de liberdade; \*\*significativo a 1% (3,8), com um grau de liberdade pelo teste t.

\*Significant at 5% (6.63) with one degree of freedom; \*\*significant at 1% (3.8) with one degree of freedom by t test.

A classificação das frequências dos indivíduos em relação à distribuição de classes DAP foi diferente estatisticamente pelo teste *t* a nível de significância de 5% apenas para a espécie *A. polyneuron*. A curtose foi classificada como assimétrica positiva leptocúrtica, ou seja, ocorre uma distribuição assimétrica nos valores de DAP com a cauda da curva da distribuição de frequência declinada para a direita. Nesse caso, predominam na amostra valores inferiores à média. A distribuição das frequências apresentou uma distribuição leptocúrtica, ou seja, indica que a distribuição das frequências do DAP é mais estreita do que a curva normal, apresentando menor amplitude dos dados.

A correlação fenotípica para os caracteres ALT e DAP foi de baixa magnitude e não significativo para a espécie *A. cylindrocarpon* (0,07) e *A. polyneuron* (0,05). Desse modo, os ganhos na associação desses caracteres são independentes e devem ser praticados separadamente.

O valor da taxa de sobrevivência de 71% revelou boa adaptabilidade de ambas as espécies ao local de implantação do experimento. Por meio da análise de deviance, observaram-se diferenças significativas entre plantas para os caracteres DAP, ALT e SOB ( $p < 0,01$ ) (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros genéticos estimados para *Aspidosperma cylindrocarpon* e *Aspidosperma polyneuron*, aos 15 anos de idade, em Selvíria-MS, para os caracteres altura de planta (ALT-m), diâmetro à altura do peito (DAP-cm) e sobrevivência (SOB-%).

Table 2. Estimation of genetic parameters of *Aspidosperma cylindrocarpon* and *Aspidosperma polyneuron*, at the age 15 in Selvíria-MS, for the characters: plant height (H-m), breast height diameter (DBH-cm) and survival (S-%).

Parâmetros	ALT (m)	DAP (cm)	SOB (%)
$\hat{\sigma}_g^2$	8,1950	4,8305	0,1186
$\hat{\sigma}_c^2$	0,1354	0,3489	0,0544
$\hat{\sigma}_e^2$	7,8188	5,3579	0,0924
$\hat{\sigma}_f^2$	16,1494	10,5374	0,2655
$\hat{h}_g^2$	0,50 ( $\pm 0,14$ )	0,45 ( $\pm 0,12$ )	0,44 ( $\pm 0,11$ )
$\hat{C}_p^2$	0,0083	0,0331	0,2050
$r_{aa}$	0,9417	0,9226	0,8681
$\hat{m}$	6,5384	5,0628	0,7148
LRT ( $\chi^2$ )	46,53*	47,46*	32,17*

LRT: Teste da razão de verossimilhança;  $\chi^2$  qui-quadrado da deviance, \*significativo a 1% (6,63), com um grau de liberdade;  $\hat{\sigma}_g^2$  variância genotípica entre espécies;  $\hat{\sigma}_c^2$  variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$  variância do residual;  $\hat{\sigma}_f^2$  variância fenotípica;  $\hat{h}_g^2$  herdabilidade individual no sentido amplo;  $\hat{C}_p^2$  coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas;  $r_{aa}$  acurácia;  $\hat{m}$  média geral.

LRT: Likelihood ratio test;  $\chi^2$  chi-square deviance, \*significant at 1% (6.63) with one degree of freedom;  $\hat{\sigma}_g^2$  genotypic variance among species;  $\hat{\sigma}_c^2$  environmental variance between plots;  $\hat{\sigma}_e^2$  the residual variance;  $\hat{\sigma}_f^2$  phenotypic variance;  $\hat{h}_g^2$  individual heritability in the broad sense;  $\hat{C}_p^2$  coefficient determining plots effects;  $r_{aa}$  accuracy;  $\hat{m}$  average.

Os valores dos coeficientes de determinação dos efeitos de parcela ( $\hat{C}_p^2$ ) foram baixos para os dois caracteres em estudo e para as duas espécies, o que indica que não houve influência da distribuição das parcelas dentro das repetições

na estimativa dos parâmetros genéticos, o que determina a homogeneidade do ambiente na área experimental. De acordo com Resende (2002), uma estimativa de até 10% não chega a interferir na estimativa dos parâmetros genéticos.



Mesmo que os coeficientes de variação experimental tenham sido elevados (Tabela 1), não se pode afirmar que as estimativas sejam acuradas. Resende (2002) afirma que uma estatística adequada para avaliar a qualidade dos experimentos deveria levar em consideração o coeficiente de variação experimental ( $CVe$ ), o número de repetições e o coeficiente de variação genética. Esse conjunto de parâmetros determina a acurácia seletiva ( $r_{aa}$ ). Para Resende e Duarte (2007), a acurácia é considerada como de valor alto em no intervalo entre 70% a 90%, indicando alta precisão no acesso à variação genética verdadeira a partir da variação fenotípica observada nos caracteres, no presente estudo o valor da acurácia para os caracteres avaliados está dentro deste intervalo (Tabela 2). Segundo Vleck et al. (1987), os valores preditos permitem indicar com mais segurança se o germoplasma em estudo maximizará as possibilidades de progresso genético com seleção. A literatura prática pertinente ao assunto, apresentada por Resende et al. (1995) e Costa et al. (2000), tem demonstrado a importância da acurácia para apontar o grau de confiabilidade dos resultados obtidos na avaliação genética.

Como plantios experimentais semelhantes ao do presente estudo (com espécies nativas e idade estabelecida) são praticamente inexistentes, as informações produzidas aqui são importantes para: a) fornecer informações sobre o comportamento silvicultural de espécies nativas em consórcio a longo prazo; b) sugerir medidas adequadas de manejo, como poda, para promover melhor arquitetura das plantas; c) avaliar a taxa de sobrevivência e adaptação dessas espécies para fins de conservação genética *ex situ*; d) subsidiar avaliações da variabilidade e controle genético no local, a fim de se estabelecer no futuro a formação de um pomar de sementes melhoradas para suprir o mercado de reflorestamento.

#### 4 CONCLUSÕES

*Aspidosperma cylindrocarpon* apresentou maior crescimento e dominância em relação a *A. polyneuron* aos 15 anos.

A ausência do uso de estrutura de progênies no experimento não impossibilitou a obtenção de informações relevantes sobre a diversidade genética do plantio em duas espécies de *Aspidosperma*, porém, vale ressaltar que é de suma importância para o estudo de populações que novas coletas de sementes sejam realizadas para um estudo de progênies.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, B.C. et al. Volumetria e sobrevivência de espécies nativas e exóticas no pólo gessero do Araripe, PE. **Revista Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 641-647, 2010.
- BATISTA, C.M. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e a variabilidade em procedências e progênies de *Handroanthus vellosii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 71, p. 269-276, 2012.
- BUSSAB, W.O.; MORETIN, P.A. **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- CARVALHO, P.E.R. **Peroba-rosa – *Aspidosperma polyneuron***. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 12 p. (Circular Técnica, 96).
- COSTA, R.B. et al. Selection and genetic gain in populations of *Hevea brasiliensis* with a mixed mating system. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, p.671-679, 2000.
- DAMASCENO, J.O. et al. Genetic differentiation in *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae) over a short geographic distance as assessed by AFLP markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, n. 2, p. 1180-1187, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FREITAS, M.L.M. et al. Formação de pomar de sementes a partir da seleção dentro de teste progênies de *Myracrodruon urundeuva*. **Rev. Inst. Flor.**, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2007.

HERNANDES, F.B.T.; LEMOS-FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIBRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP, 1995. p. 45.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP, **Série Técnica IPEF**, v. 8, n. 25, p.1-43, 1992.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2014.3. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 11 Feb. 2015.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; VENCovsky, R. Conservação *in situ* de espécies arbóreas tropicais. In: NASS, L.L. et al. **Recursos genéticos e melhoramentos de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 149-158.

\_\_\_\_\_. Conservação *in situ* de espécies arbóreas tropicais. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. v. 2, 368 p.

MENDES, H.S.J.; PAULA, D.R. Conservação genética de espécies arbóreas florestais. **Cultivar Grandes Culturas**, 2010. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/conservacao-genetica-de-especies-arboreas-florestais>. Acesso em: ago. 2015.

MORAES, M.A. et al. Estimating coancestry within open-pollinated progenies of a dioecious species: the case study of *Myracrodruon urundeuva*. **Silvae Genetica**, v. 61, p. 256-264, 2012.

\_\_\_\_\_. et al. Variação genética em progênies de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. utilizando o delineamento sistemático tipo “leque”. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 98, p. 175-183, 2013.

MORAES, M.L.T.; MORI, E.S.; RODRIGUES, C.J. Delineamento de pomares multiespécies. In: HIGA, A.R.; SILVA, L.D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. 264 p.

NOGUEIRA, J.C.B. **Reflorestamento misto com essências nativas: a mata ciliar**. São Paulo: Instituto Florestal, 2010. p.148.

OLIVEIRA, V.B. et al. Atividade biológica e alcaloides indólicos do gênero *Aspidosperma* (Apocynaceae): uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, p. 92-99, 2009.

PÉREZ, N.M.; TORRICO, F.B.; MORALES, A. Acute toxicity, antinociceptive activity and indole alkaloids of aqueous extract from bark of *Aspidosperma cuspa* (Kunth) Blake. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 143, n. 2, p. 599-603, 2012.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. p. 975.

\_\_\_\_\_. **SELEGEN – REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos linear misto**. Colombo: Embrapa Floresta, 2007. p. 359.

\_\_\_\_\_. et al. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variância de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Revista Floresta**, v. 24, n. 1/2, p. 35-45, 1995.

\_\_\_\_\_.; DUARTE, J.B. Precisão e controle experimental de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

RIBEIRO, E.F. et al. Diuretic effects and urinary electrolyte excretion induced by *Aspidosperma subincanum* Mart. and the involvement of prostaglandins in such effects. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 163, p. 142-148, 2015.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. p. 294.

SATO, A.S. et al. Crescimento e sobrevivência de duas procedências de *Aspidosperma polyneuron* em plantios experimentais em Bauru, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, n. 1, p. 23-32, 2008.

RECCO, C.R.S.B. et al. Variação fenotípica em *Aspidosperma* spp.

SEBBENN, A.M. et al. Depressão por endogamia em populações de jequitibá-rosa. **Rev. Inst. Flor.**, v. 13, n. 1, p. 61-81, 2001.

SENNA, S.N. et al. Variação e parâmetros genéticos em teste de progênies de polinização livre de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em Luiz Antonio –SP. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 95, p. 345-352, 2012.

TOREZAN, J.M.D. et al. Genetic variability of pre and post-fragmentation cohorts of *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. (Apocynaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 2, p. 171-180, 2005.

VALOIS, A.C.; NASS, L.L.; GOES, M. Conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L.L. et al. **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 29-55.

VLECK, L.D. van; POLLAK, E.J.; OLTEMACU, E.A.B. **Genetics for the animal sciences**. New York :W.H. Freeman, 1987. p. 391.

ZIMBACK, L. et al. Estrutura genética de peroba (*Aspidosperma polyneuron*) no Estado de São Paulo, Brasil. **Rev. Inst. Flor.**, v. 23, n. 2, p. 265-277, 2011.



**O PAPEL DAS AVES NA DISPERSÃO E GERMINAÇÃO  
DE SEMENTES DO PAU-INCENSO (*Pittosporum undulatum* Vent.)  
EM UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA<sup>1</sup>**

**BIRD ROLE IN SEED DISPERSION AND GERMINATION  
OF *Pittosporum undulatum* Vent. SEEDS IN AN ATLANTIC FOREST REMNANT**

Mariana Lopes CAMPAGNOLI,<sup>2,3</sup>; Sergio Roberto Garcia dos SANTOS<sup>2</sup>;  
Sebastiana Dutra de Souza Revoredo da SILVA<sup>2</sup>;  
Alexsander Zamorano ANTUNES<sup>2</sup>

**RESUMO** – A invasão biológica pela espécie *Pittosporum undulatum* Vent. pode ocasionar degradação de ecossistemas nativos, perda de espécies e de serviços ecossistêmicos. Além das características biológicas que favorecem seu estabelecimento, seus frutos são fontes alimentares para algumas espécies de aves, que acabam por dispersar suas sementes. O presente estudo foi realizado no Parque Estadual Alberto Löfgren, e visou verificar as espécies de aves potencialmente dispersoras do pau-incenso, comparar os registros de alimentação obtidos para esta árvore e para outras seis espécies arbóreas locais e avaliar a influência da ingestão das sementes pelas aves na sua taxa de germinação. A coleta de dados consistiu em observações focais das aves em atividade de forrageio no pau-incenso e a captura de indivíduos com redes de neblina para coleta de sementes nas fezes. Testes de germinação foram realizados com as sementes coletadas das fezes e diretamente dos frutos maduros. No total, foram encontradas 107 sementes nas fezes de oito sabiás, pertencentes a três espécies: *Turdus rufiventris*, *Turdus amaurochalinus* e *Turdus albicollis*. Não encontramos diferenças significativas nas taxas de germinação entre os tratamentos. Apesar da passagem das sementes pelo trato digestório das aves não ter alterado significativamente as taxas de germinação, os sabiás podem ser importantes dispersores do pau-incenso, permitindo a colonização de novas áreas por esta espécie exótica e intensificando seu processo de invasão biológica na Mata Atlântica.

Palavras-chave: invasão biológica; dispersão; conservação; *Turdus*.

**ABSTRACT** – Biological invasion by the species *Pittosporum undulatum* Vent. could bring degradation to native ecosystems and loss of biodiversity and ecological services. Besides the biological features favoring the establishment of the species in natural environments, some bird species use its fruits as food sources, being responsible for its seed dispersion. The present study was held at Alberto Löfgren State Park, São Paulo, Southeastern Brazil, and aimed to verify which bird species are *P. undulatum* potential dispersers; to compare feeding bouts to *P. undulatum* with another six arboreal species and to evaluate the influence of seed ingestion in germination rates. We sampled data using focal observation of foraging birds in *P. undulatum* and captured individuals with mist nets to collect seed from their faeces. In addition, we have made seed germination tests that included seeds collected from bird faeces and directly from mature fruits in trees. We found 107 seeds inside the faeces of eight thrushes, belonging to three species: *Turdus rufiventris*, *Turdus amaurochalinus* and *Turdus albicollis*. We did not find significant differences in germination rates between treatments. Although the passage through the birds' digestive system did not change significantly germination rates, thrushes can be important dispersers of *P. undulatum*, allowing colonization of new areas and intensifying the biological invasion process in Atlantic Forest.

Keywords: biological invasion; seed dispersion; conservation; *Turdus*.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 01.03.2016. Aceito para publicação em 23.05.2016.

<sup>2</sup>Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Autora para correspondência: Mariana Lopes Campagnoli – marianacampagnoli@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

O pau-incenso *Pittosporum undulatum* Vent. é uma árvore originária da Austrália, disseminada ao redor do globo para uso paisagístico ou como cerca viva (Goodland e Healey, 1996). Em vários locais acabou se tornando uma espécie invasora, degradando os ecossistemas nativos, ocasionando a perda de espécies e de serviços ecossistêmicos. Mesmo em localidades com elevado número de espécies vegetais invasoras, o pau-incenso destaca-se por apresentar a maior densidade e frequência entre elas (Mielke et al., 2015). No Brasil, sua ocorrência como invasora foi assinalada principalmente em localidades florestais do Centro-Sul (Blum et al., 2005; Santana e Encinas, 2008; Instituto Hórus, 2016).

Pode ser considerada uma espécie oportunista, aproveitando-se de alterações ambientais resultantes da atividade humana para seu estabelecimento (Goodland e Healey, 1997). Entre as características que favorecem seu estabelecimento em uma região, podem ser citadas: elevada produção de propágulos (37.500 sementes por indivíduo), altos índices de germinação de sementes (Mullet, 1999a; 1999b), grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de solo (Mullet, 1999b) e crescimento e rebrota favorecidos pela abertura de clareiras (Rose, 1997). Com isto, essa espécie ocupa o espaço disponível de maneira mais eficiente do que as espécies nativas e pode reduzir a diversidade local e dominar a comunidade vegetal (Rose, 1997).

A dispersão das sementes do pau-incenso pode ser hidrocórica ou zoocórica, sendo a ornitocoria a forma mais eficiente de disseminação (Cooper, 1959; Goodland e Healey, 1997; Mullet, 1999b; Blum et al., 2005; Heleno et al., 2011). No Brasil, os frutos do pau-incenso são reportados como fonte alimentar para sabiás *Turdus* spp. (Fonseca e Antunes, 2007). É possível que espécies da família Turdidae sejam potenciais dispersoras de suas sementes, uma vez que apresentam o comportamento alimentar de engolir os frutos inteiros (Moermond e Denslow, 1983; Parrini, 2015).

Alguns estudos demonstraram que a passagem de sementes pelo trato digestório de vertebrados, como as aves, pode influenciar nos padrões de germinação de algumas espécies vegetais (Barnea et al., 1991; D'Avila et al., 2010; Traveset e Verdú, 2002). A passagem da semente pelo trato digestório resulta no desgaste da polpa que a envolve, o que possivelmente aumenta sua permeabilidade à água e gases, consequentemente aumentando as taxas de germinação (Barnea et al., 1991; Traveset e Verdú, 2002).

Os objetivos do presente estudo foram verificar as espécies de aves potencialmente dispersoras do pau-incenso num remanescente de Mata Atlântica do Sudeste do Brasil, comparar os registros de alimentação obtidos para o pau-incenso com outras seis espécies arbóreas ornitocóricas locais e avaliar a influência da ingestão das sementes de pau-incenso na sua taxa de germinação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Parque Estadual Alberto Löfgren – PEAL (23°27'41"S e 46°37'54"W), zona norte da cidade de São Paulo. O parque possui altitude média de 776 m, ocupa uma área de 174 ha e é contíguo ao Parque Estadual da Cantareira. Sua vegetação é constituída por talhões com plantios de espécies arbóreas nativas e exóticas, os chamados arboretos, e por trechos nos estádios de sucessão ecológica inicial e médio de Floresta Ombrófila Densa Montana. Algumas das espécies exóticas cultivadas, entre elas o pau-incenso, conseguiram se estabelecer naturalmente nos setores de vegetação nativa do parque (São Paulo, 2012).

No PEAL o plantio de pau-incenso ocorreu no arboreto da Vila Amália (Figura 1) em dois períodos distintos. Em 1926, no chamado lote 194, foram plantados indivíduos procedentes do Tahiti e, em 1939, no lote 160, mudas originárias da Argentina (João Batista Baitello, comunicação pessoal). Segundo o plano de manejo do PEAL, a disseminação natural dessa espécie em outras áreas do parque ocorreu pouco tempo após o seu plantio, estando, atualmente, distribuída de forma ampla nesta unidade de conservação (São Paulo, 2009).

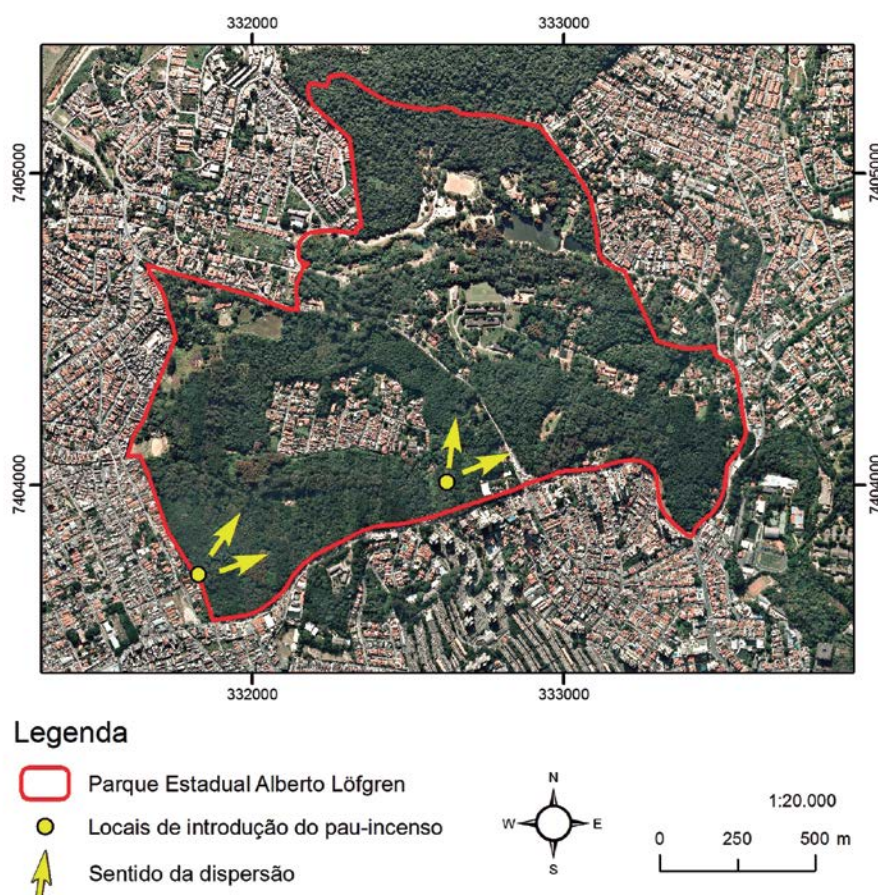


Figura 1. Área de estudo, indicando os locais de introdução de pau-incenso e o sentido da sua dispersão.

Figure 1. Study area, indicating *Pittosporum undulatum* introduction sites and the way of dispersion.

Os dados coletados foram obtidos durante um projeto de monitoramento a longo prazo da avifauna do parque. A atividade de captura das aves ocorreu entre julho de 2014 e julho de 2015. Em localidades selecionadas aleatoriamente, foram instaladas entre quatro e seis redes de neblina, que permaneciam abertas por até quatro horas, no período da manhã, e eram checadas a cada 30 minutos. As redes mediam 12 m por 2,5 m e apresentavam dois tipos de malhas: 30 mm e 36 mm. O esforço amostral foi de 29 dias de captura e 20.880 m<sup>2</sup> x h. As aves capturadas foram medidas, pesadas, anilhadas e fotografadas, sendo liberadas no mesmo local de captura. Os sacos de contenção foram verificados quanto à presença de fezes contendo sementes de pau-incenso. O período de permanência das aves dentro dos sacos foi, em média, 5 minutos e correspondeu apenas ao tempo

na qual estas aguardavam o manuseio para a obtenção de dados morfológicos. As sementes encontradas foram encaminhadas ao Laboratório de Sementes da Seção de Silvicultura do Instituto Florestal para a realização dos testes de germinação.

As sementes coletadas nas fezes foram imediatamente colocadas para germinar e comparadas com a amostra controle, constituída de sementes obtidas diretamente de frutos maduros iniciando o processo de abertura das cápsulas em agosto de 2014. O tratamento controle contou com quatro repetições com 25 sementes cada, provenientes de dez árvores distintas. Já as sementes obtidas nas fezes originaram seis repetições que apresentaram número variável de sementes. A diferença no tamanho das amostras ocorreu devido à dificuldade de obtenção das sementes nas fezes e à necessidade de se iniciar os testes rapidamente.

Tanto as sementes coletadas nas fezes, como as da amostra controle foram semeadas sobre substrato de papel dentro de caixas acrílicas medindo 11 x 11 x 4 cm, conhecidas como gerbox. Essas caixas foram colocadas dentro de germinadores, do tipo BOD, regulados para a temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 8 horas de luz.

Para a determinação da assembleia de aves consumidoras dos frutos de pau-incenso, foram realizadas também 10 horas de observação focal de árvores com frutos maduros, obtidos durante as atividades de captura. O número de espécies consumidoras e o total de registros de alimentação (*feeding bouts*) foram comparados aos resultados obtidos em outros estudos com 10 horas de observação focal para seis espécies de arbóreas ornitocóricas ocorrentes no PEAL, três nativas e três exóticas (Fonseca e Antunes, 2007; Omote et al., 2014).

O teste qui-quadrado com correção de Yates foi efetuado para comparar as taxas de germinação entre os tratamentos. Utilizamos o programa BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2010) e foi considerado significativo  $p < 0,05$ .

### 3 RESULTADOS

Foram capturados 102 indivíduos pertencentes a 12 espécies de aves conhecidas por incluírem frutos em suas dietas (Tabela 1). Destes, 84 eram representantes da família Turdidae, sendo que fezes com sementes de pau-incenso foram encontradas em oito indivíduos desta família. Esse valor representa, respectivamente, 7% e 10% do total de frugívoros e turdídeos capturados. Ao todo foram encontradas 107 sementes nas fezes, entre uma a 15 sementes por indivíduo.

Tabela 1. Aves frugívoras capturadas no Parque Estadual Alberto Löfgren, entre julho de 2014 e julho de 2015.

Table 1. Frugivorous birds captured in Alberto Löfgren State Park between July 2014 and July 2015.

Táxon	Nº de indivíduos capturados	No de indivíduos que apresentaram sementes nas fezes
Ordem Columbiformes		
Columbidae		
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	1	
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	1	
Ordem Passeriformes		
Rhynchocyclidae		
<i>Mionectes rufiventris</i> Cabanis, 1846	1	
Turdidae		
<i>Turdus flavipes</i> Vieillot, 1818	3	
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	14	
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	50	2
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	3	1
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	14	5
Thraupidae		
<i>Trichothraupis melanops</i> (Vieillot, 1818)	5	
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	1	
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	3	
Cardinalidae		
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	6	



No tratamento controle, a taxa de germinação variou entre 48 e 84% por repetição e, no total, 66% das sementes germinaram. No tratamento com o material obtido nas fezes das aves, foi possível efetuar seis repetições de oito a 31 sementes, referentes aos diferentes dias de amostragem. Neste tratamento, a taxa de germinação variou entre 13 e 81% por repetição e, no total, 47 (44%) das sementes germinaram. Não houve diferença significativa nas taxas de germinação entre os tratamentos ( $\chi^2 = 2,867$  g.l. = 1 p = 0,09).

Além desses turdídeos, em observações focais foram detectadas outras quatro espécies de aves consumindo frutos do pau-incenso: o jacaguaçu *Penelope obscura* Temminck, 1815, o pica-pau-de-cabeça-amarela *Celeus flavescens* (Gmelin, 1788), a maitaca-verde *Pionus maximiliani* (Kuhl, 1820) e o sabiá-branco *Turdus leucomelas* Vieillot, 1818. Quando comparada a outras espécies arbóreas zoocóricas ocorrentes no PEAL, observa-se que o pau-incenso apresenta menor riqueza de visitantes e menor número de *feeding bouts* (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação da riqueza de aves e o total de *feeding bouts*, em 10 horas de observação, entre *Pittosporum undulatum* e outras seis espécies zoocóricas pesquisadas no PEAL. \* indica espécie exótica.

Table 2. Comparison of bird richness and total of *feeding bouts*, in 10 hours of observation, between *Pittosporum undulatum* and other six zoochorous species researched in PEAL. \* indicates exotic species.

Espécie	Riqueza de Visitantes	Total de Feeding Bouts	Referência
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.	21	218	Fonseca e Antunes, 2007
<i>Eugenia uniflora</i> L. *	10	94	Fonseca e Antunes, 2007
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	10	116	Omote et al. 2014
<i>Morus nigra</i> L.*	15	206	Fonseca e Antunes, 2007
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	16	59	Fonseca e Antunes, 2007
<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien*	19	236	Omote et al., 2014
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.*	7	15	Presente estudo

#### 4 DISCUSSÃO

Os sabiás são abundantes na área de estudo, constituindo o principal grupo de dispersores de sementes (Cerisola et al., 2007; Fonseca e Antunes, 2007; Omote et al., 2014). Dentre as espécies de aves capturadas,

as sementes de pau-incenso foram encontradas apenas nas fezes de três espécies da família Turdidae. Os sabiás são aves que apresentam o comportamento de “engolidores” de frutos (Parrini, 2015), o que pode ter facilitado o encontro das sementes de pau-incenso em suas fezes.

A zoocoria contribui para a deposição das sementes longe da planta-mãe, o que pode favorecer sua germinação (Pjil, 1972). Apesar do limitado número de sementes obtidas em fezes e dospelos *feeding bouts* observados, a interação entre o pau-incenso e os sabiás pode ter favorecido a dispersão dessa árvore na área de estudo. Em apoio a essa constatação, em áreas invadidas na Austrália, o principal consumidor das sementes de pau-incenso é *Turdus merula* Linnaeus, 1758, espécie exótica introduzida da Europa (Gleadow e Rowan, 1982).

Nossos resultados com o pau-incenso mostram que os efeitos da escarificação (retirada da camada que envolve as sementes), graças à passagem da semente pelo trato digestório das aves, não apresenta efeitos significativos sobre a germinação. Contudo, é sabido que os efeitos da escarificação na germinação variam entre as espécies vegetais e de acordo com a espécie animal dispersora, dependendo também, de uma série de características próprias das sementes individuais, como tamanho e espessura da casca (Barnea et al., 1991; Traveset, 1998).

A germinação das sementes também pode ser afetada por outros fatores envolvidos na frugivoria, como a remoção de inibidores de germinação presentes na polpa dos frutos e fertilização pelo material fecal que envolve as sementes (Traveset e Verdú, 2002). Assim, outra forma de avaliar a influência da ingestão das sementes de pau-incenso na taxa de germinação seria executar um estudo comparativo entre a germinação das sementes, que passaram pelo trato digestório das aves, e das sementes intactas ainda envoltas pela polpa dos frutos (Yagihashi et al., 1998; 1999; Robertson et al., 2006). Outra abordagem interessante avaliaria a influência da fertilização, comparando a taxa de germinação de sementes defecadas separadas das fezes e de sementes defecadas ainda envoltas em fezes.

O consumo das sementes pelos sabiás pode ser um fator que possibilitou o estabelecimento do pau-incenso em locais não favoráveis à ocorrência de hidrocoria. Isso permite, por exemplo, que essa árvore colonize áreas localizadas em altitudes mais elevadas do que o ponto inicial de seu plantio. Observamos esse padrão em relação ao contíguo Parque Estadual da Cantareira, em altitude em torno de 50 m acima do PEAL, e que apresenta trechos com diversos indivíduos da espécie estabelecidos (observação pessoal).

As quatro espécies de sabiás registradas consumindo frutos de pau-incenso apresentam diferenças quanto aos habitats utilizados, o que pode refletir no seu desempenho como dispersores. Um dos fatores mais importantes para o estabelecimento de plântulas de pau-incenso é o sombreamento (Gleadow e Rowan, 1982). O sabiá-coleira utiliza o interior do sub-bosque com mais frequência que as outras espécies de sabiás, o que poderia permitir a deposição das sementes de pau-incenso em sítios mais favoráveis ao seu desenvolvimento.

O consumo dos frutos do pau-incenso por aves foi baixo quando comparado aos dados obtidos para outras espécies vegetais ocorrentes no PEAL, o que pode indicar que os frutos de *P. undulatum* são menos atrativos para as aves frugívoras. Essa observação se corrobora pela afirmação de Mielke (2012) de que muitos herbívoros não apreciam as sementes resinosas do pau-incenso. Dentre as espécies observadas consumindo os frutos de *P. undulatum*, no PEAL, a maitaca apesar de ingerir a polpa, é principalmente uma predadora de sementes e provavelmente, não contribui significativamente para a dispersão do pau-incenso se comparada aos demais consumidores, que ingerem o fruto ou as sementes inteiras. Apesar de seu tamanho relativamente pequeno, as sementes de pau-incenso estão dentro do espectro que é predado por essa ave (Galetti, 1993).

Concluimos que na Mata Atlântica do Sudeste brasileiro a interação entre o pau-incenso e aves frugívoras pode permitir a colonização de novas áreas por esta espécie exótica. Uma vez ocorrido esse estabelecimento, a dinâmica de ocupação pode prescindir da interação, devido às características biológicas do pau-incenso, favoráveis à sua disseminação. Mais estudos são necessários para esclarecer a importância dos dispersores na germinação das sementes do pau-incenso. Esses dados são importantes para a compreensão dos processos que atuam na disseminação de espécies invasoras, como o *P. undulatum*, proporcionando melhores subsídios para as ações de manejo no interior de unidades de conservação.

## 5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Florestal por meio da COTEC (Processo SMA 260108-008.500/2009) e à gestora do Parque Estadual Alberto Löfgren, Roselaine Barros Machado, pela autorização para o desenvolvimento do projeto. À pesquisadora Marina Mitsue Kanashiro pelo auxílio na confecção da Figura 1. Para as atividades de captura e manuseio, contou-se com as autorizações SISBIO para captura (autorização 29073-4) e CEMAVE para anilhamento (registro 581572, autorização 1256/7). Somos gratos aos dois revisores anônimos pelas sugestões e críticas pertinentes, que aprimoraram o manuscrito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M. et al. **BioEstat 5.0** – aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Brasília, DF: CNPq, 2010. 290 p.
- BARNEA, A.; YOM-TOV, Y.; FRIEDMAN, J. Does ingestion by birds affect seed germination? **Functional Ecology**, v. 5, p. 394-402, 1991.
- BLUM, C.T. et al. Espécies vegetais invasoras em comunidades florestais nativas nas margens da represa do Vossoroca, APA de Guaratuba, Paraná, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 14 p.
- CERISOLA, C.M.; ANTUNES, A.Z.; PORT-CARVALHO, M. Consumo de frutos de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) por vertebrados no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, Sudeste do Brasil. **IF Série Registros**, n. 31, p. 167-71, 2007.
- COOPER, R.P. Birds feeding on *Pittosporum* seeds. **Emu**, v. 59, p. 60-1, 1959.
- D'AVILA, G. et al. The role of avian frugivores on germination and potential seed dispersal of the Brazilian Pepper *Schinus terebinthifolius*. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 45-51, 2010.
- FONSECA, F.; ANTUNES, A. Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, p. 81-91, 2007.
- GALETTI, M. Diet of scaly-headed parrot (*Pionus maximiliani*) in a semi-deciduous forest in southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 25, p. 419-425, 1993.
- GLEADOW, R.M.; ROWAN, K.S. Invasion by *Pittosporum undulatum* of the forests of Central Victoria: effects of temperature and light on growth and drought resistance. **Australian Journal of Botany**, v. 30, p. 347-57, 1982.

GOODLAND, T.; HEALEY, J.R. **The invasion of Jamaican montane rainforests by the Australian tree *Pittosporum undulatum***. Bangor: School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, 1996. 55 p.

\_\_\_\_\_. **The effect of *Pittosporum undulatum* on the native vegetation of the Blue Mountains of Jamaica**. Bangor: School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, 1997. 41 p.

HELENO, R.H. et al. The role of avian 'seed predators' as seed dispersers. **Ibis**, v. 153, p. 199-203, 2011.

INSTITUTO HÓRUS. ***Pittosporum undulatum***. 2016. Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 1 mar. 2016.

MIELKE, E.C. **Árvores exóticas invasoras em Unidades de Conservação de Curitiba, Paraná: subsídios ao manejo e controle**. 2012. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

\_\_\_\_\_. et al. Espécies exóticas invasoras arbóreas no Parque da Barreirinha em Curitiba: registro e implicações. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 327-336, 2015.

MOERMOND, T.C.; DENSLOW, J.S. Fruit choice in neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. **Journal of Animal Ecology**, v. 52, p. 407-420, 1983.

MULLETT, T.L. Some characteristics of a native environmental weed: *Pittosporum undulatum*. In: BISHOP, A.C. et al. AUSTRALIAN WEEDS CONFERENCE, 12., 1999, Hobart. **Proceedings...** Devonport: Tasmanian Weed Society, 1999a. p. 592-595.

\_\_\_\_\_. Ecological aspects of sweet pittosporum (*Pittosporum undulatum* Vent.): implications for control and management. In: BISHOP, A.C. et al. MULLETT, T.L. AUSTRALIAN WEEDS CONFERENCE, 12., 1999, Hobart. **Proceedings...** Devonport: Tasmanian Weed Society, 1999 **Proceedings...** Devonport: Tasmanian Weed Society, 1999b. p. 489-492.

OMOTE, T.; ANTUNES, A.Z.; MATSUKUMA, C.K. Comparação de aspectos fenológicos e de frugivoria entre a palmeira nativa *Euterpe edulis* Mart. e a palmeira exótica *Phoenix roebelenii* O'Brien (Arecaceae) no Sudeste do Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, v. 26, p. 169-181, 2014.

PARRINI, R. **Quatro estações: História Natural das aves na Mata Atlântica – uma abordagem trófica**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 354 p.

PIJL, L. van der. **Principles of dispersal in higher plants**. New York: Springer Verlag, 1972. 162 p.

ROBERTSON, A.W. et al. Assessing the benefits of frugivory for seed germination: the importance of the deinhibition effect. **Functional Ecology**, v. 20, p. 58-66, 2006.

ROSE, S. Influence of suburban edges on invasion of *Pittosporum undulatum* into the bushland of northern Sydney, Australia. **Australian Journal of Ecology**, v. 22, p. 89-99, 1997.

SANTANA, O.A.; ENCINAS, J.I. Levantamento das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. **Biotemas**, v. 21, p. 29-38, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Florestal. **Parque Estadual da Cantareira: plano de manejo**. São Paulo, 2009. 541 p.

\_\_\_\_\_. Fundação Florestal. **Parque Estadual da Alberto Löfgren: Plano de Manejo**. São Paulo, 2012. 710 p.

TRAVERSE, A. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 1/2, p. 151-190, 1998.

\_\_\_\_\_.; VERDÚ, M. A Meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination. **CAB International**, p. 339-350, 2002.

CAMPAGNOLI, M.L. et al. Aves e a disseminação do pau-incenso.

YAGIHASHI, T.; HAYASHIDA, M.; MYIAMOTO, T. Effects of bird ingestion on seed germination of *Sorbus commixta*. **Oecologia**, v. 114, p. 209-212, 1998.

\_\_\_\_\_. Effects of bird ingestion on seed germination of two *Prunus* species with different fruit-ripening seasons. **Ecological Research**, v. 14, p. 71-76, 1999.



**WOOD AXIAL CHARACTERIZATION OF 32-YEAR-OLD  
*Croton piptocalyx* Müll. Arg. EUPHORBIACEAE<sup>1</sup>**

**CARACTERIZAÇÃO AXIAL DA MADEIRA DE *Croton piptocalyx* Müll. Arg.  
EUPHORBIACEAE COM 32 ANOS DE IDADE**

Amanda Aparecida Vianna ASSAD<sup>2</sup>; Eduardo Luiz LONGUI<sup>3,4</sup>;  
Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM<sup>3</sup>; Israel Luiz de LIMA<sup>3</sup>;  
Miguel Luiz Menezes FREITAS<sup>3</sup>; Antonio Carlos Scatena ZANATTO<sup>3</sup>;  
Marcelo ZANATA<sup>3</sup>

**ABSTRACT** – This paper aims to characterize the wood anatomy of *Croton piptocalyx*. To carry out an investigation of axial variation, discussing it in a functional context, helping to increase knowledge about the species. Five randomly selected 32-year-old trees were felled at the Luiz Antonio Experimental Station, located in Luiz Antonio City, São Paulo state, Brazil. From stems, discs were cut from six different stem heights (stem base, 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, and 5 m). For each disc, samples close to the bark were removed for wood anatomy studies and specific gravity calculation. Wood anatomy of *C. piptocalyx* generally agrees with that of other species of the genus as described in the literature. However, variation in both quantitative and qualitative data could be related to tree age and species differences. Axial variations found in vessel element length, vessel diameter and ray height can be respectively related to the hypothesized Typical Radial Pattern based on the occurrence of shorter and narrower cells in younger parts of the wood, involving vessel element length and diameter, and mechanical requirement in the case of higher rays at the trunk base.

Keywords: caixeta; specific gravity; tropical wood; wood anatomy.

**RESUMO** – Nosso objetivo foi caracterizar anatomicamente a madeira de *Croton piptocalyx*, investigando a variação axial e discutindo-a em um contexto funcional, contribuindo para aumentar o conhecimento sobre a espécie. Cortamos aleatoriamente cinco árvores com 32 anos de idade na Estação Experimental de Luiz Antonio, na cidade de Luiz Antonio, São Paulo, Brasil. Dos troncos retiramos discos em seis alturas diferentes (base do tronco, 1 m, 2 m, 3 m, 4 m e 5 m). Em cada um dos discos, retiramos amostras próximas à casca para estudos anatômicos e determinação da densidade aparente. A anatomia da madeira de *C. piptocalyx* em geral é similar com o que já está descrito na literatura para outras espécies do gênero. No entanto, há variações quantitativas e qualitativas, que em parte podem estar relacionadas às diferenças na idade de árvores e, obviamente, à diferença entre espécies. As variações axiais no comprimento dos elementos de vaso, diâmetro do vaso e altura do raio, devem estar relacionadas, respectivamente, ao Típico Padrão Radial, caracterizado pela ocorrência de células menores e mais estreitas em partes mais jovens da madeira (comprimento do elemento de vaso e diâmetro do vaso) e aos requerimentos mecânicos, no caso dos raios mais altos na base do tronco. –

Palavras-chave: caixeta; densidade aparente; madeiras tropicais; anatomia da madeira.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 10.03.2016. Aceito para publicação em 06.06.2016.

<sup>2</sup>Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis – UFSCAR.

<sup>3</sup>Instituto Florestal. Rua do Horto 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Corresponding author: Eduardo Luiz Longui – edulongui@gmail.com

## 1 INTRODUCTION

The genus *Croton* comprises 316 species in Brazil, of which 252 are endemic, occurring throughout the country. *Croton piptocalyx* Müll. Arg., commonly known as caixeta, is a native and endemic species in Brazil, distributed in the northeast (Bahia state) and southeast (Minas Gerais, Rio de Janeiro and São Paulo states) in the Atlantic Forest (Cordeiro et al., 2016). Its wood has low density, low durability under adverse conditions, and it shows no distinctive color between heartwood and sapwood. It can be used for internal work, ceilings, toys, light artefacts or boxes, etc. The tree shows rapid growth, and may be used in recovery planting (Lorenzi, 2002).

The wood of some species of this genus have already been studied (Luchi, 2004; Wiedenhoeft, 2008; Wiedenhoeft et al., 2009; Longui et al., 2012; Novello et al., 2012; Siegloch et al., 2012). However, no studies in the literature have reported on *C. piptocalyx* wood. Therefore, this paper examines the axial variations in stem of this native Brazilian species in order to expand knowledge about axial transport of water and mechanical requirements. The results provide information about wood quality along the trunk, as well as ecophysiology of this species. Thus, results can be interpreted and used in future studies of the species.

To study the structure and function of wood is essential to understand how anatomical features interact directly influences physical and mechanical properties and their variations along the trunk, in turn giving a particular wood quality for specific purposes (Wiedenhoeft, 2010). In particular, this paper characterizes the wood anatomy of *Croton piptocalyx* by investigating axial variations within a functional context.

## 2 MATERIAL AND METHODS

### 2.1 Study Site and Sampling

The experimental planting was established in 1979 at the Luiz Antonio Experimental Station in the municipality of Luiz Antonio, São Paulo state, Brazil, and spacing of 3 x 2 m. The planting was located at latitude 21°40'S, longitude 47°49'W, and altitude of 550 m. The average annual rainfall is 1,365 mm over oxisols or sandy textured soils. Climate is Aw in the Köppen classification (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI, 2016).

Five 32-year-old trees were collected from an exploratory forest inventory. Discs 8 cm thick were collected from six different stem heights (stem base, 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, and 5 m). For each disc, samples ( $\approx 3 \times 2 \times 2$ ) close to the bark were removed for wood anatomy studies and specific gravity determination.

Table 1. Dendrometric data of 32-year-old *Croton piptocalyx* trees.

Tabela 1. Dados dendrométricos das árvores de *Croton piptocalyx* aos 32 anos de idade.

Tree	Diameter at breast height (cm)	Height (m)
1	16.0	14.2
2	15.5	13.6
3	15.5	13.0
4	15.5	14.5
5	15.0	15.5
mean	15.5	14.2



## 2.2 Anatomical Analysis

Macroscopic description was performed using a 10x hand lens according to Coradin and Muniz (1992). Microscopic terminology followed the IAWA list (IAWA Committee, 1989). For wood description, samples 1 m from the ground were taken.

Small pieces (2 cm<sup>3</sup>) were cut from the side of samples, and macerations were prepared according to the modified Franklin method (Berlyn and Miksche, 1976), modification is due to differences in the concentration of hydrogen peroxide in solution that is higher in our study. Then, samples were boiled for about 60 min in water, glycerin and alcohol (4:1:1), and 16 µm transverse and longitudinal (tangential and radial) sections were cut with a sledge microtome. Sections were clarified and stained with a 1% solution of safranin, washed with distilled water and mounted in a solution of water and glycerin (1:1) on slides. All anatomical measurements were performed using an Olympus CX 31 microscope equipped with a camera (Olympus E330 EVOLT) and a computer with image analyzer software (Image-Pro 6.3).

Specific gravity was determined according to Glass and Zelinka (2010). Samples of 3 x 2 x 2 cm were dried at standard temperature to reach about 12% moisture content. Then, sample mass and volume (12% moisture content) displaced by immersion in water were determined with a semi-analytical balance.

We initially undertook descriptive statistical analysis. We performed normality tests to check the distribution of data. For axial characterization, positions were considered separately and based on the normal data distribution. A parametric analysis of variance (one-way analysis of variance) was performed. When a significant difference was observed, we used the Tukey's test to identify pairs of significantly different means. We also carry out linear regression to relate anatomical features and specific gravity to axial position.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Macro and Microscopic Anatomical Description of *Croton piptocalyx*

Sapwood and heartwood are indistinct, white, creamy or pale, imperceptible odor, moderate brightness, moderately hard to cut, straight grain, medium texture and average specific gravity of 561 kg.m<sup>-3</sup>.

Growth ring boundaries distinct and marked by radially flattened fibers (Figure 1a). Wood diffuse porous. Vessels visible without hand lens. Vessels partly solitary and some vessels have radial pattern (2 and 4) (Figure 1a) 5.8 (5.7-6.2)/sq. mm, 155 (150-167) µm in tangential diameter, vessels in radial pattern. Vessel elements 771 (753-778) µm long, including tails. Intervessel pits alternate (8 µm) (Figure 1b); vessel-ray pits (7.8 µm) similar to intervessel pits (Figure 1c). Simple perforation plates (Figure 1d-e). Fibers with simple to minutely bordered pits, Fibers thin to thick-walled, 1,170 (1,098-1,238) µm long. Axial parenchyma distinct only with hand lens, apotracheal diffuse and diffuse in aggregates, sometimes in faint narrow bands (Figure 1a). Rays 4/mm, 1-3-seriate, 44 (41-46) µm wide, and 396 (392-432) µm tall, 14-50 cells in height, with procumbent body ray cells and rows of upright and/or square marginal cells (Figure 1f-g). Mineral inclusions (crystals) in axial parenchyma and rays (Figure 1f). Brownish organic inclusions in vessels, axial parenchyma and rays.

No studies reporting on *Croton piptocalyx* wood anatomy were found to compare with our results. Thus, comparisons are made with other species of the genus. Using that basis of comparison, the wood anatomy of *Croton piptocalyx* generally agrees with that of other species of the genus such as described in the literature, including *Croton urucurana* (Luchi, 2004), some other 159 species of the genus (Wiedenhoeft, 2008) and *Croton floribundus* (Longui et al., 2012). However, as a result of tree age and species differences, the quantitative data do vary. Importantly, in *C. piptocalyx*, no laticifers in rays were observed, as reported by Wiedenhoeft et al. (2009) in 159 *Croton* species and by Sieglösch et al. (2012) in *Croton dracunculoides*. Sieglösch et al. (2012) also reported septate fibers with bordered pits in *Croton dracunculoides* and *Croton pycnocephalus*, but these features were not found in *C. piptocalyx*. In *Croton echiodoides*, Novello et al. (2012) observed mostly solitary vessels, as well as multiple pairs and clusters, gelatinous fibers, and uniseriate rays, which are all distinct features of *C. piptocalyx*.

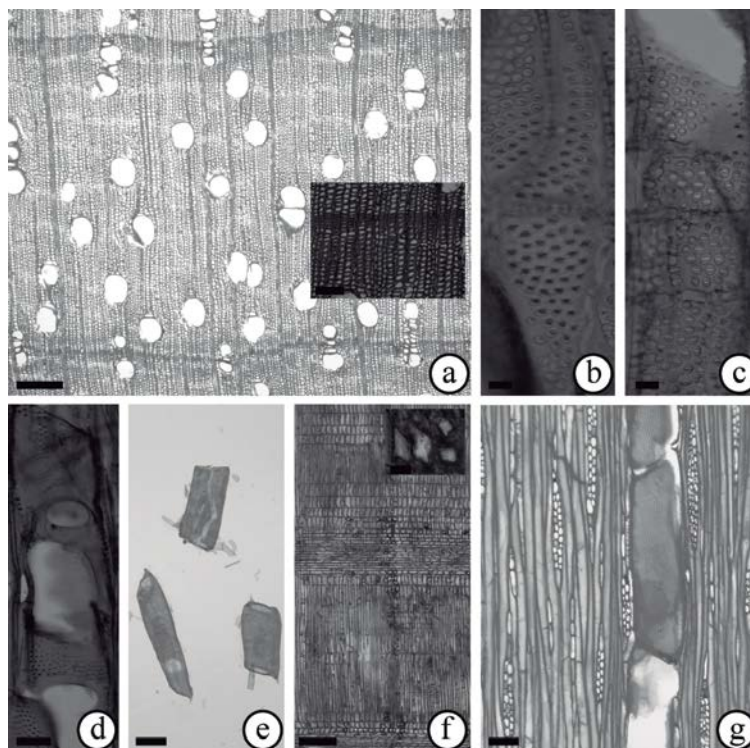


Figure 1. Wood features of *Croton piptocalyx*. a. Transverse section (detail showing growth ring). b. Intervessel pits (tangential section). c. Vessel-ray pits (radial section). d. Vessel element with simple perforation plate (radial section). e. Vessel elements (macerate). f. Radial section, rays with procumbent body ray cells and rows of upright and/or square marginal cells. g. Tangential section showing rays. Scale bar in a = 300 µm (detail 150 µm), in b and c = 10 µm, in d = 50 µm, in e = 100 µm, in f = 300 µm (detail 15 µm), and in g = 100 µm.

Figura 1. Características da madeira de *Croton piptocalyx*. a. Secção transversal (em detalhe a marcação de um anel de crescimento). b. Pontoações intervasculares. c. Pontoações raio vasculares. d. Elemento de vaso com placa de perfuração simples. e. Elementos de vaso. f. Secção radial mostrando raios heterogêneos com células marginais eretas e/ou quadradas. g. Secção longitudinal mostrando os raios. Barras de escala em a = 300 µm (detalhe 150 µm), em b e c = 10 µm, em d = 50 µm, em e = 100 µm, em f = 300 µm (detalhe 15 µm), em g = 100 µm.

### 3.2 Axial Variation

Values from the base to five meters in height are shown in Table 2. From one-way analysis of variance, vessel element length, vessel frequency and ray frequency do not vary significantly. Whereas other wood features and specific gravity oscillated but without a clear pattern among axial position. Out of all anatomical features, linear regressions showed that just vessel element length, vessel diameter and ray height varied axially ( $p < 0.001$ ), decreasing from stem base to five meters in height (Figure 2).

Decreasing vessel element length from stem base to five meters in height could be explained by the difference in cambial age, which is younger at the highest position and therefore produces

more short cells. According to Lachenbruch et al. (2011), the vertical pattern of wood properties (trunk base to tip) is similar to the radial pattern (pith to bark). The authors reported that one hypothesis supporting typical radial pattern (e.g., shorter cells with smaller diameter and thinner cell walls) is the idea of “developmental constraints” That is, in younger or smaller trees, this concept holds that cambial initials are derived from the apical meristem where cells are small, leading to the production of small, short cells. However, as trees become older or larger, a number of cambial divisions have already been made, allowing the initials to ‘mature’ gradually, as a consequence of the number of cambial divisions already made, thus making products that are now optimal for the tree.

Table 2. Wood quantitative anatomical features of *Croton piptocalyx* from stem base to 5 m in high.Tabela 2. Características anatômicas quantitativas da madeira de *Croton piptocalyx* da base do tronco até 5 m de altura.

	Wood Features								
	VEL	VD	VF	FL	FWT	RH	RW	RF	SG
Base	776a	167a	6.1a	1238a	5.4a	426ab	43ab	4.0a	565ab
1 m	777a	155b	6.2a	1098b	5.3ab	430a	43ab	4.1a	528c
2 m	771a	155b	5.8a	1170ab	4.9b	396bc	44ab	4.0a	561ab
3 m	760a	156b	6.2a	1147ab	5.2ab	394bc	41b	4.5a	536bc
4 m	745a	151b	6.2a	1204ab	5.6a	392bc	41b	4.3a	563ab
5 m	755a	150b	5.9a	1154ab	5.5a	390c	45a	4.0a	570a
Mean	764	156	6.1	1169	5,3	405	43	4.2	554

VEL = Vessel element length ( $\mu\text{m}$ ), VD = Vessel diameter ( $\mu\text{m}$ ), VF = Vessel frequency ( $\text{n}^\circ \text{mm}^{-2}$ ), FL = Fiber length ( $\mu\text{m}$ ), FWT = Fiber wall thickness ( $\mu\text{m}$ ), RH = Ray height ( $\mu\text{m}$ ), RW = Ray width ( $\mu\text{m}$ ), RF = Ray frequency ( $\text{n}^\circ \text{mm}^{-1}$ ), SG = Specific gravity ( $\text{kg m}^{-3}$ ). Different letters indicate statistical significance at  $p < 0.05$  level.

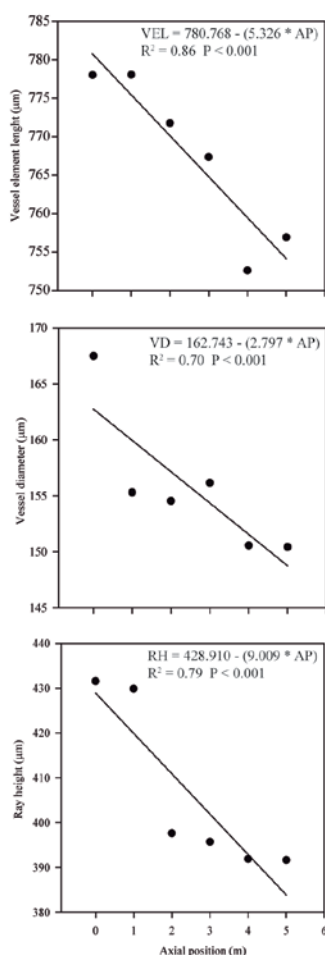


Figure 2. Relationship among wood features of 32-year-old *Croton piptocalyx* as a function of axial position (AP). a. Vessel element length (VEL); b. Vessel diameter (VD); c. Ray height (RH).

Figura 2. Características da madeira de *Croton piptocalyx* com 32 anos em relação à posição axial (AP). a. Comprimento do elemento de vaso (VEL) b. Diâmetro do vaso (VD) c. Altura do raio (RH).

Vessel diameter significantly decreased from the stem base up to five meters. Recent studies have shown an axial widening of vessel elements from the stem apex to base of trees (Anfodillo et al., 2006; Bettati et al., 2012; Olson and Rosell, 2013; Petit and Crivellaro, 2014). Tapering in xylem architecture is crucial for tree growth in order to maintain hydraulic efficiency (Petit and Anfodillo, 2009; Anfodillo et al., 2013a, b).

Ray height also significantly decreased from the stem base up to five meters. As reported by Casteren et al. (2012), wood will be stronger in the radial direction as compared to tangential one, depending on the proportion of rays since, according to Matheek and Kubler (1997), rays “lock” growth rings like bolts to prevent them from sliding over one another. Higher rays in *Croton piptocalyx* could increase the mechanical strength at the trunk base, a location with high mechanical requirement.

## 5 CONCLUSIONS

Wood anatomy of *C. piptocalyx* generally agrees with that of other species of the genus as described in the literature. However, variation in both quantitative and qualitative data could be related to tree age and species differences. Axial variations found in vessel element length, vessel diameter and ray height must be related respectively to the hypothesized Typical Radial Pattern based on the occurrence of shorter and narrower cells in younger parts of the wood (vessel element length and vessel diameter) and mechanical requirement in the case of higher rays at the trunk base.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Carolina de Oliveira, Diego Romeiro, Iris de Freitas Medeiros, and Sonia Godoy Campião for laboratory assistance.

## REFERENCES

- ANFODILLO, T. et al. Convergent tapering of xylem vessels in different woody species. **New Phytologist**, v. 169, n. 2, p. 279-290, 2006.
- ANFODILLO, T.; PETIT, G.; CRIVELLARO, A. Axial conduit widening in woody species: a still neglected anatomical pattern. **IAWA Journal**, v. 34, n. 4, p. 352-364, 2013a.
- ANFODILLO, T. et al. An allometry-based approach for understanding forest structure, predicting tree-size distribution and assessing the degree of disturbance. **The Royal Society**, 2013b. Disponível em: <<http://thirdworld.nl/an-allometry-based-approach-for-understanding-forest-structure-predicting-tree-size-distribution-and-assessing-the-degree-of-disturbance>>. Access on: 18 Feb. 2016.
- BERLYN, G.P.; MIKSCH, J.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. 3rd ed. Ames: Iowa State University, 1976. 326 p.
- BETTIATI, D.; PETIT, G.; ANFODILLO, T. Testing the equi-resistance principle of the xylem transport system in a small ash tree: empirical support from anatomical analyses. **Tree Physiology**, v. 32, n. 2, p. 171-177, 2012.
- CASTEREN, A. van et al. Why don't branches snap? The mechanics of bending failure in three temperate angiosperm trees. **Trees: Structure and Function** v. 26, n. 3, p. 789-797, 2012.
- CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA – CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Available at: <<http://www.cpa.unicamp.br/outrasinformacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Access on: 23 May 2016.
- CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: I – Angiospermae, II – Gimnospermae**. Brasília, DF: IBAMA, 1992. v. 15, 19 p.

CORDEIRO, I. et al. *Croton*. In: LISTA de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17532>>. Access on: 18 Feb. 2016.

GLASS, S.; ZELINKA, S.L. Moisture relations and physical properties of wood. In: ROSS, R. (Ed.). **Wood handbook** – wood as an engineering material. 100th ed. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. P. 4-1-4.19. (General Technical Report FPL-GTR-190).

IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 3, n. 10, p. 219-332, 1989.

LACHENBRUCH, B.; MOORE, J.R.; EVANS, R. Radial variation in wood structure and function in woody plants, and hypotheses for its occurrence. In: MEINZER, F.C.; LACHENBRUCH, B.; DAWSON, T.E. (Ed.). **Size and age-related changes in tree structure and function**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 121-164.

LONGUI, E.L. et al. Water deficit affects wood vessels of *Croton floribundus* Spreng. in different vegetation types, São Paulo State, Brazil. **Hoehnea**, v. 39, n. 1, p. 113-123, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Nova Odessa, 2002. v. 2, 368 p.

LUCHI, A.E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira Botânica**, v. 27, n. 2, p. 271-280, 2004.

MATHECK, C.; KUBLER, H. **Wood: the internal optimization of trees**. Heidelberg: Springer, 1997. v. 2, 129 p.

NOVELLO, C.R. et al. Morphoanatomy and pharmacognostic study of the wood of *Croton echiodides*, the Northeastern Marapuama. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 5, p. 946-956, 2012.

OLSON, M.E.; ROSELL, J.A. Vessel diameter-stem diameter scaling across woody angiosperms and the ecological causes of xylem vessel diameter variation. **New Phytologist**, v. 197, n. 4, p. 1204-1213, 2013.

PETIT, G.; ANFODILLO, T. Plant physiology in theory and practice: an analysis of the WBE model for vascular plants. **Journal of Theoretical Biology**, v. 259, n. 1, p. 1-4, 2009.

\_\_\_\_\_.; CRIVELLARO, A. Comparative axial widening of phloem and xylem conduits in small woody plants. **Trees: Structure and Function**, v. 28, n. 3, p. 915-921, 2014.

SIEGLOCH, A.M.; MARCHIORI, J.N.C; SANTOS, S.R. Anatomia do lenho de duas espécies de *Croton* (Euphorbiaceae) do Rio Grande do Sul. **Baldunia**, n. 38, p. 25-30, 2012.

WIEDENHOEFT, A.C. **Tracking the phylogeny of the Crotoneae with comparative wood anatomy**. 2008. 205 f. Thesis Ph.D – University of Wisconsin, Madison.

\_\_\_\_\_. Structure and function of wood. In: ROSS, R. (Ed.). **Wood handbook** – wood as an engineering material. 100th ed. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. Chapter 3, p. 3.1-3.18. (General Technical Report FPL-GTR-190).

\_\_\_\_\_.; RIINA, R.; PAUL E. “Ray-intrusive” laticifers in species of *Croton* section *Cyclostigma* (Euphorbiaceae). **IAWA Journal**, v. 30, n. 2, p. 135-148, 2009.



## COOPERAÇÃO CIENTÍFICA PARA IMPLANTAÇÃO DO HERBÁRIO DA FIGUEIRA – FIG (NOTA CIENTÍFICA)<sup>1</sup>

## SCIENTIFIC COOPERATION FOR IMPLANTATION OF “FIGUEIRA” HERBARIUM – FIG (SCIENTIFIC NOTE)

Roque CIELO-FILHO<sup>2,5</sup>; Fernando PERIOTTO<sup>4</sup>; Carla Daniela CÂMARA<sup>4</sup>;  
Geraldo Antonio Daher Corrêa FRANCO<sup>2</sup>; João Batista BAITELLO<sup>2</sup>;  
Osny Tadeu de AGUIAR<sup>2</sup>; Carolina Rodrigues SOUSA<sup>5</sup>

**RESUMO** – A presente contribuição descreve a experiência de parceria entre o Instituto Florestal de São Paulo e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, que resultou na implantação do Herbário da Figueira – FIG, bem como seus desdobramentos nas atividades de ensino, pesquisa e extensão no referido Câmpus. A constituição do Herbário FIG se deu no contexto do desenvolvimento de um projeto de pesquisa proposto por pesquisadores dessas instituições em 2013. As coletas botânicas oriundas desse projeto serviram para confecção das exsicatas depositadas como material testemunho no Herbário Dom Bento José Pickel – SPSF do Instituto Florestal e exsicatas montadas como duplicatas foram doadas para constituição da coleção inicial do Herbário da Figueira, que conta atualmente com 618 exsicatas. As técnicas de coleta, processamento, herborização e manejo da coleção empregadas no Herbário SPSF foram adotadas também no FIG. O Herbário FIG tem oferecido suporte às atividades de ensino e a projetos de pesquisa e de extensão em nível de graduação e pós-graduação.

Palavras-chave: biodiversidade; coleção biológica; infraestrutura de pesquisa.

**ABSTRACT** – The present contribution describes the experience of partnership between the “Instituto Florestal de São Paulo” and the “Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira”, which resulted in the implantation of the “Figueira” herbarium – FIG, as well as its consequences in teaching, research and extension activities in the referred University. The constitution of the FIG herbarium took place in the context of development of a research project proposed by researchers of those institutions in 2013. The botanical collections made in this project allowed the preparation of herbarium sheets deposited as voucher material in the “Dom Bento José Pickel” herbarium – SPSF of the “Instituto Florestal” and herbarium sheets prepared as duplicates were gifted to the constitution of the initial collection of the “Figueira” herbarium, which have now 618 herbarium sheets. The techniques of botanical material collection, processing, preparation of herbarium sheets and management of the collection applied in the SPSF herbarium were adopted as well in the FIG herbarium. The FIG herbarium has given support to teaching activities, undergraduate and postgraduate research and extension projects.

Keywords: biodiversity; biological collection; research infra-structure.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 06.11.2015. Aceito para publicação em 23.05.2016.

<sup>2</sup>Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, Avenida Brasil, 4232, 85884-000, Medianeira, PR, Brasil.

<sup>4</sup>Bolsista de Iniciação Científica CNPq/PIBIC – IF.

<sup>5</sup>Autor para correspondência: Roque Cielo Filho – roque@if.sp.gov.br

## 1 INTRODUÇÃO

As coleções botânicas constituem a documentação da biodiversidade de um país ou região (Peixoto e Morim, 2003) e servem como recurso básico para estudos acadêmicos relacionados a aspectos da diversidade, distribuição geográfica, classificação, entre outros temas (Peixoto et al. 2006), bem como fornecem subsídios à botânica e ecologia aplicadas. Como exemplos, os herbários provêm fonte de consulta para análises de impacto ambiental, diagnoses para proposição de novas unidades de conservação, planos de manejo de unidades de conservação já existentes, projetos de restauração ecológica, entre outros.

O Herbário da Figueira – FIG está localizado no Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-MD região oeste do Estado. Trata-se de uma região estratégica para a conservação da Mata Atlântica, particularmente da Floresta Estacional Semidecidual (Di Bitetti et al., 2003). A região que abrange o município de Medianeira e demais municípios limítrofes situa-se entre o Parque Nacional do Iguaçu e a Área de Preservação Permanente – APP do reservatório da Usina Hidroelétrica de Itaipu, no rio Paraná, sendo apontada como prioritária para a implantação de corredores ecológicos em escala local (Di Bitetti et al., 2003). Tais corredores são necessários para a consolidação, em escala mais ampla, do corredor de biodiversidade do rio Paraná, iniciativa que pretende interligar grandes remanescentes de Mata Atlântica situados na Argentina, Paraguai e Brasil (Di Bitetti et al., 2003; Limont et al., 2015; Seganfredo, 2015).

Em 2013, pesquisadores do Instituto Florestal de São Paulo e da UTFPR-MD propuseram o desenvolvimento do projeto de pesquisa “Estudo da flora arbustivo-arbórea no entorno do Parque Nacional do Iguaçu: subsídio para implementação do corredor de biodiversidade do rio Paraná”. O projeto teve como objetivo gerar informações sobre a composição florística regional de modo a subsidiar projetos de restauração florestal voltados para a implantação de um corredor ecológico entre o Parque e a APP do lago de Itaipu, na bacia hidrográfica do rio Ocoy. Objetivou ainda,

por meio da implantação de um herbário, contribuir para as atividades de ensino, pesquisa e extensão, bem como para a implementação da linha de pesquisa Tecnologias de Prevenção e Controle de Impactos Ambientais, do Programa de Mestrado Acadêmico em Tecnologias Ambientais da UTFPR-MD, também criado em 2013. Características básicas do herbário foram descritas por Periotto e Câmara (2015). A seguir as informações apresentadas naquela ocasião serão atualizadas, tendo em vista o término do projeto, bem como será detalhado o protocolo de implantação do herbário e apresentadas as experiências de ensino, pesquisa e extensão a ele vinculadas.

## 2 PROTOCOLO DE IMPLANTAÇÃO DO HERBÁRIO DA FIGUEIRA - FIG

Os materiais botânicos coletados no âmbito do projeto supra-mencionado foram levados ao Herbário Dom Bento José Pickel – SPSF onde foram processados e identificados. No Herbário SPSF foram confeccionadas, para cada coleta, ao menos duas exsicatas, sendo uma para depósito no Herbário SPSF e outra (duplicata) para depósito no Herbário FIG. As exsicatas depositadas no Herbário FIG foram remetidas a esse herbário como doação, com Guia de Remessa e Termo de Transferência de Material. Como se verifica comumente nesses casos, as etiquetas das duas exsicatas continham o mesmo conjunto básico de informações, diferindo no tocante à identificação das instituições e pelo fato de que a etiqueta da exsicata doada apresentava o número de tombo do Herbário FIG ao lado do número de tombo do Herbário SPSF, acompanhados de uma indicação de se tratar de duplicata (Figura 1). No âmbito do projeto, também foram doadas 358 duplicatas de espécimes secos para o Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNOP e 115 para o Museu Botânico de Curitiba – MBM.



HERBÁRIO DOM BENTO JOSÉ PICKEL SPSF – 49526	HERBÁRIO DA FIGUEIRA FIG – 440 / Dupl.: SPSF – 49526
MELIACEAE <i>Trichilia claussoni</i> C. DC.	MELIACEAE <i>Trichilia claussoni</i> C. DC.
Det.: G.A.D.C Franco, 16/04/2015.	Det.: G.A.D.C Franco, 16/04/2015.
<b>Brasil</b> , Paraná, Município de Matelândia, Linha Bananal, mata dos Biazuz I, Floresta Estacional Semidecidual, floresta primária alterada (25° 18' 30" S, 53° 57' 15" W, 444 m), 06/01/2015.	<b>Brasil</b> , Paraná, Município de Matelândia, Linha Bananal, mata dos Biazuz I, Floresta Estacional Semidecidual, floresta primária alterada (25° 18' 30" S, 53° 57' 15" W, 444 m), 06/01/2015.
Árvore, 7 m, fruto imaturo verde.	Árvore, 7 m, fruto imaturo verde.
Col.: R. Cielo-Filho, 1633. C.D. Câmara.	Col.: R. Cielo-Filho, 1633. C.D. Câmara.
<b>Instituto Florestal – São Paulo</b>	<b>Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Medianeira</b>

Figura 1. Exemplo de etiquetas de exsicatas destinadas aos Herbários SPSF e FIG.

Figure1. Example of herbarium sheet label designed to SPSF and FIG herbaria.

Uma vez no Herbário FIG, a exsicata doada foi registrada em Livro de Tombo, recebendo um carimbo com o número de tombo conforme numeração sequencial de 1 a 618, sendo este o número da última exsicata confeccionada no âmbito do projeto. Dessas 618 exsicatas, que constituem a totalidade do acervo do FIG atualmente, vinte e nove provêm de coletas botânicas que não contemplaram duplicatas, sendo o espécime seco utilizado para montar a exsicata depositada no FIG. Com o término do projeto, a demanda própria de introdução de material botânico no FIG será atendida dando-se continuidade à numeração sequencial de tombamento já estabelecida a partir do número 619. Nos últimos meses, algumas coletas foram realizadas no contexto de projetos desenvolvidos na UTFPR-MD, gerando demanda própria de introdução. Além do Livro de Tombo, as informações referentes ao acervo do FIG estão também armazenadas, em maior nível de detalhamento, em planilha eletrônica e no programa BRAHMS (Filer, 2013).

As técnicas de coleta, processamento, herborização e manejo da coleção, utilizadas rotineiramente no Herbário SPSF, as quais são baseadas em Mori et al. (1989) e Fidalgo e Bononi (1989), foram adotadas também no FIG. O Curador do FIG foi definido entre os docentes do Câmpus Medianeira. As exsicatas foram acondicionadas em caixas de metal com saches de naftalina.

A organização das exsicatas nas caixas segue o sistema APG III (APG, 2009; Souza e Lorenzi, 2012). A verificação das grafias e sinônimas botânicas para a confecção das etiquetas foi feita por meio de consulta à Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza et al., 2015). O Herbário FIG está registrado na Rede Brasileira de Herbários – RBH, vinculada à Sociedade Botânica do Brasil e, tão logo se atinja o número mínimo de 5.000 exsicatas, será solicitado registro junto ao *Index Herbariorum* (Thiers, 2015).

### 3 EXPERIÊNCIAS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

O impacto do Herbário FIG no Câmpus Medianeira da UTFPR ocorreu no âmbito do ensino, da pesquisa e da extensão. Sua presença viabilizou a utilização de novas estratégias didáticas que se integraram às disciplinas dos cursos de Engenharia Ambiental e Tecnologia em Gestão Ambiental, especificamente aquelas que englobam os conteúdos de ecologia, biodiversidade, manejo de recursos naturais e restauração ambiental.

Com a implantação do Herbário FIG, algumas importantes atividades acadêmicas de caráter botânico foram efetuadas, como duas edições do minicurso “Técnicas de Coleta e Herborização de Material Botânico” e a execução do projeto de

levantamento da arborização urbana do município de Medianeira (Nege et al., 2013), sempre com o engajamento e a participação de alunos dos cursos de Engenharia Ambiental e de Tecnologia em Gestão Ambiental. Além dessas atividades, o FIG tem sido utilizado, em determinados momentos, como apoio às experiências didáticas, sendo visitado em atividades práticas de aulas de Ecologia e Biologia Geral.

Noções básicas de taxonomia e morfologia para identificação botânica passaram a ser abordadas na forma de atividades práticas nas disciplinas. Os trabalhos de coleta, herborização e identificação passaram a ser explorados de forma aplicada, tendo como cenário para a obtenção de material botânico a região oeste do Paraná, notadamente os remanescentes florestais do município de Medianeira. O herbário tem papel fundamental nesse contexto, subsidiando essas atividades e criando uma condição singular para a apropriação de conhecimentos em botânica e ecologia por parte dos estudantes.

O interesse pela flora regional também foi verificado por meio da disponibilização dos estudantes em desenvolverem atividades específicas ligadas ao herbário. Atualmente, dois estagiários desenvolvem os trabalhos de preparo e incorporação de material no herbário, além de manter o controle sobre o seu uso, auxiliando na conservação da coleção. O estágio no herbário será oferecido continuamente, contribuindo para a formação profissional dos acadêmicos, notadamente aqueles dos cursos de Tecnologia em Gestão Ambiental e Engenharia Ambiental.

Ainda no campo do ensino, um trabalho de conclusão de curso foi finalizado (Lisboa et al., 2016). O referido trabalho subsidiou a elaboração de material para uma trilha interpretativa baseada em informações sobre indivíduos arbóreos no Parque Farroupilha, município de Matelândia, vizinho a Medianeira. As espécies e as respectivas famílias foram identificadas e informações sobre aspectos ecológicos, propriedades alimentícias, medicinais, potencial madeireiro e ameaça de extinção das espécies foram compiladas e apresentadas em formato adequado para a confecção de placas.

O reflexo imediato desse trabalho ocorreu na extensão. Por meio de uma parceria com o município Matelândia, a referida trilha foi implementada e inaugurada em março de 2016. Esta conta com placas e painéis com as informações reunidas no trabalho de conclusão de curso e vem servindo como base para um programa de educação ambiental no município.

A pesquisa na área de conservação e manejo dos recursos naturais também teve um incentivo a partir da estruturação do Herbário FIG. Uma dissertação de mestrado em andamento, sob o título “Diversidade de espécies e composição de grupos funcionais do estrato regenerante em uma floresta secundária no oeste do Paraná”, investiga a restauração passiva em uma área em regeneração, gerando informações de apoio aos projetos de restauração e manejo de fragmentos florestais, além de propiciar a capacitação do pós-graduando para atuação na área de restauração ambiental, na qual a região é carente.

Na iniciação científica, os dois primeiros trabalhos diretamente ligados ao herbário começaram em 2015, como desdobramento do projeto de pesquisa que subsidiou a criação do herbário. Um deles tratará da elaboração da lista de espécies arbóreas de um remanescente florestal pertencente à UTFPR – Câmpus Medianeira e elaboração da chave dicotômica com base em caracteres vegetativos para identificação das referidas espécies. O resultado desse trabalho, sem dúvida, contribuirá para a geração de informações e material didático para disciplinas dos cursos da área ambiental. O segundo trabalho, cujo tema é o estabelecimento de um protocolo de procedimentos de manejo da coleção botânica do herbário, consolidará o conjunto de procedimentos para a gestão do herbário, além de capacitar o acadêmico para a atuação direta na área de manejo de coleções biológicas.

## 4 CONCLUSÕES

A experiência de implantação de um herbário a partir de um estudo florístico e contando com o apoio de um herbário já estabelecido como o SPSF e seu corpo de pesquisadores, mostrou-se muito proveitosa. As atividades desenvolvidas permitiram o treinamento de docentes e alunos, que atuarão no herbário FIG diminuindo a distância entre teoria e prática no manejo da coleção, coleta e processamento de material botânico. O herbário enriquece as atividades de ensino, pesquisa e extensão, permitindo o desenvolvimento de atividades e projetos relevantes para a formação de recursos humanos necessários à conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/PIBIC-IF) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica a Carolina Rodrigues Sousa. Ao Técnico de Herbário Ernane Lino da Silva, pelo apoio no processamento e montagem do material botânico. Aos alunos e funcionários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, que contribuíram para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP – APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.
- DI BITETTI, M.S.; PLACCI, G.; DIETZ, L.A. **Uma visão de biodiversidade para a Ecorregião Florestas do Alto Paraná – Bioma Mata Atlântica**: planejando a paisagem de conservação da biodiversidade e estabelecendo prioridades para ações de conservação. Washington, DC: World Wildlife Fund, 2003. 153 p.
- FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. (Coord.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 1989. 62 p.
- FILER, D.L. **Botanical research and herbarium management system training guide**. Oxford: Department of Plant Science, Oxford University, 2013. 90 p.
- FORZZA, R.C. et al. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/>>. Acesso em: 6 nov. 2015.
- LIMONT, M.; MÜLLER, C.; SOARES, N. (Org.). **Ações de governança territorial da Rede Gestora do Corredor de Biodiversidade do Rio Paraná**. Porto Alegre: Instituto Curicaca, 2015. 84 p.
- LISBOA, T.F.B. et al. Aspectos botânicos e ecossistêmicos como subsídio à interpretação ambiental na trilha do Parque Municipal Farroupilha, Oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Educação Ambiental** (online), v. 11, p. 74-90, 2016.
- MORI, S.A. et al. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. Ilhéus: Centro de Pesquisa do Cacau – CEPEC, 1989. 104 p.
- NEGE, K.K. et al. Levantamento da composição atual da arborização urbana no município de Medianeira – PR. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA, 2013, Medianeira. **Anais...** Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. p. 127-132. Disponível em: <[http://www.utfpr.edu.br/medianeira/estrutura/diretorias/dirppg/eventos/copy\\_of\\_ix\\_enditec\\_2013.pdf](http://www.utfpr.edu.br/medianeira/estrutura/diretorias/dirppg/eventos/copy_of_ix_enditec_2013.pdf)>. Acesso em: 6 maio 2016.
- PEIXOTO, A.L.; MORIM, M.P. Coleções botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. **Cien. cult.**, v. 55, n. 3, p. 21-24, 2003.
- PEIXOTO, A.L. et al. Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções botânicas brasileiras com base na formação de taxonomistas e na consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. In: BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2006. p. 145-182.
- PERIOTTO, F.; CÂMARA, C.D. Herbário da Figueira, Paraná (FIG). **Unisanta Bioscience**, v. 4, p. 197-200, 2015.
- SEGANFREDO, D. **Estudo da cobertura vegetal nativa da bacia do rio Ocoy, oeste do Paraná**: subsídios para a implantação de um corredor de biodiversidade entre o Parque Nacional de Itaipu e o lago de Itaipu. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGIII. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2012. 768 p.
- THIERS, B. **Index Herbariorum**: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>. Acesso em: 6 nov. 2015.



## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

### *Apresentação*

A **Revista do Instituto Florestal (Rev. Inst. Flor.)** é um periódico semestral de divulgação científica, que publica trabalhos em ciências florestais e afins, na forma de artigos científicos, notas científicas e artigos de revisão, redigidos em português, inglês ou espanhol.

O trabalho submetido à publicação na Revista do Instituto Florestal deverá ser original e inédito, não tendo sido publicado nem submetido a outras revistas. Será distribuído pelo editor-chefe da Comissão Editorial a um relator da área do trabalho, que o enviará a dois analistas, especialistas nessa área. O sistema de análise utilizado é o duplo-cego em que os nomes dos autores e dos analistas são mantidos em sigilo.

O trabalho será analisado e receberá uma das seguintes avaliações: aceitável sem modificações; aceitável com modificações; necessita ser totalmente reformulado e submetido à nova análise; recusado para publicação.

Após a análise, os comentários e sugestões dos analistas serão encaminhados aos autores para realizarem as modificações necessárias. As sugestões não aceitas deverão ser justificadas. Após as modificações, a versão corrigida deverá ser reencaminhada para o editor de área da Comissão. Com base nos pareceres dos analistas, caberá ao relator o aceite ou a recusa do trabalho após a conclusão do processo de análise.

Após o aceite e a diagramação do trabalho, as provas de publicação serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas no prazo indicado.

Os artigos serão publicados nas formas impressa e *online* na página da Revista do Instituto Florestal: [http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista\\_if/index.asp](http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/index.asp). Os autores receberão, posteriormente, um exemplar da revista na qual seu artigo foi publicado.

Ao submeterem um artigo para a Revista do Instituto Florestal os autores concordam com a publicação exclusiva do artigo neste periódico e com a transferência automática de direitos de cópia e permissões à editoradora do periódico.

### *Normas para Encaminhamento e Apresentação dos Originais*

Os originais devem ser encaminhados por *e-mail*, acompanhados de uma carta endereçada ao Editor-Chefe da Comissão Editorial, em que devem constar o título, os autores, a filiação e uma declaração do caráter original e inédito do trabalho.

Editor-Chefe da Comissão Editorial  
Instituto Florestal  
[comissaoeditorial@if.sp.gov.br](mailto:comissaoeditorial@if.sp.gov.br)

Os arquivos devem ser no formato Word em extensão doc. Devem apresentar as seguintes características: papel A4 (210 mm x 297 mm); margens superior, inferior, direita e esquerda de 25 mm; espaço duplo; fonte Times New Roman 11; texto justificado; páginas numeradas a partir da primeira página de texto, não ultrapassando 30 páginas (inclusive tabelas e figuras) para artigos científicos e de revisão e 10 páginas para notas científicas, sendo aceitas exceções, desde que aprovadas pela Comissão Editorial.

A página de rosto deve conter: título do manuscrito, em português e inglês, nome por extenso do(s) autor(es), rodapé com os dados relativos à filiação institucional (instituição, rua, número, CEP, cidade, estado, país) e o e-mail do autor responsável pelo trabalho para correspondência.

Na segunda página devem constar: resumo, palavras-chave, abstract e keywords.

É necessário obedecer a seguinte padronização:

- **Título:** centralizado, em caixa alta e negrito, seguido do título em inglês e título resumido. Deve ser claro, objetivo, conciso, com até 20 palavras, e refletir o conteúdo do trabalho. Devem ser evitadas abreviaturas, parênteses e fórmulas que dificultem sua compreensão.
- **Resumo e Abstract:** devem ter até 250 palavras e apresentar sinteticamente a questão que motivou a pesquisa, os objetivos, o material e métodos, os resultados e conclusões. Não têm recuo no texto nem numeração, devem ser iniciados com a palavra em caixa alta e negrito, seguida de traço, começando o texto na mesma linha.
- **Palavras-chave e keywords:** de três a seis, em ordem de importância, não repetindo aquelas utilizadas no título.
- **Tópicos:** em caixa alta, negrito, recuo à esquerda, numerados em algarismos arábicos.
- **Introdução:** apresentar a questão, contextualizar com base na revisão da literatura, explicitar os objetivos e, se necessário, apresentar as hipóteses.
- **Material e Métodos:** deve conter descrições breves, suficientemente claras para permitir a repetição do estudo; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome completo da(s) espécie(s). Mapas podem ser inclusos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Apresentar as coordenadas geográficas de estudos de campo. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para análise de dados em Resultados deve, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e Métodos. Se houver subdivisão deste item, utilizar caixa alta e baixa e negrito.

- **Resultados e Discussão:** a separação em dois itens é opcional. Se houver subdivisão deste item, utilizar caixa alta e baixa e negrito.
- **Conclusões:** as conclusões, se houver, devem estar neste item, claramente relacionadas com os objetivos e as hipóteses colocadas na Introdução. Se as conclusões forem poucas e dispensarem um item específico podem finalizar o item anterior.
- **Agradecimentos:** devem ser sucintos; nomes de pessoas e instituições devem ser escritos por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos. Créditos de financiamentos, bolsas e vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos podem ser incluídos.
- **Referências Bibliográficas:** devem ser apresentadas no final do texto, sem recuo, dispostas em ordem alfabética. Para a elaboração deste item, verificar as *Normas para Referências Bibliográficas*.
- **Notas de Rodapé:** devem ser evitadas ao máximo, podendo ser, excepcionalmente, aceitas. Utilizar fonte Arial 7.
- **Ilustrações:** são consideradas ilustrações as Tabelas, Figuras e Quadros. Deverão apresentar chamada no texto, sem abreviatura e com letra inicial em maiúscula. No texto, as ilustrações devem ser inseridas o mais próximo possível da citação. Os títulos das ilustrações devem estar em português e inglês, autoexplicativos, sem negrito e com fonte Times New Roman 10.
  - **Tabelas e Quadros:** nas tabelas e quadros os títulos devem vir em posição superior a estas. A primeira linha do título não tem recuo, letra inicial maiúscula, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e um ponto (ex.: Tabela 1. Título.). Recomenda-se não utilizar linhas verticais separando as colunas. Quanto ao sombreamento das linhas de tabelas e quadros, utilizar tons de cinza quando extremamente necessário. As fontes consultadas para a construção das tabelas e outras notas devem ser colocadas após o traço inferior. Enviar as tabelas em arquivo Word.
  - **Figuras:** desenhos, mapas, esquemas, fichas, gráficos e fotografias são considerados como Figura. Nas figuras os títulos devem vir em posição inferior a estas. A primeira linha do título não tem recuo, letra inicial maiúscula, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e um ponto (ex.: Figura 1. Título.). As fotografias devem ser enviadas em arquivo digital, preferencialmente com extensão JPEG. Devem ser de boa qualidade, ter resolução mínima de 300 DPIs, formato máximo de 150 mm x 100 mm e conter o crédito do(s) autor(es). Não serão aceitas imagens escaneadas com baixa resolução. O tamanho máximo de mapas, esquemas, desenhos, fichas e gráficos deverá ser de 215 mm x 170 mm, incluindo o título e a fonte consultada (se houver). No envio da versão final do trabalho, as figuras deverão vir em arquivos separados.
- **Equações:** devem estar destacadas no texto para facilitar sua leitura. É permitido o uso de uma entrelinha maior, que comporte seus elementos (expoentes, índices e outros). Quando fragmentadas em mais de uma linha, por falta de espaço, devem ser interrompidas antes do sinal de igualdade ou depois dos sinais de adição, subtração, multiplicação e divisão.
- **Siglas e Abreviaturas:** as siglas e abreviaturas devem ser apresentadas em caixa alta. Quando utilizadas pela primeira vez no texto, devem ser precedidas pelo seu significado por extenso, com travessão, ex.: Unidade de Conservação – UC. Siglas internacionais não devem ser traduzidas. Evitar o uso de siglas no Abstract.
- **Nomenclatura Científica:** deve ser abreviada somente quando aparecer mais de uma vez no mesmo parágrafo. Seguir as regras internacionais.
- **Números:** escrever por extenso os números de um até nove, exceto quando seguidos de unidade ou indicarem numeração de tabela ou figura, ex.: três indivíduos, 6,0 m, 2,0-2,5 µm. Para os números decimais utilizar vírgula nos artigos escritos em português ou espanhol, e ponto nos artigos escritos em inglês.
- **Unidades e Medidas:** deve-se utilizar o sistema métrico e o Sistema Internacional de Unidades – SI. Separar as unidades dos valores através de um espaço, exceto para porcentagem, graus, minutos e segundos das coordenadas geográficas. Utilizar abreviaturas sempre que possível e, para as unidades compostas, usar exponenciação e não barras. Ex.: mg.dia<sup>-1</sup> em vez de mg/dia<sup>-1</sup>, µmol.min<sup>-1</sup> em vez de µmol/min<sup>-1</sup>.

### **Normas para Citação no Texto**

A citação no texto deverá apresentar o formato **autor** (inicial maiúscula) + **data**.

Nas citações com dois autores os sobrenomes devem estar ligados por “e”. Ex.: Chaves e Usberti (2003) ou (Chaves e Usberti, 2003).

Nas citações com três ou mais autores, citar o primeiro autor seguido da expressão latina “et al.” sem itálico. Ex.: Gomes et al. (2008) ou (Gomes et al., 2008).

Nas citações indiretas usar a expressão latina “apud” sem itálico. Ex.: Oliveira (2002) apud Souza (2009).

Nas citações de vários artigos do mesmo autor e mesma data, indicar através de letras minúsculas a, b, c, etc. Ex.: Vrek (2005a, b) ou (Vrek, 2005a, b).

Citações de informações obtidas por meio de comunicação pessoal devem ser evitadas. Porém, se apresentadas, devem vir entre parênteses no texto, com o nome completo do autor. Ex.: (José da Silva, comunicação pessoal).

Dados não publicados devem ser apresentados sempre em nota de rodapé, acompanhados pela expressão “não publicado” entre parênteses.

Citações de dissertações, teses e publicações no prelo devem ser evitadas ao máximo, podendo ser aceitas a critério da Comissão Editorial.

Não serão aceitas citações de resumos simples e monografias ou trabalhos de conclusão de curso.

## *Normas para Referências Bibliográficas*

Deverão ser apresentadas em ordem alfabética pelo sobrenome do autor ou do primeiro autor, sem numeração. Quando houver vários artigos do(s) mesmo(s) autor(es), obedecer a ordem cronológica de publicação. Quando houver vários artigos do(s) mesmo(s) autor(es) e mesma data, indicar através de letras minúsculas, ex.: 2005a, 2005b, etc. Para os documentos com mais de três autores, indicar o primeiro autor seguido da expressão latina “et al.” sem itálico. Os nomes dos autores devem ficar separados por ponto e vírgula e as iniciais dos prenomes não devem ter espaço.

### *Exemplos:*

- **Livro**

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 3, 593 p.

- **Capítulo ou Parte de Livro**

HOBBS, R.J.; NORTON, D.A. Ecological filters, thresholds, and gradients in resistance to ecosystem reassembly. In: TEMPERTON, V.M. et al. (Ed.). **Assembly rules and restoration ecology**. London: Island Press, 2007. p. 72-95.

- **Dissertação/Tese**

MIGLIORINI, A.J. **Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em função de diferentes níveis de produtividade da floresta**. 1986. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VEDOVELLO, R. **Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental a partir de unidades básicas de compartimentação – UBCs**. 2000. 154 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

- **Artigo de Periódico**

YAMAMOTO, L.F.; KINOSHITA, L.S.; MARTINS, F.R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 21, n. 3, p. 553-573, 2007.

- **Trabalho Apresentado em Evento e Publicado em Anais**

GIANSANTE, A.E. et al. Sensoriamento remoto aplicado à proteção de mananciais: o caso do sistema Cantareira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17., 1993, Natal. **Anais...** Natal: ABES, 1993. v. 2, p. 657-659.

- **Legislação**

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Lex**: coletânea de legislação e jurisprudência, v. 70, p. 3145-3166, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual nº 53.494, de 2 de outubro de 2008. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas, as quase ameaçadas, as colapsadas, sobreexplotadas, ameaçadas de sobreexploração e com dados insuficientes para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, v. 118, n. 187, 3 out. 2008. Seção I, p. 1-10.

- **Mapa**

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, 1998. Escala 1:5.000.000.

- **Documento Obtido por Via Eletrônica**

CATHARINO, E.L.M. et al. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00306022006>>. Acesso em: 16 set. 2009.





