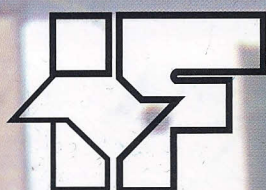




SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO FLORESTAL



# REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 21	n. 1	p. 1 - 115	jun. 2009
------------------	-----------	-------	------	------------	-----------

**GOVERNADOR DO ESTADO**

José Serra

**SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE**

Francisco Graziano Neto

**DIRETOR GERAL**

Cláudio Henrique Barbosa Monteiro

**COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**

Marilda Rapp de Eston

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla

Antônio da Silva

Dimas Antonio da Silva

Eliane Akiko Honda

Giselda Durigan

Glúcia Cortez Ramos de Paula

Israel Luiz de Lima

João Aurélio Pastore

Maria de Jesus Robim

Miguel Luiz Menezes Freitas

Sandra Valéria Vieira Gagliardi

**PUBLICAÇÃO SEMESTRAL/SEMESTRAL PUBLICATION**

SOLICITA-SE PERMUTA

EXCHANGE DESIRED

ON DEMANDE L'ÉCHANGE

Biblioteca do

Instituto Florestal

Caixa Postal 1322

01059-970 São Paulo, SP

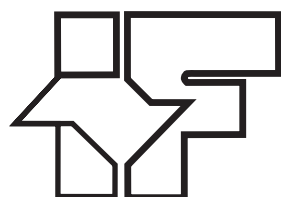
Brasil

Fone: (11) 2231-8555

[nuinfo@if.sp.gov.br](mailto:nuinfo@if.sp.gov.br)



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO FLORESTAL



# REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 21	n. 1	p. 1 - 115	jun. 2009
------------------	-----------	-------	------	------------	-----------

**COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**

Marilda Rapp de Eston  
 Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla  
 Antônio da Silva  
 Dimas Antonio da Silva  
 Eliane Akiko Honda  
 Giselda Durigan  
 Gláucia Cortez Ramos de Paula  
 Israel Luiz de Lima  
 João Aurélio Pastore  
 Maria de Jesus Robim  
 Miguel Luiz Menezes Freitas  
 Sandra Valéria Vieira Gagliardi

**APOIO/SUPPORT**

Carlos Eduardo Sposito (Revisão)  
 Carlos José de Araújo (Gráfica)  
 Jessica Vrek Amarante (Diagramação)  
 Yara Cristina Marcondes (Editoração)

**CONSULTORES DESTA EDIÇÃO:**

Daniela Ludviger Ingui  
 Dulcinéia de Carvalho – Univ. Fed. de Lavras  
 Edgard Fernando de Luca – Instituto Florestal  
 Eric de Camargo Smidt – Univ. Fed. do Paraná

Fábio de Barros – Instituto de Botânica  
 Fábio Olmos Corrêa Neves – Biota Consultores em Meio Ambiente S. A.

Flaviana Maluf de Souza – Instituto Florestal  
 Jarbas Yukio Shimizu – EMBRAPA Florestas  
 Jonas Teixeira Nery – UNESP – Ourinhos  
 José Marcelo Domingues Torezan – Univ. Est. de Londrina

Karina Martins – Univ. Fed. de São Carlos

Léo Zimback – Instituto Florestal  
 Maria Teresa Zugliani Toniato – Instituto Florestal  
 Maurício Ranzini – Instituto Florestal  
 Miguel Serediuk Milano – Fundação AVINA – Brasil Sul e Pantanal

Paulo Eduardo Telles dos Santos – EMBRAPA Florestas  
 Reginaldo José Donatelli – UNESP – Bauru

Ricardo Gaeta Montagna – Instituto Florestal  
 Rinaldo Cesar de Paula – UNESP – Jaboticabal  
 Sérgio Valiengo Valéri – UNESP – Jaboticabal  
 Valderéz Pontes Matos – Univ. Fed. Rural de Pernambuco

Valéria Stranghetti – Centro Universitário de Rio Preto

**SOLICITA-SE PERMUTA/EXCHANGE DESIRED/ON DEMANDE L'ÉCHANGE**

Biblioteca do Instituto Florestal  
 Caixa Postal 1322  
 01059-970 São Paulo-SP-Brasil  
 Fone: (11) 2231-8555  
 nuinfo@if.sp.gov.br

**PUBLICAÇÃO SEMESTRAL/SEMESTRAL PUBLICATION**

**REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL**  
 São Paulo, Instituto Florestal.

1989, 1 1-2	1999, 11 1-2	2009, 21(1-
1990, 2 1-2	2000, 12 1-2	
1991, 3 1-2	2001, 13 1-2	
1992, 4	2002, 14 1-2	
1993, 5 1-2	2003, 15 1-2)	
1994, 6	2004, 16(1-2)	
1995, 7 1-2	2005, 17(1-2)	
1996, 8 1-2	2006, 18	
1997, 9 1-2	2007, 19(1-2)	
1998, 10 1-2	2008, 20(1-2)	

COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL  
 junho, 2009

## SUMÁRIO/CONTENTS

p.

### ARTIGOS CIENTÍFICOS/SCIENTIFIC ARTICLES

- Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil. Floristic and structure of the arboreal community of riparian forest remain at Guariba municipality, São Paulo State, Brazil. Nicole Maria Marson DONADIO; Rinaldo César de PAULA; João Antonio GALBIATTI..... 1-17
- Redistribuição das chuvas pelas copas de um povoamento de seringueira, José Bonifácio, SP. Rainwater redistribution under a rubber tree stand in the José Bonifacio county, SP. Valdemir Antonio RODRIGUES ..... 19-26
- Seleção dentro de progênies de polinizar aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para a recuperação ambiental. Selection within open-pollinated progenies of *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae) aiming seed production for environmental restoration. Alexandre Magno SEBBENN; Miguel Luiz Menezes FREITAS; Antonio Carlos Scatena ZANATTO; Eurípedes MORAES ..... 27-37
- Protocolo de avaliação de áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica na região da Serra do Mar/Paranapiacaba. Protocol for priority conservation areas of the Atlantic Rain Forest at Serra do Mar/Paranapiacaba region. Giselda DURIGAN; Natália Macedo IVANAUSKAS; Marco Aurélio NALON; Milton Cezar RIBEIRO; Marina Mistsue KANASHIRO; Hubert Bayer COSTA; Cristina de Marco SANTIAGO..... 39-54
- Levantamento de gênero *Oncidium* Sw. *sensu lato* (Orchidaceae) no Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo. A survey of the genus *Oncidium* Sw. *sensu lato* (Orchidaceae) in “Núcleo Curucutu”, Serra do Mar State Park, São Paulo. Dalton Alex ROSA; Paulo AFFONSO..... 55-62
- Crescimento comparativo de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* no município de Marília, SP. Comparative growth of *Eucalyptus* and *Corymbia* species at Marília municipality, São Paulo State. Osmar VILAS BÔAS; José Carlos Molina MAX; Antonio Carlos Galvão de MELO..... 63-72
- Biomassa, fixação de carbono e estrutura da vegetação de cerrado em restauração aos seis anos, Assis – SP. Biomass, carbon fixation and structure of Cerrado vegetation in restoration at six years-old, Assis, SP. Antônio Carlos Galvão de MELO; Helaine de SOUSA; Wilson Aparecido CONTIERI; Luiz Carlos MALICIA..... 73-78
- Variação nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade. Variation of anatomical elements of wood of *Eucalyptus dunnii* at seven years of age. Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM; Hilton Thadeu Zarate do COUTO; Israel Luiz de LIMA; Eduardo Luiz LONGUI..... 79-91

Composição das comunidades de aves em duas florestas secundárias contíguas no Sudeste do Brasil. Birds communities composition of two secondary forests in the Southeast Brazil. Alexander Zamorano ANTUNES; Bruna WYRGUN; Marilda Rapp de ESTON	93-106
Germinação de sementes de três espécies arbóreas brasileiras. Seeds germination of three arboreal Brazilian species. Márcia Balistiero FIGLIOLIA; Ivor Bergemann de AGUIAR; Antônio da Silva.....	107-115

# FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBÓREA DE UM REMANESCENTE FLORESTAL RIPÁRIO NO MUNICÍPIO DE GUARIBA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL<sup>1</sup>

Nicole Maria Marson DONADIO<sup>2</sup>  
Rinaldo César de PAULA<sup>3</sup>  
João Antonio GALBIATTI<sup>4</sup>

## RESUMO

O conhecimento sobre a composição e estrutura de comunidades florestais é fundamental para embasar ações de conservação e restauração. O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento florístico e descrever a estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal localizado no município de Guariba, Estado de São Paulo. Foram alocadas 30 parcelas de 10 x 10 m, para amostrar os indivíduos arbóreos e arbustivos com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq$  5 cm. Foram encontradas 54 espécies, pertencentes a 47 gêneros, distribuídos em 32 famílias botânicas, com índice de diversidade ( $H'$ ) de 2,67 e equabilidade (J) de 0,20. As famílias Meliaceae e Fabaceae apresentaram maior riqueza em espécies. *Calophyllum brasiliensis*, *Astronium graveolens*, *Scheffera morototoni*, *Xylopia aromatica* e *Protium widgrenii* destacaram-se como as espécies de maior valor de importância. Foram amostrados 420 indivíduos. A presença de espécies do cerrado sugere condição de ecótono e a dominância de uma espécie higrofila indica saturação hídrica em parte da área. A distribuição dos indivíduos em classes de tamanho revelou uma comunidade em regeneração com a maioria dos indivíduos com até 15,0 cm de DAP e distribuídos entre 7 e 14,9 m, e com estoques de jovens tanto das espécies pioneiras como secundárias podendo garantir o futuro da comunidade. Em termos sucessionais a área estudada encontra-se em estágio de médio para avançado.

Palavras-chave: fitossociologia; classes de tamanho; ecótono; floresta ripária.

## ABSTRACT

Knowledge of the composition and structure of arboreal communities is paramount for conservation and restoration efforts. The main objectives of this study were to characterize the arboreal species floristic composition and describe the structure of the arboreal community of a remaining forest located at the municipality of Guariba, State of São Paulo. Thirty plots of 10 x 10 m were allocated. In each plot, diameter and height were measured for each individual tree with diameter at breast height (dbh)  $\geq$  5 cm. Fifty-four species were present, distributed into 47 genera and 32 families with Shannon's diversity index ( $H'$ ) 2.67 and equability (J) of 0.20. Meliaceae and Fabaceae were the families that presented the highest richness. Among the species with the highest importance values were *Calophyllum brasiliensis*, *Astronium graveolens*, *Scheffera morototoni*, *Xylopia aromatica* e *Protium widgrenii*. A total of 420 individual trees were sampled. The presence of cerrado species suggests ecotonal condition and the abundance of a hygrophilic species indicates water saturation in parts of the studied area. The size structure analysis indicated a community in regeneration with the majority of the individuals under 15 cm dbh and distributed between 7 and 14.9 m high. Moreover, a stand of young individuals was presented, from pioneers as well as secondary species, possibility ascertaining the future of the community. In terms of succession, the area investigated is characterized as in medium to advanced stages.

Keywords: phytosociology; size classes; ecotone; riparian forest.

(1) Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias em 04/12/2003. Aceito para publicação em novembro de 2008.

(2) Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia. Bolsista do CNPq. E-mail: nicoleodonadio@hotmail.com

(3) Universidade Estadual Paulista, Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Campus de Jaboticabal. Bolsista do CNPq, Produtividade em Pesquisa. E-mail: rcpaula@fcav.unesp.br

(4) Universidade Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Campus de Jaboticabal. E-mail: galbi@fcav.unesp.br

## 1 INTRODUÇÃO

Inicialmente, a cobertura florestal natural do Estado de São Paulo cobria 81,8% de sua área total (Kronka *et al.*, 2005). Em levantamentos realizados nos anos 2000-2001 a avaliação da degradação da vegetação nativa desse Estado aponta valores de 13,7% de cobertura vegetal natural remanescente, considerando nessa avaliação qualquer agrupamento de árvores nativas independentemente do seu tamanho e estado de degradação, sendo que a maior parte está concentrada em unidades de conservação (São Paulo, 2004).

O Domínio da Mata Atlântica corresponde a cerca de 1.350.000 km<sup>2</sup> do território nacional, estendendo-se desde o Ceará até o Rio Grande do Sul, cobrindo total ou parcialmente 17 estados brasileiros. Esse bioma, considerado prioritário para a conservação em escala global, encontra-se reduzido a menos de 8% de sua extensão original (Fundação SOS Mata Atlântica *et al.*, 1998; Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2002).

Alguns trechos, usualmente associados a unidades de conservação de proteção integral, mantiveram valores de cobertura acima dos 12%, superiores aos 8% remanescentes calculados para a extensão total do bioma, segundo a base cartográfica de remanescentes florestais do bioma elaborada pela Fundação SOS Mata Atlântica & INPE (2002).

No entanto, um dos pontos que mais tem gerado discussão em torno da Mata Atlântica é a definição real dos seus domínios. Alguns autores definem sua distribuição como restrita à faixa litorânea (Joly *et al.*, 1991); outros admitem uma penetração para o interior na região Sudeste (Rizzini, 1979; Romariz, 1974).

Segundo o Decreto Lei nº 750/93, o Domínio da Mata Atlântica, é definido como: “O espaço que contém aspectos fitogeográficos e botânicos que tenham influência das condições climatológicas peculiares do mar incluindo as áreas associadas delimitadas segundo o Mapa de Vegetação do Brasil (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1992) que inclui os seguintes tipos vegetacionais: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas e campos de altitude associados, brejos interioranos e encaves florestais da Região Nordeste”.

Esse conceito está baseado na opinião da maioria de botânicos e fitogeógrafos, que admitem que a Mata Atlântica seria a porção territorial recoberta de florestas densas que acompanha o litoral do Oceano Atlântico, indo do Rio Grande do Sul ao Nordeste, adentrando por algumas faixas do interior do País, incluindo as florestas caducifólias e semicaducifólias.

Para diversos autores (Mori *et al.*, 1983; Peixoto & Gentry, 1990; Joly *et al.*, 1991; Barros *et al.*, 1991; Thomaz *et al.*, 1998), além do elevado grau de endemismo observado em alguns grupos vegetais, a floresta atlântica apresenta elevada riqueza de espécies e diversidade florística.

A expansão da fronteira agrícola, com a cultura cafeeira e canavieira, foi a principal responsável por dizimar a Mata Atlântica. Nos processos de degradação não foram poupadas nem mesmo as áreas de preservação permanente, sendo que a agricultura sempre foi o principal fator causador de degradação dos ecossistemas ciliares (Rodrigues & Gandolfi, 2000). Para Lima & Zakia (2001), devido à elevada frequência de alterações que ocorrem na zona ripária, a vegetação que ocupa essa área deve, em geral, apresentar uma alta variação em termos de estrutura e distribuição espacial.

A degradação ambiental tem causado preocupações não só pelo aumento do processo erosivo e da radiação solar, e conseqüente redução da fertilidade dos solos agrícolas e assoreamento do sistema hídrico superficial, mas também porque certamente representa a extinção de muitas espécies vegetais e animais, as quais várias podem não ter chegado a ser conhecidas pela ciência, sendo ignoradas suas potencialidades de uso em benefício do próprio homem (Rodrigues, 1999; Feldmann, 2006).

Para Leitão Filho *et al.* (1993), os processos de degradação da cobertura florestal têm contribuído para a redução do tamanho das áreas de vegetação nativa e, conseqüentemente, para a perda da biodiversidade e extinção das espécies, dificultando assim o entendimento dos padrões de diversidade e relações florísticas entre os remanescentes.

De acordo com regras biogeográficas básicas, a persistir essa situação de degradação, podemos esperar que metade da diversidade biológica da Mata Atlântica, extremamente rica em espécies de plantas e animais, desapareça no próximo século.



DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

Atestando esse fato, mais de 70% de todas as espécies consideradas oficialmente ameaçadas no Brasil ocorrem nesse bioma, cujo futuro certamente dependerá do manejo de suas espécies e ecossistemas, se quisermos garantir a proteção de sua biodiversidade em longo prazo (Rodrigues, 1999).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a florística e as estruturas horizontal e vertical da comunidade arbórea de um remanescente florestal localizado no interior do Estado de São Paulo, procurando fornecer dados para embasar ações de conservação e restauração.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Região do Estudo

A área de estudo situa-se no município de Guariba, na região sudeste do Estado de São Paulo, com altitude variando entre 573 e 613 m, coordenadas geográficas de 21° 21' 05" de latitude sul e 48° 31' 12" de longitude oeste, apresentando em seu entorno a cultura da cana-de-açúcar. Trata-se de um pequeno fragmento, com área de 6,54 ha, situada na zona ripária, ao redor da nascente do córrego Rico. Acredita-se que a presença, no interior do fragmento, da nascente e do córrego por ela formado, provavelmente contribuiu para que a floresta fosse preservada, já que a região está praticamente dominada pela cana-de-açúcar.

Os solos predominantes nessa região, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1999) são os Latossolos Vermelhos (LV). O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, subtropical úmido com estiagem no inverno. A precipitação e a temperatura média anual, para essa região, situam-se próximas de 1.400 mm e 21°C, respectivamente. A vegetação, de acordo com a classificação do IBGE (Veloso *et al.*, 1991), é caracterizada como de transição entre a Floresta Estacional Semidecidual e o Cerrado.

### 2.2 Estudo Florístico e Fitossociológico

Para o levantamento fitossociológico foram alocadas 30 parcelas de 10 m x 10 m distribuídas ao longo do remanescente em três blocos de 10 parcelas contíguas. As parcelas localizaram-se ao

redor da nascente e ao longo do corpo d'água e distantes deste pelo menos 15 metros, ora alocadas de um lado do corpo d'água ora alocadas do lado oposto, de forma que em toda a área do remanescente existiam parcelas. Em cada parcela foram amostrados todos os indivíduos arbóreos, vivos ou mortos em pé, com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 5$  cm, para os quais foram registrados o DAP e a altura. A suficiência amostral foi definida através da curva do coletor. Os indivíduos foram marcados com plaquetas numeradas, identificando a parcela e o indivíduo. O DAP foi medido com o auxílio de suta e a altura foi estimada com o uso de vara graduada.

Os parâmetros fitossociológicos considerados para a análise da estrutura horizontal estão descritos em Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) e abrangem: densidade absoluta (DA) e relativa (DR), frequência absoluta (FA) e relativa (FR), dominância (expressa pela área basal) absoluta (DoA) e relativa (DoR), valor de importância (VI) e valor de cobertura (VC).

A diversidade florística foi estimada pelo índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ), (Magurran, 1988), utilizando o logaritmo natural na fórmula: ( $H' = - \sum p_i \ln p_i$ ) em que  $p_i$  = proporção do número de indivíduos da espécie  $i$  em relação ao total de indivíduos.

A equabilidade ( $J'$ ) foi calculada segundo Pielou (1975) por meio da fórmula:  $J' = H'/\ln S$  em que  $H'$  = índice de diversidade de Shannon-Weaver e  $S$  = número total de espécies amostradas.

O levantamento florístico das espécies arbóreas foi conduzido por meio de coletas para identificação botânica de todas as espécies amostradas no interior das parcelas. As visitas ao remanescente ocorreram entre janeiro de 2001 e janeiro de 2003, em intervalos que variaram de uma semana a um mês.

As identificações foram feitas com base na literatura especializada, por comparações em herbários ou com auxílio de especialistas do Instituto Florestal de São Paulo e da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP). As espécies foram classificadas em famílias, conforme o sistema de classificação proposto pelo Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003).

Visando reunir maiores informações sobre as espécies e para subsidiar propostas de recomposição, as espécies amostradas foram classificadas com base em Gandolfi *et al.* (1995) em pioneiras, secundárias iniciais ou secundárias tardias. Espécies não citadas naquele estudo foram classificadas com base em outros trabalhos como os de Leitão Filho *et al.* (1993), Bernaci & Leitão Filho (1996), Tabarelli & Mantovani (1997), Ivanauskas *et al.* (1999), Fonseca & Rodrigues (2000) e através de observações feitas durante os trabalhos de campo realizados.

Informações sobre as características ecológicas em relação à preferência ambiental e formações vegetacionais de ocorrência das espécies predominantes foram extraídas de Lorenzi (1992) e da lista de espécies recomendadas para reflorestamento heterogêneo da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (São Paulo, 2001).

Analisou-se a distribuição dos indivíduos entre classes de diâmetro, com amplitude estabelecida *a priori* de 5,0 cm. A estrutura vertical da comunidade foi avaliada por meio da distribuição dos indivíduos entre classes de altura, com amplitude de 2,0 m. As distribuições de frequências das classes de diâmetro e altura foram apresentadas na forma de histogramas de frequências conforme Spiegel (1976).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 54 espécies, 47 gêneros e 32 famílias botânicas (TABELA 1). As famílias com maiores números de espécies foram: Meliaceae (5) e Fabaceae-Faboideae (4), representando 9,2% e 7,4% do total de espécies registradas. As famílias Fabaceae-Caesalpinioideae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae e Sapotaceae foram representadas por três espécies cada uma, perfazendo 5,5% cada. Essas sete famílias representaram um total de 44,4% das espécies amostradas. Os gêneros melhor representados foram *Trichilia* (três espécies), seguido de *Aspidosperma*, *Protium* e *Ocotea* com duas espécies cada. A maioria dos levantamentos fitossociológicos em florestas estacionais semidecíduais aluviais (ripárias) e florestas estacionais semidecíduais (semidecíduas) do Estado de São Paulo demonstrou maior destaque em importância e riqueza para as famílias Fabaceae,

Euphorbiaceae, Rutaceae, Meliaceae, Lauraceae e Myrtaceae (Salis *et al.*, 1994; Pagano *et al.*, 1995; Berg & Oliveira-Filho, 2000).

Toniato *et al.* (1998), estudando um remanescente de floresta higrófila em Campinas, encontraram as famílias Myrtaceae, Lauraceae, Meliaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae, entre as de maior riqueza sendo, *Calophyllum brasiliensis* e *Protium almecega* as espécies que se destacaram na comunidade, representadas por um número de indivíduos muito superior às demais.

Annonaceae, Arecaceae, Boraginaceae, Clusiaceae, Ebenaceae, Fabaceae-Cercideae, Fabaceae-Mimosoideae, Lecythidaceae, Magnoliaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Moraceae, Myristicaceae, Myrsinaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Siparunaceae, Urticaceae e Verbenaceae, embora representem 65,6% das famílias encontradas, apresentaram-se com apenas uma única espécie, totalizando 38,8% das espécies encontradas no levantamento florístico.

Neste estudo o valor obtido para o índice de diversidade florística de Shannon-Weaver foi de 2,67, considerado baixo para florestas estacionais semidecíduais e florestas ripárias do interior do Estado de São Paulo, cujos valores são superiores a 3 (Martins, 1991; Salis *et al.*, 1994; Pagano *et al.*, 1995). Em Gália, Durigan *et al.* (2000) encontraram para o estrato intermediário índice de diversidade de 1,83. O baixo índice de diversidade encontrado significa que na comunidade analisada existe uma distribuição desigual de indivíduos por espécie, uma vez que o índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi de 0,20. Berg & Oliveira-Filho (2000), estudando uma floresta ripária e comparando-a com outras áreas, encontraram áreas com poucas espécies e grande número de indivíduos dominando a fisionomia, resultando em uma baixa equabilidade.

A equabilidade e o índice de diversidade auxiliam muito na caracterização de comunidades vegetais. De acordo com Martins (1991), embora seja influenciado pela amostragem, o índice de diversidade de Shannon fornece uma boa indicação da diversidade de espécies e pode ser utilizado para comparar florestas em locais distintos. Para Silva *et al.* (2000), a comparação de diferentes índices de diversidade deve ser avaliada com cautela, uma vez que vários fatores inerentes à sucessão e ao método de amostragem podem interferir nos seus valores.

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

TABELA 1 – Famílias e espécies arbóreas amostradas no município de Guariba, SP com os nomes vulgares correspondentes e a categoria sucessional proposta (CS – categoria sucessional; P – pioneira; Si – secundária inicial; St – secundária tardia e NC – não categorizada).

Famílias/Espécies	Nome vulgar	CS
<b>ANACARDIACEAE</b>		
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guaritá	St
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engler	Aroeira	Si
<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	Pombeiro	Si
<b>ANNONACEAE</b>		
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Pimenta-de-macaco	P
<b>APOCYNACEAE</b>		
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> M. Arg.	Peroba-poca	St
<i>Aspidosperma ramiflorum</i> M. Arg.	Peroba	St
<b>ARALIACEAE</b>		
<i>Dendropanax cuneatum</i> (DC.) Decne. & Planch.	Maria-mole	Si
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyermark & Frodin	Morototó	Si
<b>ARECACEAE</b>		
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.	Macaúva	NC
<b>BORAGINACEAE</b>		
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Chá-de-bugre	P
<b>BURSERACEAE</b>		
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engler	Amescla	Si
<i>Protium widgrenii</i> Engler	Amescla-branca	St
<b>CLUSIACEAE</b>		
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb.	Guanandi	St
<b>EBENACEAE</b>		
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	Olho-de-boi	Si
<b>EUPHORBIACEAE</b>		
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M. Arg.	Pau-jangada	P
<i>Croton floribundus</i> (L.) Spreng.	Capixingui	P
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. Sm.	Branquilha	St
<b>FABACEAE-FABOIDEAE</b>		
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth.	Araribá	Si
<i>Machaerium vestitum</i> Vogel	Veludinho	St
<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.	Cabreúva	St
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Jacarandazinho	Si
<b>FABACEAE-CAESALPINIOIDEAE</b>		
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Óleo-de-copaíba	St
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	Alecrim-de-campinas	St
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim-bravo	P

continua

## continuação – TABELA 1

Famílias/Espécies	Nome vulgar	CS
<b>FABACEAE-CERCIDEAE</b>		
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	Bauhinia-da-mata	Si
<b>FABACEAE-MIMOSOIDEAE</b>		
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Farinha-seca	P
<b>LAURACEAE</b>		
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canelinha	St
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Canela-sassafrás	St
<i>Ocotea</i> sp.	Ocotea	NC
<b>LECYTHIDACEAE</b>		
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá-branco	St
<b>MAGNOLIACEAE</b>		
<i>Talauma ovata</i> A. St. Hil.	Magnólia-do-brejo	Si
<b>MALVACEAE</b>		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	Si
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Açoita-cavalo	Si
<b>MELASTOMATACEAE</b>		
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naud.	Jacatirão	Si
<b>MELIACEAE</b>		
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Marinheiro	St
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Canjambo	NC
<i>Trichilia hirta</i> L.	Catiguá	St
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Cachuá	St
<i>Trichilia silvatica</i> C. DC.	Trichilia	St
<b>MORACEAE</b>		
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Figueira	St
<b>MYRISTICACEAE</b>		
<i>Virola sebifera</i> Aublet	Ucuúba-do-cerrado	Si
<b>MYRSINACEAE</b>		
<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Capororoça	Si
<b>MYRTACEAE</b>		
<i>Myrciaria trunciflora</i> O. Berg	Jaboticaba	St
<i>Psidium guineense</i> Sw.	–	St
<b>RHAMNACEAE</b>		
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Cafezinho	Si
<b>RUBIACEAE</b>		
<i>Coussarea hydrangeaefolia</i> (Benth.) & Hook.	Cinzeiro	St

continua

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

continuação – TABELA 1

Famílias/Espécies	Nome vulgar	CS
<b>RUTACEAE</b>		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	P
<b>SAPINDACEAE</b>		
<i>Allophylus edulis</i> (A. St. Hil.) Radlk.	Três-folhas	P
<b>SAPOTACEAE</b>		
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Guatambú-de-leite	St
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook & Arm.) Radlk.	–	St
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	–	NC
<b>SIPARUNACEAE</b>		
<i>Siparuna guianensis</i> Aublet	Negramina/Negamina	NC
<b>URTICACEAE</b>		
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	P
<b>VERBENACEAE</b>		
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	Lixeira	P

As espécies que mais se sobressaíram em densidade relativa foram *Calophyllum brasiliensis* (30,5%), *Astronium graveolens* (13,7%), *Scheffera morototoni* (8,5%), *Xylopia aromatica* e *Protium widgrenii* (ambas com 6,8%), perfazendo um total de 66,3% dos indivíduos amostrados (TABELA 2), indicando forte dominância ecológica na comunidade arbórea, também atestada pelo baixo valor de  $J'$ . Dentre os fatores que poderiam condicionar a forte dominância ecológica e a baixa equabilidade na comunidade estão as características ambientais da área de estudo e as ações antrópicas, fatores estes que poderiam influenciar as alterações na dinâmica natural da floresta. Por se tratar de uma área ripária, acredita-se que as diferenças na estacionalidade das chuvas e a ocorrência nas margens de cursos d'água exerceram papéis fundamentais na diferenciação florística desta área.

Diversos estudos têm mostrado que o componente higrófilo, juntamente com a altitude e variações climáticas, pode ser um fator importante

para explicar a diferenciação florística das florestas. Nas florestas ripárias, além do componente hídrico, que é um fator determinante para a baixa diversidade de espécies, o ambiente é mais homogêneo quanto ao encharcamento do terreno, tipo de solo, topografia e altitude, não sendo observada, portanto, grande variabilidade microambiental dentro de uma mesma área contínua de floresta, que poderia condicionar a ocorrência de um maior número de espécies, com alta equabilidade.

Foram amostrados 420 indivíduos, que resultaram em densidade total de 1.380 ind.ha<sup>-1</sup>. A área basal total da comunidade amostrada foi de 9,58 m<sup>2</sup>, o que resulta em 32 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. As cinco famílias com maior número de indivíduos foram: Clusiaceae (125), Anacardiaceae (69), Araliaceae (44), Burseraceae (37) e Annonaceae (28).

Na TABELA 2 é apresentada a relação das espécies em ordem decrescente de índice de valor de importância (IVI) e seus respectivos parâmetros fitossociológicos.

TABELA 2 – Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreas de fragmento florestal localizado em Guariba, SP, em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância (IVI). Ni = número de indivíduos; Pi = número de parcelas em que a espécie ocorre; AB = área basal; DAP = diâmetro médio a altura do peito; H = altura média; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; IVI = índice de valor de importância; IVC = índice de valor de cobertura.

Espécie	Ni	Pi	AB (m <sup>2</sup> /3000 m <sup>2</sup> )	DAP (cm)	H (m)	DA (n/ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m <sup>2</sup> /ha)	DoR (%)	IVI	IVC
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	125	16	5,055	22,7	13,8	416,7	30,5	53,3	9,7	16,9	52,77	92,95	83,25
<i>Astronium graveolens</i>	56	17	0,745	13,0	10,4	186,7	13,7	56,7	10,3	2,5	6,66	30,63	20,32
<i>Scheffera morototoni</i>	35	13	1,314	21,9	12,6	116,7	8,5	43,3	7,9	4,4	11,77	28,18	20,30
<i>Xylopia aromatica</i>	28	12	0,256	10,8	9,1	93,3	6,8	40,0	7,3	0,9	2,30	16,40	9,12
<i>Protium widgrenii</i>	28	7	0,311	11,9	10,5	93,3	6,8	23,3	4,2	1,0	2,78	13,85	9,61
<i>Guarea guidonia</i>	11	7	0,110	11,3	10,2	36,7	2,7	23,3	4,2	0,4	0,98	7,91	3,67
<i>Dendropanax cuneatum</i>	9	7	0,085	11,0	9,1	30,0	2,2	23,3	4,2	0,3	0,76	7,20	2,96
<i>Copaifera langsdorffii</i>	8	5	0,245	19,8	9,4	26,7	2,0	16,7	3,0	0,8	2,20	7,18	4,15
<i>Siparuna guianensis</i>	11	5	0,120	11,8	7,6	36,7	2,7	16,7	3,0	0,4	1,07	6,79	3,76
<i>Tapirira guianensis</i>	11	4	0,084	9,9	8,7	36,7	2,7	13,3	2,4	0,3	0,75	5,86	3,44
<i>Protium spruceanum</i>	9	5	0,043	7,8	9,5	30,0	2,2	16,7	3,0	0,1	0,38	5,61	2,58
<i>Cecropia pachystachya</i>	7	5	0,042	8,7	9,5	23,3	1,7	16,7	3,0	0,1	0,37	5,11	2,08
<i>Luehea grandiflora</i>	7	5	0,038	8,4	6,7	23,3	1,7	16,7	3,0	0,1	0,34	5,08	2,05
<i>Talauma ovata</i>	4	4	0,107	18,4	11,2	13,3	1,0	13,3	2,4	0,4	0,96	4,36	1,93
<i>Myroxylon peruiferum</i>	3	3	0,115	22,1	13,0	10,0	0,7	10,0	1,8	0,4	1,03	3,58	1,76
<i>Alchornea triplinervia</i>	3	3	0,111	21,7	15,1	10,0	0,7	10,0	1,8	0,4	0,99	3,54	1,73
<i>Ficus guaranitica</i>	3	3	0,087	19,2	9,1	10,0	0,7	10,0	1,8	0,3	0,77	3,32	1,51
<i>Ocotea odorifera</i>	5	2	0,065	12,9	8,0	16,7	1,2	6,7	1,2	0,2	0,58	3,01	1,80
<i>Nectandra megapotamica</i>	3	3	0,036	12,3	9,5	10,0	0,7	10,0	1,8	0,1	0,32	2,87	1,05
<i>Cariniana estrellensis</i>	3	2	0,102	20,8	13,5	10,0	0,7	6,7	1,2	0,3	0,91	2,85	1,64
<i>Coussarea hydrangeaeifolia</i>	3	3	0,023	9,8	9,6	10,0	0,7	10,0	1,8	0,1	0,20	2,75	0,93
<i>Croton floribundus</i>	3	2	0,063	16,4	11,3	10,0	0,7	6,7	1,2	0,2	0,57	2,51	1,30
<i>Rapanea ferruginea</i>	3	2	0,043	13,5	7,1	10,0	0,7	6,7	1,2	0,1	0,38	2,33	1,12
<i>Trichilia silvatica</i>	3	2	0,029	11,0	10,1	10,0	0,7	6,7	1,2	0,1	0,26	2,20	0,99
<i>Acrocomia aculeata</i>	2	2	0,049	17,7	9,2	6,7	0,5	6,7	1,2	0,2	0,44	2,14	0,93
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	3	2	0,006	5,2	4,8	10,0	0,7	6,7	1,2	0,0	0,06	2,00	0,79
<i>Diospyros hispida</i>	2	2	0,020	11,4	11,5	6,7	0,5	6,7	1,2	0,1	0,18	1,88	0,67

continua

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

continuação – TABELA 2

Espécie	Ni	Pi	AB (m <sup>2</sup> /3000m <sup>2</sup> )	DAP (cm)	H (m)	DA (n/ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m <sup>2</sup> /ha)	DoR (%)	IVI	IVC
<i>Pterogyne nitens</i>	1	1	0,110	37,5	7,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,4	0,99	1,84	1,23
<i>Allophylus edulis</i>	2	2	0,009	7,5	6,0	6,7	0,5	6,7	1,2	0,0	0,08	1,78	0,57
<i>Holocalyx balansae</i>	2	2	0,003	4,7	5,2	6,7	0,5	6,7	1,2	0,0	0,03	1,73	0,52
<i>Platypodium elegans</i>	2	1	0,063	20,0	11,0	6,7	0,5	3,3	0,6	0,2	0,56	1,65	1,05
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	2	1	0,039	15,7	12,5	6,7	0,5	3,3	0,6	0,1	0,34	1,44	0,83
<i>Lithraea molleoides</i>	2	1	0,013	9,2	7,2	6,7	0,5	3,3	0,6	0,0	0,12	1,21	0,61
<i>Cordia sellowiana</i>	1	1	0,029	19,2	8,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,1	0,26	1,11	0,50
<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	1	1	0,021	16,5	12,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,1	0,19	1,04	0,44
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1	1	0,019	15,7	7,5	3,3	0,2	3,3	0,6	0,1	0,17	1,02	0,42
<i>Albizia niopoides</i>	1	1	0,016	14,2	10,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,1	0,14	0,99	0,39
<i>Trichilia hirta</i>	1	1	0,014	13,2	8,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,12	0,97	0,37
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	1	1	0,013	12,8	12,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,12	0,97	0,36
<i>Ocotea</i> sp.	1	1	0,009	10,8	4,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,08	0,93	0,33
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	1	0,007	9,7	10,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,07	0,92	0,31
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	1	0,007	9,5	9,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,06	0,91	0,31
<i>Pouteria gardneri</i>	1	1	0,006	9,0	12,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,06	0,91	0,30
<i>Trichilia pallida</i>	1	1	0,006	8,7	8,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,05	0,90	0,30
<i>Machaerium vestitum</i>	1	1	0,005	8,2	7,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,05	0,90	0,29
<i>Virola sebifera</i>	1	1	0,005	8,0	9,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,04	0,89	0,29
<i>Bauhinia longifolia</i>	1	1	0,005	7,7	6,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,04	0,89	0,29
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	1	1	0,004	7,5	11,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,04	0,89	0,28
<i>Psidium guineensis</i>	1	1	0,004	7,4	7,5	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,04	0,89	0,28
<i>Centrobium tomentosum</i>	1	1	0,004	7,0	6,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,03	0,88	0,28
<i>Sebastiania commersoniana</i>	1	1	0,003	6,4	5,5	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,03	0,88	0,27
<i>Aloysia virgata</i>	1	1	0,003	6,0	6,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,03	0,88	0,27
<i>Myrciaria trunciflora</i>	1	1	0,002	5,5	3,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,02	0,87	0,27
<i>Guarea kunthiana</i>	1	1	0,002	5,5	6,0	3,3	0,2	3,3	0,6	0,0	0,02	0,87	0,27
Totais	420		9,580			1380,0	100,00	553,33	100,00	32,20	100,00	300,0	200,0

A espécie dominante *Calophyllum brasiliensis* apresentou índice de valor de importância (IVI) de 92,95, valor bem superior às demais espécies. Os elevados valores obtidos em relação à densidade e à dominância dessa espécie indicam que ela está bem adaptada, sendo provavelmente mais competitiva nas condições ambientais do local de estudo. Sua maior dominância relativa (DoR) pode ser atribuída à presença de um número relativamente elevado de indivíduos de grande porte e não apenas ao elevado número de indivíduos encontrados na área. Porém, *Calophyllum brasiliensis* não exibiu a maior frequência relativa, uma vez que tem sua distribuição concentrada nos terrenos úmidos, estando ausente em boa parte da área do fragmento. É comum essa espécie ocorrer com alta densidade e dominância em florestas pluviais localizadas sobre solos úmidos e brejosos, suportando encharcamento e inundações (Lorenzi, 1992; Toniato *et al.*, 1998). Como a área estudada apresentou características de encharcamento durante o período chuvoso, essa espécie provavelmente encontrou facilidade de adaptação na área.

Do total de 54 espécies amostradas, três contribuíram com 50,5% da soma total do IVI, sendo que apenas cinco (*Calophyllum brasiliensis*, *Astronium graveolens*, *Scheffera morototoni*, *Xylopia aromatica* e *Protium widgrenii*) apresentaram IVI maior que 10. As três espécies que apresentaram maior IVI foram as mesmas com maior IVC, representando 61,9% do índice de valor de cobertura (IVC). Esses resultados demonstram que existe um número reduzido de espécies (em torno de 9%) que apresentam dominância no ambiente, fato comum em florestas tropicais (Martins, 1991).

A segunda espécie com maior IVI, *Astronium graveolens*, foi responsável pela maior frequência absoluta estando presente em 56,7% das parcelas amostradas. A alta frequência dessa espécie, em ambiente heterogêneo, sugere alta plasticidade ecológica. A espécie que ocupou o terceiro lugar em IVI, *Scheffera morototoni*, apresentou IVI de 28,1 (9,3% do total). *Xylopia aromatica*, com 28 indivíduos, foi a quarta espécie mais representativa, sendo uma espécie característica do cerrado e campo cerrado (Lorenzi, 1992). *Protium widgrenii*, também com 28 indivíduos ocupou o quinto lugar. É uma espécie encontrada em áreas ciliares, suportando encharcamentos e inundações e característica da Floresta Latifoliada Semidecídua (Lorenzi, 1992; São Paulo, 2001).

O fato de apresentarem diferentes exigências e estratégias de ocupação, explorando distintos recursos do habitat, permite que espécies com comportamentos distintos figurem concomitantemente entre as mais importantes (IVI). Esse é o caso, por exemplo, de *Calophyllum brasiliensis* e *Protium widgrenii*, que são espécies higrófilas, e *Xylopia aromatica*, que é uma espécie típica do cerrado praticamente antagonista às primeiras.

A presença regional de espécies arbóreas típicas dos cerrados (*Xylopia aromatica*, *Coussarea hydrangeaefolia* e *Diospyros hispida*) das florestas higrófilas (*Calophyllum brasiliensis*, *Protium widgrenii*, *Dendropanax cuneatum*, *Tapirira guianensis*, *Protium spruceanum* e *Talauma ovata*) e das florestas estacionais (*Astronium graveolens*, *Scheffera morototoni* e *Guarea guidonia*) sugere que a área estudada se encontra em faixa de “transição florística” com a existência de espécies de diferentes ambientes. A co-existência de espécies de diferentes condições ambientais, em maior ou menor proporção, é bastante relatada (Catharino, 2006; Aragaki & Mantovani, 1998; Durigan *et al.*, 2000) podendo sugerir a condição de ecótono.

Vinte e uma espécies foram representadas por apenas um indivíduo, o que representa 38,8% do número de espécies amostradas no fragmento. É um número muito elevado de espécies que ocorrem com apenas um indivíduo, sugerindo alta susceptibilidade ao desaparecimento dessas espécies, caso ocorra morte ou corte destes indivíduos. Martins (1991), em levantamento fitossociológico de matas do interior paulista, encontrou a porcentagem de espécies raras variando de 25,5% e 29,8% e, em levantamento realizado por Silva (1989), este valor foi de 30,2%.

A distribuição dos diâmetros de todos os indivíduos amostrados (FIGURA 1) foi a esperada para florestas inequívocas secundárias, apresentando-se a curva na forma de um “J” invertido (Meyer, 1952; Alder & Synott, 1992; Oliver & Larson, 1996), mostrando que provavelmente não há distúrbios, de modo que há estoque de jovens podendo garantir o futuro da comunidade. A curva resultante indica que existe um decréscimo acentuado no número de indivíduos, no sentido das menores para as maiores classes diamétricas, semelhante a outros levantamentos realizados em Florestas Estacionais Semidecíduas do Estado de São Paulo (Cavassan, 1983; Martins, 1991; Leitão Filho *et al.*, 1993; Pagano *et al.*, 1995; Pereira-Silva *et al.*, 2004).



DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

A maior concentração de indivíduos na primeira classe de diâmetro caracteriza uma comunidade estoque, um padrão típico de florestas tropicais estáveis de idade e composição de espécies variadas que formam o banco permanente de plântulas (Scolforo, 2005).

Analisando-se a comunidade como um todo, a menor classe de diâmetro (FIGURA 1) foi representada por 206 indivíduos (48,9%) enquanto 102 indivíduos (24,2%) estão concentrados na classe entre 10 e 14,9 cm, sendo estas duas classes, em conjunto, responsáveis por 308 indivíduos (73,1%) amostrados. Esse contingente reúne tanto os indivíduos jovens de espécies presentes nos estratos superiores da floresta, quanto os representantes de espécies que estão colonizando o local ou de porte menor, como,

por exemplo, *Xylopia aromatica* e *Protium widgrenii*, beneficiadas por alterações ambientais decorrentes do avanço da sucessão secundária. Também nessas classes (5 a 9,9 cm) e (10 a 14,9 cm) se encontra a maior parte das populações de espécies do sub-bosque que, mesmo na maturidade, não atingem grandes diâmetros.

As classes de DAP entre 15 e 19,9 cm e entre 20 e 24,9 cm, compreenderam 50 (11,8%) e 26 (6,1%) indivíduos, respectivamente. Nas classes maiores houve um decréscimo gradual no número de indivíduos e espécies, sendo que a partir de 60 cm ocorre apenas *Calophyllum brasiliensis*. Assim, observa-se maior número de indivíduos nas classes inferiores (5 a 14,9 cm), baixa frequência nas classes intermediárias (15 a 24,9 cm) e descontinuidade nas classes subseqüentes.

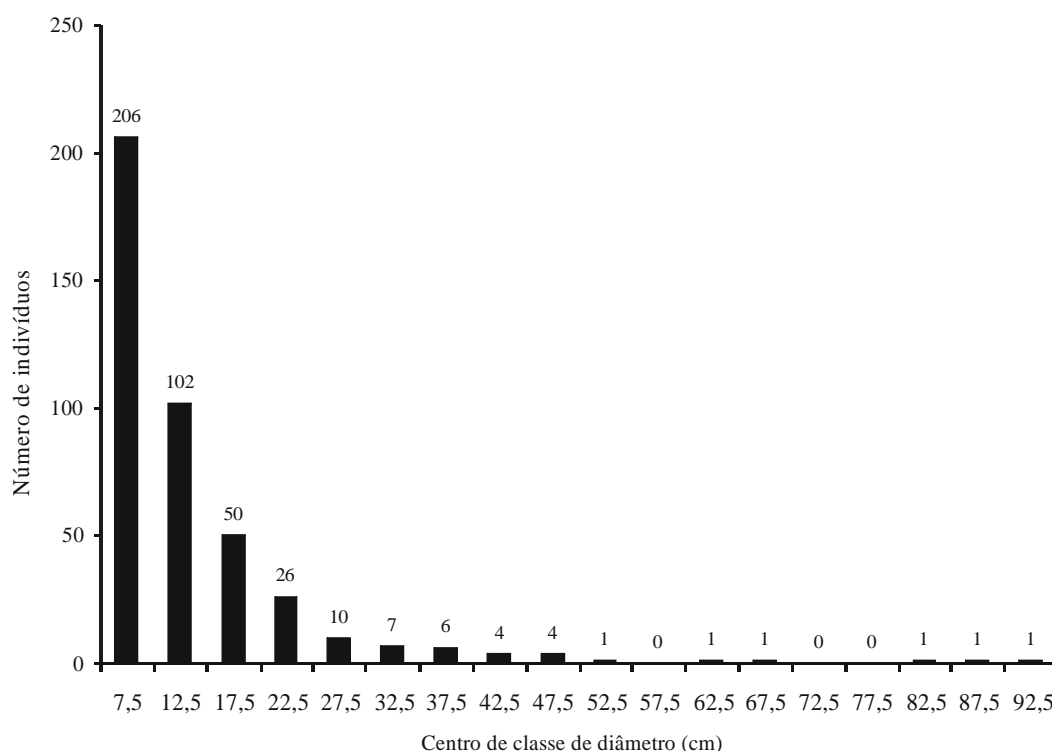


FIGURA 1 – Distribuição de diâmetros dos 420 indivíduos arbóreos amostrados em Guariba, SP. Classes de diâmetro indicadas por seu valor central.

Segundo Bierregaard Jr. *et al.* (1992), a dinâmica de recrutamento de novas gerações não é o único aspecto que pode se refletir nas distribuições diamétricas, uma vez que a estrutura das comunidades florestais

é muito complexa no espaço e no tempo. Outros aspectos, como os estádios sucessionais e a estratificação vertical particular de cada espécie não podem ser esquecidos (Tabanez *et al.*, 1997).

A distribuição de frequência por classes de altura (FIGURA 2) de todos os indivíduos amostrados mostra tendência de concentração de indivíduos nas classes de 5 a 14,9 m, com 327 indivíduos, correspondendo a 77,8% do total. Observa-se que a distribuição se inicia com uma reduzida representação, sendo que, na menor classe, se encontram apenas 13 indivíduos, estando possivelmente subestimada, considerando que os indivíduos com altura compatível não foram incluídos por não cumprirem o critério de inclusão adotado, que foi baseado no diâmetro mínimo.

A altura máxima encontrada para os indivíduos amostrados foi de 28 m, a mínima de 3 m e média de 10,9 m. O cálculo do número de classes de altura resultou em 13 classes com amplitude de 2 m. Segundo Carvalho *et al.* (1995), o estudo das distribuições de diâmetros e de alturas, considerando as espécies de uma comunidade, permite verificar se o fragmento e/ou floresta se encontra em equilíbrio. De acordo com apresentação dos diâmetros e alturas da comunidade analisada, o estande florestal apresenta-se composto, em sua maioria, por indivíduos com até 15,0 cm de DAP e distribuídos entre 7 e 14,9 m de altura.

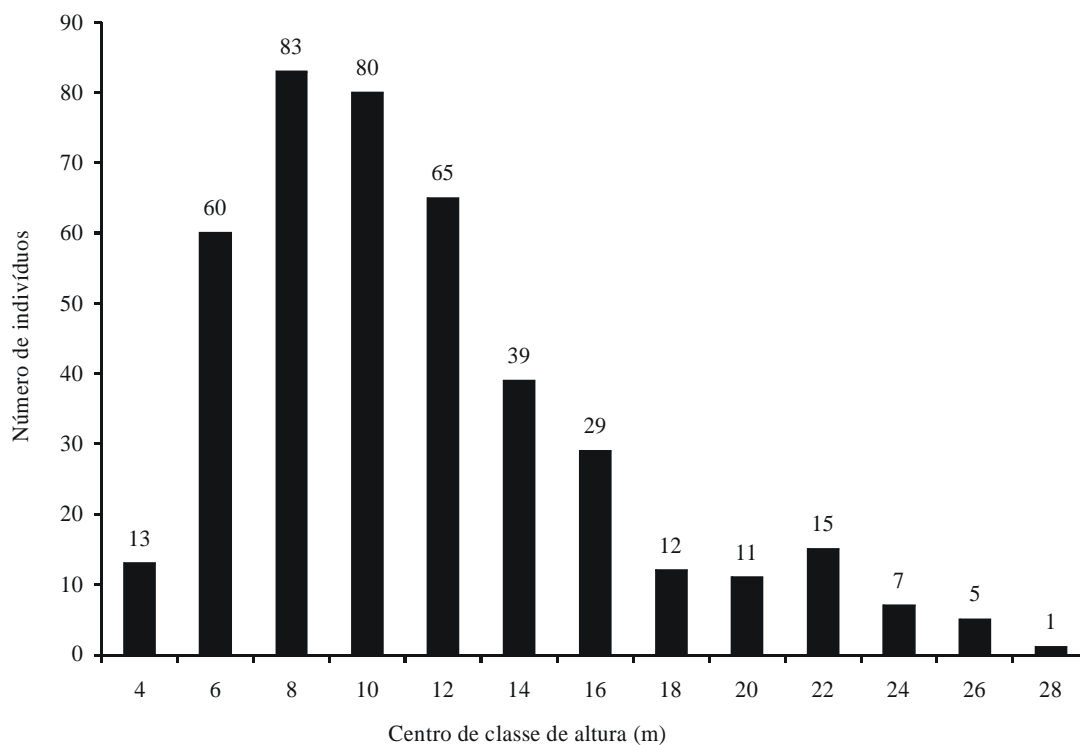


FIGURA 2 – Distribuição de alturas dos 420 indivíduos arbóreos amostrados em Guariba, SP. Classes de altura indicadas por seu valor central.

Porém, a curva em J invertido (distribuição exponencial negativa) ou a maior concentração de indivíduos nas classes de menor tamanho não foi observada para todas as espécies individualmente no fragmento estudado. Segundo Schaaf *et al.* (2006), a idéia geral de que grande quantidade de indivíduos nas classes inferiores indica que uma espécie vai estar garantida na estrutura futura da floresta nem sempre é verdadeira.

Se uma espécie tem poucos indivíduos nas classes inferiores, mas pequena probabilidade de morrer devido à competição, é bem provável que tal espécie se mantenha na floresta. No entanto, uma espécie na qual grande parte dos indivíduos esteja sujeita a morrer devido à competição, necessita apresentar grande frequência nas classes diamétricas inferiores para ter alguma chance de sobreviver na comunidade.

Dessa forma, não é o fato de ter maior densidade que uma espécie garante sua manutenção na comunidade, mas sim sua capacidade de competir dentro do seu nicho ecológico.

As distribuições de diâmetro e de altura para as cinco principais espécies ocorrentes na área estão representadas nas FIGURAS 3A e 3B. *Calophyllum brasiliensis*, espécie com maior IVI, apresentou grande número de indivíduos (81) nas duas primeiras classes de diâmetro, representando 64,8% do total, decrescendo à medida que alcançava as classes intermediárias e superiores. Essa espécie predominante no dossel apresentou boa reprodução e recrutamento contínuo, indicando que possivelmente estará presente no futuro dessa comunidade.

*Astronium graveolens* apresentou muitos indivíduos (46) nas classes inferiores (de 5 a 9,9 cm e de 10 a 14,9 cm) e baixa frequência (8) nas classes intermediárias (de 15 a 19,9 cm e de 20 a 24,9 cm), indicando elevado número de plantas jovens que poderão se regenerar na comunidade. *Scheffera morotoni* apresentou sete indivíduos na menor classe de diâmetro, com aumento na segunda classe (10 indivíduos), decrescendo na 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> classes, mas apresentou indivíduos nas classes superiores indicando que esta espécie de dossel está se regenerando na comunidade. *Xylopia aromatica* apresentou a maioria dos indivíduos (26) nas duas primeiras classes de diâmetro, o que se explica pelo porte desta pequena espécie de cerrado cujo DAP dificilmente ultrapassa 15 cm. *Protium widgrenii*, assim como *Xylopia aromatica*, apresentou maior porcentagem de indivíduos (89,2%), distribuídos nas duas primeiras classes de diâmetro.

Em relação à distribuição de frequência por classes de altura, ressaltando-se que muitos indivíduos da primeira classe devem ter sido excluídos da amostragem por não atingirem o DAP mínimo, das cinco principais espécies (FIGURA 3B), observa-se tendência de concentração dos indivíduos nas classes intermediárias (entre 7 e 14,9 m). *Astronium graveolens* apresentou 39 de seus indivíduos (69,6% do total) nessas classes e *Scheffera morotoni*, *Xylopia aromatica* e *Protium widgrenii* apresentaram o mesmo número de indivíduos (23) entre 7 e 14,9 m, representado,

respectivamente, 65,7%, 82,1% e 82,1% dos indivíduos destas espécies. Apenas *Calophyllum brasiliensis* apresentou menor percentual de indivíduos (49,6%) entre 7 e 14,9 m, mas foi a espécie que apresentou maior número de indivíduos (49) nas classes de maior altura.

Em relação à classificação sucessional das 54 espécies arbóreas amostradas (TABELA 1), 10 (18,5%) foram classificadas como pioneiras, 17 (31,5%) como secundárias iniciais, 22 (40,7%) como secundárias tardias e não foi possível classificar cinco (9,2%) espécies. A porcentagem de espécies por grupo ecológico neste estudo se aproxima da situação encontrada em uma área de Floresta Semidecidual em Botucatu estudada por Fonseca & Rodrigues (2000), onde 16,4% foram classificadas como pioneiras, 34,4% como secundárias iniciais, 45,9% como secundárias tardias e 3,3% não foram classificadas. Ivanauskas *et al.* (1999), estudando um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, SP, encontraram 5,24% de espécies pioneiras, 40,5% de secundárias iniciais, 33,1% de secundárias tardias, não sendo possível classificar 9,64% das espécies.

Em relação ao número de indivíduos com que as espécies estão representadas nas diferentes categorias sucessionais observou-se que 48 (11,4%), 92 (21,9%) e 264 (62,8%) indivíduos compõem a categoria das pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias, respectivamente. Esses dados confirmam que na área estudada prevalecem espécies de final de sucessão.

Entre as seis espécies mais importantes, em relação ao IVI, cinco são secundárias (*Calophyllum brasiliensis*, *Astronium graveolens*, *Scheffera morotoni*, *Protium widgrenii* e *Guarea guidonia*) e uma é pioneira (*Xylopia aromatica*). As espécies secundárias aparecem, frequentemente, em destaque na Floresta Estacional Semidecidual, sendo tal fato geralmente atribuído ao histórico de perturbação desta formação (Gandolfi *et al.*, 1995; Rodrigues, 1992).

O estande florestal apresenta-se composto, em sua maioria, por espécies secundárias iniciais e tardias, representadas nas diversas classes de diâmetro e altura mostrando que existe estoque de jovens podendo garantir o futuro da comunidade.

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

A)

B)

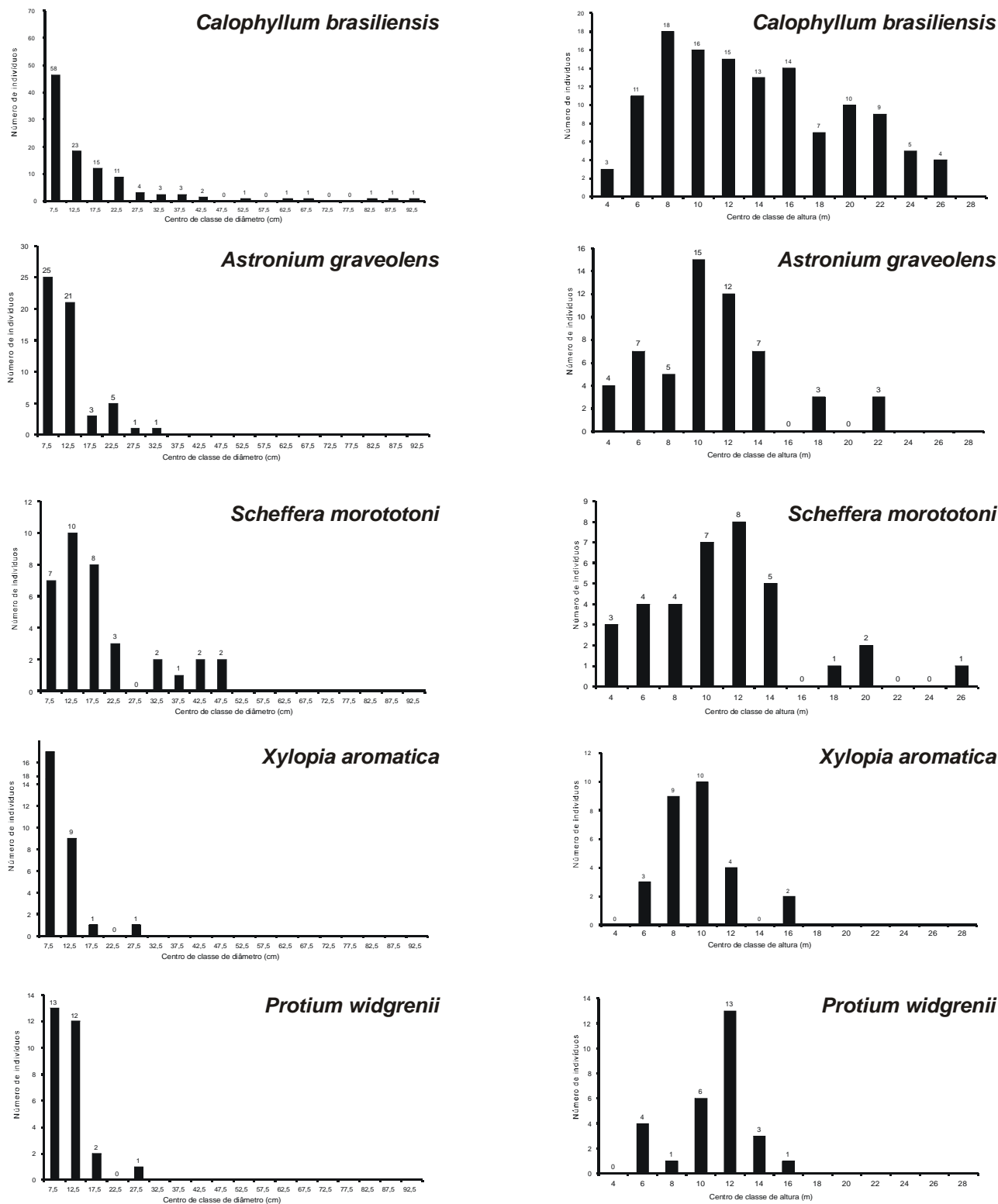


FIGURA 3 – Distribuição do diâmetro (A) e da altura (B) dos indivíduos das cinco espécies arbóreas com maior IVI amostradas em Guariba, SP. Classes de diâmetro e altura indicadas por seu valor central.

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

#### 4 CONCLUSÕES

A comunidade estudada apresentou baixa diversidade de espécies, alta dominância ecológica e predomínio da espécie *Calophyllum brasiliensis* que comumente ocorre em ambientes úmidos ou áreas sujeitas a alagamentos permanentes ou temporários, onde a comunidade geralmente é pouco diversificada. A baixa diversidade de espécies e a dominância de *Calophyllum brasiliensis* podem estar relacionadas à saturação hídrica da área.

A presença regional de espécies arbóreas típicas dos cerrados, das florestas higrófilas e estacionais sugere que a área estudada se encontra em faixa de “transição florística”, caracterizando a condição de ecótono entre dois biomas (Cerrado e Mata Atlântica) e entre os ambientes ripário e de interflúvio. A dominância de uma espécie higrófila pode indicar a saturação hídrica em parte da área.

A distribuição diamétrica e de altura revelou uma comunidade com estoques de jovens, tanto das espécies pioneiras como secundárias, podendo garantir o futuro da comunidade.

Em termos sucessionais, a maioria das espécies e dos indivíduos concentra-se nas categorias de final de sucessão, indicando que a área estudada se encontra em estágio sucessional de médio para avançado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDER, D.; SYNOTT, T. J. **Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest**. Oxford: Oxford Forestry Institute, University of Oxford, 1992. (Tropical Forestry Papers, n. 248).

ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Caracterização do clima e da vegetação de remanescente florestal no planalto paulistano (SP). In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Academia de Ciências e Letras do Estado de São Paulo, 1998. p. 25-36. (Publicação ACIESP 87-II).

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 141, p. 399-439, 2003.

BARROS, F. *et al.* Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes. In: MELO, M. M. R. F. *et al.* **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1991. v. 1.

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

BERNACI, L. C.; LEITÃO FILHO, H. F. Flora fanerogâmica da floresta da Fazenda São Vicente, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 49-164, 1996.

BIERREGAARD Jr., R. O. *et al.* The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. **BioScience**, Washington, D.C., v. 42, n. 11, p. 858-866, 1992.

CARVALHO, D. A. de *et al.* Estrutura diamétrica e vertical de uma floresta ripária no Alto Rio Grande (Bom Sucesso – Estado de Minas Gerais). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 19, n. 4, p. 572-586, 1995.

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 Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-12, 2006.

CAVASSAN, O. **Levantamento fitossociológico da vegetação arbórea da mata da Reserva Estadual de Bauru, utilizando o método dos quadrantes**. Bauru: Faculdade do Sagrado Coração, 1983. 81 p. (Cadernos de Divulgação Cultural, n. 4).

DURIGAN, G. *et al.* Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, p. 369-381, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FELDMAN, F. Como a recuperação de áreas degradadas pode influenciar nas mudanças climáticas e na biodiversidade. In: MANUAL para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo com ênfase no interior paulista. Mogi-Guaçu, 2006.

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

FONSECA, R. C. B.; RODRIGUES, R. R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 27-43, 2000.

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

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995-2000**. São Paulo, 2002. 70 p. (Relatório final).

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; INSTITUTO SÓCIOAMBIENTAL. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1990-1995**. São Paulo, 1998.

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

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 83-99, 1999.

JOLY, C. A.; LEITÃO FILHO, H. F.; SILVA, S. M. O patrimônio florístico – The floristic heritage. In: CAMARA, I. G. (Coord.). **Mata Atlântica – Atlantic Rain Forest**. São Paulo: Index: Fundação S.O.S. Mata Atlântica, 1991. p. 62-89.

KRONKA, J. F. N. *et al.* **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente: Imprensa Oficial, 2005. 200 p.

LEITÃO FILHO, H. F. *et al.* **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)**. São Paulo: UNESP: UNICAMP, 1993. 184 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2000. cap. 3, p. 33-44.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croom Helm, 1988. 179 p.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246 p.

MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, Bethesda, v. 50, n. 50, p. 85-92, 1952.

MORI, S. A. *et al.* Ecological importance of Myrtaceae in an eastern Brazilian wet forest. **Biotropica**, Lawrence, v. 15, p. 68-70, 1983.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

OLIVER, C. D.; LARSON, B. C. **Forest stand dynamics**. New York: John Wiley & Sons, 1996. 519 p.

PAGANO, S. N.; LEITÃO FILHO, H. F.; CAVASSAN, O. Variação temporal da composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta mesófila semidecídua – Rio Claro – Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 55, n. 2, p. 241-258, 1995.

PEREIRA-SILVA, E. F. L. *et al.* Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerradão em uma unidade de conservação do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 533-544, 2004.

PEIXOTO, A. L.; GENTRY, A. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 13, p. 19-25, 1990.

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C. de; GALBIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley & Sons, 1975. 165 p.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: EDUSP: HUCITEC, 1979. 374 p.

RODRIGUES, R. R. **Análise de um remanescente de vegetação natural às margens do rio Passa Cinco, Ipeúna, SP**. 1992. 325 f. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

\_\_\_\_\_. **A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno**. Piracicaba: IPEF, 1999. 17 p. (Circular Técnica IPEF, n. 189).

\_\_\_\_\_.; GANDOLFFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2000. cap. 4, p. 45-71.

ROMARIZ, D. de A. **Aspectos da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974. 60 p.

SALIS, S. M.; TAMASHIRO, J. Y.; JOLY, C. A. Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um remanescente de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, p. 93-103, 1994.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA - 21, de 21-11-2001. Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 111, n. 221, 23 nov. 2001.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. **Recuperação florestal: da muda à floresta**. São Paulo: SMA, 2004. 112 p.

SCHAAF, L. B. *et al.* Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 283-295, 2006.

SCOLFORO, J. R. **Biometria florestal: modelos de regressão linear e não linear**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2005. pt. 1, 352 p.

SILVA, A. F. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da Reserva Florestal Professor Augusto Ruschi, São José dos Campos, SP**. 1989. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, A. F.; FONTES, N. R. L.; LEITÃO FILHO, H. F. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 24, n. 4, p. 397-406, 2000.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976. 580 p.

TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V. M.; DIAS, A. da S. Conseqüências 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**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 47-60, 1997.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 57-66, 1997.

THOMAS, W. W. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 7, p. 311-322, 1998.

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

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

# REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS PELAS COPAS DE UM POVOAMENTO DE SERINGUEIRA, JOSÉ BONIFÁCIO, SP\*

Valdemir Antonio RODRIGUES\*\*

## RESUMO

A presente pesquisa foi desenvolvida em um povoamento de seringueira, clone RRIM 600, com 15 anos de idade, município de José Bonifácio, SP. A pesquisa avaliou a redistribuição das chuvas no período de agosto de 1996 a julho de 1997 (ano hídrico 1996/97), por meio de quantificação das precipitações pluvial total, interna e efetiva; do escoamento pelo tronco; e estimativa da interceptação das chuvas pelas copas do seringal. Foram instalados pluviômetros a céu aberto e sob o dossel das árvores e, nos troncos das árvores, coletores de água. A precipitação média anual foi de 1.514,5 mm, a precipitação interna foi de 1.065,7 mm e o escoamento pelo tronco, de 107,7 mm. A interceptação das chuvas pelas copas e a precipitação efetiva resultaram em 341,1 e 1.173,4 mm, respectivamente; correspondendo a 22,5% e 77,5% do total da precipitação no seringal. A proporção de água que chega ao solo através do escoamento pelo tronco na seringueira foi superior aos obtidos em estudos similares realizados na região Sudeste do Brasil. Os menores e maiores valores percentuais de interceptação ocorreram no período de estiagem, enquanto no período chuvoso os valores foram intermediários. Os valores mínimos ocorreram durante os meses do período de estiagem, durante os quais as árvores estão desfolhadas, enquanto os maiores valores ocorreram logo a seguir, quando as chuvas que ainda têm características do período de estiagem ocorreram sobre as árvores com a folhagem recomposta.

Palavras-chave: precipitação; precipitação interna e efetiva; escoamento pelo tronco; interceptação pelas copas; seringueira.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de interceptação da precipitação pluvial ocorre quando a água da chuva é temporariamente retida pelas copas das árvores, sendo subsequentemente redistribuída em água que respinga ao solo, que escoar pelo tronco e que volta para a atmosfera por evaporação (Lima, 1986).

## ABSTRACT

This research was developed in a 15 years old rubber-tree plantation (RRIM 600), located in the municipality of José Bonifácio, São Paulo State. The research evaluate the rain redistribution between August 1996 and July 1997 (water year 1996/1997). It was estimated the gross and net precipitation, the throughfall, the stemflow and the crown interception loss. Non-recording rain gauges were installed at an open area and under the rubber tree canopy. Stemflow collectors were installed at the stem of the trees. The annual average rain precipitation was 1,514.5 mm, the throughfall was 1,065.7 mm and the stemflow was 107.7 mm. The crown interception loss and the effective precipitation resulted in 341.1 and 1,173.4 mm respectively, corresponding to 22.5% and 75.5% of the total rain precipitation.

Keywords: gross precipitation; net precipitation; throughfall; stemflow; crown interception loss; rubber-tree.

A precipitação interna, também denominada “transprecipitação”, é um componente que apresenta grande variabilidade espacial dentro da floresta. Em estudos realizados na região Sudeste do Brasil, a precipitação interna variou entre 70 a 80% da precipitação anual no aberto (Lima & Nicolielo, 1983; Cicco *et al.*, 1986/1988; Fujieda *et al.*, 1997; Rodrigues, 1999; Arcova *et al.*, 2003; Oliveira Júnior & Dias, 2005).

(\*) Parte da Tese de Doutorado do autor. Aceito para publicação em novembro de 2008.

(\*\*) Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.  
E-mail: valdemirrodriques@fca.unesp.br



A perda por interceptação da chuva pelas copas das árvores é geralmente tida como a diferença entre a precipitação total, medida a céu aberto, e a precipitação efetiva que atinge o piso florestal (Herwitz & Slye, 1994). A perda de chuva por interceptação das copas varia em função de vários fatores, entre os quais a capacidade de retenção de água pelas copas das árvores, a intensidade e duração das chuvas, e condições ambientais (Kozlowski, 1983).

Gênova *et al.* (2007) concluíram que algumas características estruturais e ecológicas do dossel exercem influência sobre os processos hidrológicos em plantios de recuperação da mata ciliar, bem como maior interceptação e menor umidade do solo tendem a ocorrer em florestas perenifólias, especialmente naquelas com alta densidade de árvores.

Franken *et al.* (1982) observaram na floresta amazônica de terra firme que para chuvas de até 10 mm, a interceptação pode ser de 34%, caindo para 16,8% em precipitações entre 60 a 70 mm. McCarthy *et al.* (1991), avaliando os componentes hidrológicos numa microbacia com *Pinus taeda*, localizada numa região plana da costa da Carolina do Norte, EUA, verificaram que a perda de água da chuva por interceptação das copas foi acima de 35% da precipitação total.

Em estudos realizados na região Sudeste do Brasil, a perda da água da chuva pela interceptação das copas variou, em relação à precipitação anual no aberto, entre 6,6% em floresta implantada de *Pinus caribaea* com 6 anos de idade, Piracicaba (Lima, 1976), a 18,6% em vegetação secundária de Mata Atlântica, Cunha (Arcova *et al.*, 2003).

Huber & Oyarzun (1992) estudaram a redistribuição das chuvas por intermédio da precipitação efetiva, do escoamento pelo tronco e da interceptação pelas copas em uma floresta nativa no Sul do Chile. As perdas de água da chuva por interceptação das copas e da serrapilheira foram estimadas em 29,3% e 8,3%, respectivamente, sendo que a precipitação efetiva atingiu 62,4%.

A quantidade de água que escoo pelo tronco das árvores, durante a chuva, depende de vários fatores, entre eles o volume de precipitação e a rugosidade da casca. A rugosidade da casca, por sua vez, varia em função da espécie e da idade da árvore (Molchanov, 1971).

Segundo Neal *et al.* (1993), o escoamento pelo tronco de faia *Fagus sylvatica* em Hampshire, Sul da Inglaterra, foi em média 5% da precipitação efetiva e variou de acordo com a estação do ano: de 1% a 2% durante o período enfolhado e 6% a 16% durante o período de dormência no inverno. A perda por interceptação foi em média de 14% a 16%, e pouco variou ao longo do ano.

A quantificação do volume de água do escoamento pelo tronco, na região Sudeste do Brasil, resultou em valores que variaram de 0,2% a 4,2% da precipitação anual no aberto (Lima, 1976; Arcova *et al.*, 2003; Cicco *et al.*, 1986/1988; Fujieda *et al.*, 1997; Oliveira Júnior & Dias, 2005); sendo sempre valores pequenos, de maneira que têm sido sistematicamente ignorados por vários autores (Lima & Nicolielo, 1983; Genova *et al.*, 2007).

A região de São José do Rio Preto, onde foi realizada a presente pesquisa, era transição entre dois biomas: o Cerrado e a Mata Atlântica (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2004). Ao longo do século XX, a vegetação original da região foi substituída pela agricultura e pastagem e, atualmente, plantações de seringueira têm aumentado a sua área. Mudanças no uso do solo podem acarretar modificações nos processos hidrológicos e nas suas proporções, de forma a alterar a disponibilidade hídrica. Para o gerenciamento eficaz e sustentável dos recursos hídricos é necessário, portanto, conhecer os processos hidrológicos e as suas proporções no ecossistema.

Os objetivos deste trabalho foram: estimar as precipitações médias totais e efetivas em povoamento homogêneo de seringueira durante o ano hídrico 1996/97 (agosto de 1996 a julho de 1997); quantificar a redistribuição da água no sistema entre os seguintes componentes: escoamento pelo tronco e interceptação pelas copas das árvores de seringueira.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada nas coordenadas geográficas: 21° 03' de latitude (S), 49° 41' de longitude (W) e altitude de 490 metros, na parte superior da microbacia hidrográfica do córrego da Barra Grande, no Planalto Ocidental Paulista (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1981b), Estado de São Paulo (FIGURA 1).

RODRIGUES, V. A. Redistribuição das chuvas pelas copas de um povoamento de seringueira, José Bonifácio, SP.

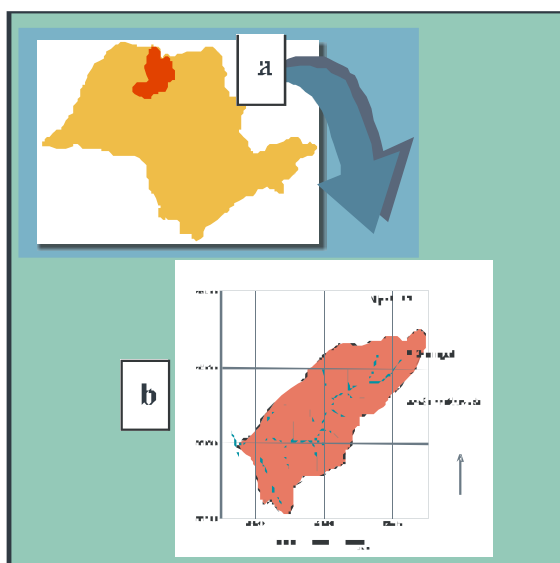


FIGURA 1 – Localização da área de estudo: (a) região de São José do Rio Preto, SP; (b) microbacia situada no município de José Bonifácio, Estado de São Paulo.

Segundo a classificação climática de Koeppen, o clima é tropical do tipo Aw, quente com chuvas de verão, sendo a temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C.

Geologicamente, os terrenos estão predominantemente assentados sobre o Grupo Bauru – Formação Adamantina do Cretáceo Superior, ocorrendo deposições do Cenozóico nas baixadas planas e geralmente úmidas (IPT, 1981a).

A vegetação original da região era transicional entre o Bioma Cerrado e o Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004).

A microbacia hidrográfica do córrego da Barra Grande, município de José Bonifácio, SP, possui uma área de 44,6 km<sup>2</sup>, ou 4.460 ha (FIGURA 1). O experimento foi conduzido em suas cabeceiras, em um povoamento de 500 hectares (250.000 árvores) de seringueira (*Hevea brasiliensis*), clone RRIM 600, com 15 anos de idade, com diâmetro à altura do peito - DAP entre 18 a 25 cm e espaçamento de 8 x 2,5 m. Em seu interior foi alocada a parcela de estudo da redistribuição das chuvas, de 480 m<sup>2</sup> de área e com 24 árvores.

## 2.2 Estimativa da Redistribuição da Água da Chuva

A precipitação pluviométrica total foi quantificada de uma média aritmética de três

pluviômetros instalados próximos ao seringal, a céu aberto, a uma distância de 100 m das árvores, na sede da empresa. A precipitação interna foi quantificada em seis pluviômetros sob dossel do seringal e o escoamento pelo tronco foi coletado por seis dispositivos, instalados nos troncos.

Após cada evento chuvoso, no período compreendido entre agosto de 1996 a julho de 1997 (ano hídrico 1996/97), foram realizadas as medições da água das chuvas.

Os pluviômetros, instalados em pontos fixos sob o dossel do seringal, foram contruídos com peças de cano de PVC, com abertura de 100 mm para a coleta da água das chuvas. A água coletada foi escoada para um recipiente de dois litros, no qual foi armazenado até a quantificação (FIGURA 2b).

Os coletores para quantificar o escoamento pelo tronco foram construídos com folha de zinco galvanizada em forma circular com 10 cm de largura, e instalados de forma a direcionar a água para um dreno com 2 cm de diâmetro. Ao dreno foram soldados uma rede para separar as impurezas e um cone de 10 cm de comprimento. A água coletada foi escoada para um tambor de 50 litros (FIGURA 2a). O diâmetro interno dos coletores variou entre 18 a 25 cm, conforme o diâmetro das árvores, selecionadas aleatoriamente dentro da área experimental.

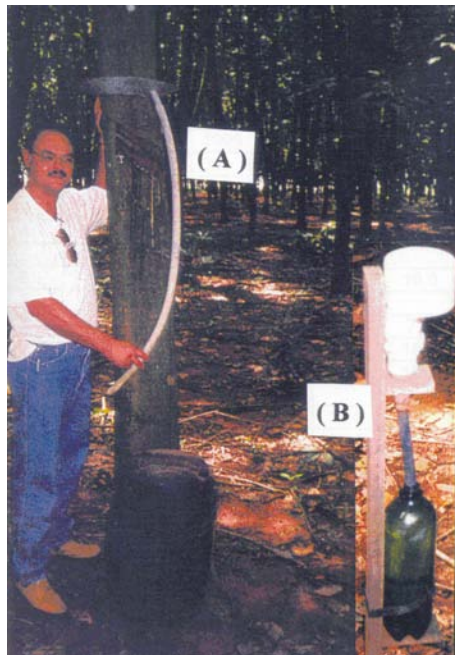


FIGURA 2 – Coletores de água do escoamento pelo tronco (A); e da água da transprecipitação (B).

A precipitação interna (PI) ocorrida dentro do seringal foi quantificada em  $\text{cm}^3$  ( $V_{pi}$ ) em cada um dos eventos chuvosos e transformada em milímetros de chuva pela equação 1.

$$PI = \frac{V_{pi}}{A_p} 10 \quad (1)$$

Sendo:

PI = precipitação interna, mm;

$V_{pi}$  = volume de chuva coletado,  $\text{cm}^3$ , e

$A_p$  = área do pluviômetro,  $\text{cm}^2$ .

A água escoada pelo tronco ( $E_t$ ), foi medida em  $\text{cm}^3$  ( $V_{et}$ ) e transformada em milímetros de chuva pela equação 2.

$$E_t = \frac{V_{et}}{A_c} 10 \quad (2)$$

Sendo:

$E_t$  = escoamento pelo tronco, mm;

$V_{et}$  = volume de chuva coletado pelo tronco,  $\text{cm}^3$ , e

$A_c$  = área da copa,  $\text{cm}^2$ .

A soma da precipitação interna mais a água do escoamento pelo tronco forneceu a precipitação efetiva (PE) ocorrida no interior do seringal, determinada pela equação 3.

$$PE = PI + E_t \quad (3)$$

Sendo:

PE = precipitação efetiva, mm;

PI = precipitação interna, mm; e

$E_t$  = escoamento pelo tronco, mm.

A estimativa da interceptação ( $I_c$ ) das chuvas pelas copas das árvores foi calculada utilizando as médias das precipitações totais e efetivas, através da equação 4.

$$I_c = P - PE \quad (4)$$

Sendo:

$I_c$  = interceptação pelas copas, mm;

P = precipitação total média, mm, e

PE = precipitação efetiva, mm.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Precipitações Pluviométricas

Durante o ano de estudo foram registrados 95 eventos de chuva, cujo montante individual variou desde um mínimo de 0,4 mm, ocorrido no dia 14 de maio de 1997, até o valor máximo de 94,2 mm ocorrido no dia 5 de junho de 1997. O total anual, de 1.514,8 mm, foi acima da média anual da área de estudo, que oscilou de 1.200 a 1.300 mm (TABELA 1).

TABELA 1 – Redistribuição da água da chuva ao longo do ano hídrico 1996/1997, com o número de eventos de chuva medidos e o total mensal de cada processo hidrológico, em plantio de seringueira de 15 anos de idade no município de José Bonifácio, SP. (P: Precipitação total; PI: Precipitação interna; Et: Escoamento pelo tronco; PE: Precipitação efetiva; Ic: Intercepção pelas copas).

Mês	Número de eventos	P total mm	PI mm	Et mm	PE mm	Ic mm	Ic %
agosto	02	26,8	16,9	2,90	19,8	7,00	26,1
setembro	06	124,8	82,6	9,70	92,3	32,5	26,0
outubro	05	102,6	72,3	6,50	78,8	23,6	23,1
novembro	08	151,0	103,9	10,8	114,7	36,2	24,0
dezembro	13	191,4	134,1	13,7	147,8	43,6	22,8
janeiro	23	374,0	263,9	26,6	290,5	83,5	22,2
fevereiro	11	149,2	105,1	11,2	116,3	32,9	22,1
março	08	83,8	58,2	6,60	54,8	19,0	22,7
abril	04	51,4	34,5	3,70	38,2	13,2	25,7
maio	06	86,2	59,4	6,40	65,8	20,4	23,7
junho	08	167,4	130,3	9,1	139,4	28,0	16,8
julho	01	6,2	4,5	0,5	5,0	1,2	19,4
Total	95	1.514,8	1.065,7	107,7	1.173,4	341,1	22,5

O total mensal de chuva variou entre um valor máximo de 374,0 mm a um valor mínimo de 6,2 mm, nos meses de janeiro e julho de 1997, respectivamente.

Os meses de novembro a fevereiro caracterizaram o período mais chuvoso. Nesse intervalo de tempo, que corresponde a 1/3 do tempo estudado, ocorreram 55 eventos chuvosos, que totalizaram 57% do total anual de chuva. As chuvas desse período ocorreram com maior frequência, sendo registrados 23 eventos de chuva somente no mês de janeiro.

Os meses de julho e agosto foram os mais secos. Junho foi caracterizado pelo alto índice pluviométrico que totalizou 94,2 mm, devido aos eventos chuvosos atípicos para essa época do ano.

### 3.2 Redistribuição da Água da Chuva no Seringal

Do total de água precipitada (1.514,8 mm) durante o ano de estudo, 1.176,4 mm, ou seja, 77,5%, efetivamente chegaram ao solo. A precipitação interna respondeu por 70,4% e o escoamento pelo tronco por 7,1%; o restante da água (22,5%) foi perdido por intercepção pelas copas das árvores (TABELA 1).

As menores intercepções média mensal (16,8% e 19,4%) ocorreram, respectivamente, nos meses de junho e julho de 1997 (TABELA 1). Isso pode ser atribuído ao desfolhamento total das copas de seringueira, nesse período do ano. Nessa época, a intercepção da água da chuva se restringiu aos galhos e ramos das copas.

### 3.2 Relação entre Precipitação e Intercepção pelas Copas, pelo Tronco, Precipitação Interna e Efetiva

Os dados de precipitação no aberto e da precipitação interna, do escoamento pelo tronco e da perda por intercepção foram submetidos à análise de regressão linear e os resultados demonstraram forte linearidade, representados pelas equações (5), (6), (7) e (8) e respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ). O menor coeficiente de determinação foi obtido na relação entre precipitação no aberto e o escoamento pelo tronco, fato este observado por outros autores em pesquisas realizadas no Brasil (Arcova *et al.*, 2003; Fujieda *et al.*, 1997; Cicco *et al.*, 1986/1988; Rodrigues, 1999; Oliveira Júnior & Dias, 2005).

$$PI = 0,7718 P - 0,2312 \text{ com } R^2 = 0,99 \quad (5)$$

$$Et = 0,0392 P + 0,5755 \text{ com } R^2 = 0,84 \quad (6)$$

$$PE = 0,8112 P - 0,6642 \text{ com } R^2 = 0,99 \quad (7)$$

$$Ic = 0,1893 P + 0,6419 \text{ com } R^2 = 0,95 \quad (8)$$

A equação (5) relaciona a quantidade de precipitação interna em função da precipitação total obtida a céu aberto. O coeficiente angular dessa equação foi menor, em comparação com os resultados de pesquisas similares realizadas na região Sudeste do Brasil (Cicco *et al.*, 1986/1988; Fujieda *et al.*, 1997; Lima, 1976; Lima & Nicolielo, 1983; Oliveira Júnior & Dias, 2005). Um coeficiente angular pequeno indica que a proporção do aumento da precipitação interna em função do aumento da precipitação total é menor, em relação a equações com coeficientes angulares maiores. De fato, o percentual de transprecipitação obtido no presente estudo pode ser considerado relativamente baixo, em comparação com outros resultados de pesquisas similares realizadas na região Sudeste do Brasil.

A equação (6) relaciona a quantidade de água escoada pelo tronco em função da precipitação obtida a céu aberto. O coeficiente angular dessa equação foi maior, em comparação com os resultados de pesquisas similares realizadas na região Sudeste do Brasil (Arcova *et al.*, 2003; Cicco *et al.*, 1986/1988; Fujieda *et al.*, 1997; Lima, 1976; Oliveira Júnior & Dias, 2005). Um coeficiente angular alto indica que a proporção do aumento do escoamento pelo tronco em função do aumento da precipitação a céu aberto é maior em relação a equações com coeficientes angulares menores. De fato, o maior valor de percentual do escoamento pelo tronco em relação à precipitação a céu aberto, constante na bibliografia consultada, é de 4,2% (plantio de *Eucalyptus saligna* de 6 anos, relatado por Lima, 1976) o que classifica o resultado do presente estudo (7,1%) como muito alto.

A ocorrência de altos percentuais de escoamento pelo tronco, tanto na plantação de eucalipto como na seringueira, pode ser decorrente do fato de ambas serem plantações homogêneas, com dossel simples e casca lisa. No caso do seringal, a baixa densidade de plantas com 20 m<sup>2</sup> de copa, totalmente fechada, favorece a captação individual e a arquitetura dos galhos facilita o direcionamento da água interceptada pela copa ao tronco.

A equação (7) relaciona a quantidade de água que efetivamente atingiu o solo em função da precipitação obtida a céu aberto. O coeficiente angular dessa equação é menor, em comparação com as pesquisas similares, realizadas na região Sudeste do Brasil (Cicco *et al.*, 1986/88; Fujieda *et al.*, 1997; Lima, 1976; Arcova *et al.*, 2003; Oliveira Júnior & Dias, 2005). O valor de 77,5% de precipitação efetiva, calculada no presente estudo, foi menor, porém próxima do percentual de 80,0%, registrado por Fujieda *et al.* (1997).

As perdas por interceptação são altas em decorrência dos baixos valores de precipitação efetiva. De fato, o coeficiente angular da equação (8) foi menor somente se comparado ao obtido por Arcova *et al.* (2003), em Floresta Ombrófila Densa, durante o período chuvoso. Foi mais alto em relação ao calculado por Cicco *et al.* (1986/88), Fujieda *et al.* (1997) e Arcova *et al.* (2003), nessa mesma formação florestal, porém durante o período menos chuvoso.

Em termos quantitativos, o mês com maior total de chuva (janeiro de 1997) foi o que apresentou os maiores valores absolutos de precipitação interna, de escoamento pelo tronco, de precipitação efetiva e de interceptação pela copa. Ao passo que os meses com menores valores absolutos foram julho e agosto.

Em termos relativos, porém, a marcha anual da redistribuição da água da chuva foi diferente do que consta na bibliografia, notadamente no que tange ao processo da perda por interceptação.

Considerando que a disponibilidade de água para interceptação é função dos fatores vegetação e clima (Hewlett, 1969), se mantida a estrutura da vegetação ao longo do ano, a proporção de água evaporada será maior durante o período em que as chuvas são menos intensas e mais duradouras (junho a setembro), ao passo que as menores proporções ocorrerão no período em que as chuvas são mais intensas e com duração curta (novembro a fevereiro).

Entretanto, no presente estudo, os valores percentuais de perdas por interceptação foram intermediários entre dezembro e março. Os menores valores foram verificados em junho e julho, e os mais altos nos meses de agosto e setembro. Há de se notar que os índices pluviométricos em julho e agosto foram baixos e, em junho e setembro, altos.

As diferenças observadas podem ser atribuídas, portanto, às mudanças na estrutura da vegetação. A seringueira tem comportamento decíduo, perdendo totalmente as folhas entre o final do outono e o início do inverno. A rebrota tem início ainda no final do inverno. Tanto o desfolhamento quanto o reenfolhamento pode ter variações sazonais dependendo do clima da região.

Dessa forma, nos meses de junho e julho, as chuvas caem sobre uma copa com menor superfície disponível para a interceptação e evaporação da água, resultando em menor porcentagem de perda por interceptação. Em agosto e setembro, porém, as chuvas que ocorrem de forma idêntica aos eventos de junho e julho, [caem sobre um dossel recomposto, resultando em maior interceptação.](#)

#### 4 CONCLUSÕES

- A proporção de água que chega ao solo através do escoamento pelo tronco na seringueira foi maior em relação aos valores obtidos em estudos de redistribuição da água da chuva realizados na região Sudeste do Brasil.
- A maior proporção de água escoada pelo tronco foi creditada ao dossel simples, à grande área disponível por árvore, à arquitetura da variedade plantada e à morfologia lisa da casca.
- A marcha sazonal da proporção da água perdida por interceptação pelas copas na plantação de seringueira foi diferente do apresentado na bibliografia. As menores e maiores perdas ocorreram no período de estiagem, enquanto no período chuvoso os valores são intermediários. Os valores mínimos ocorreram durante os meses do período de estiagem, quando as árvores estão desfolhadas. Enquanto os maiores valores ocorrem logo a seguir, quando as chuvas que ainda têm características do período de estiagem ocorreram sobre as árvores com a folhagem recomposta.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Para a empresa Borracha Paulista, fazenda Santa Helena, pela realização da pesquisa na sua área.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação pelas copas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa–MG, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

CICCIO, V. *et al.* Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de Mata Atlântica. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 20/22, p. 25-30, 1986/88.

FRANKEN, W. *et al.* Interceptação das precipitações em floresta amazônica de terra firme. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 12, n. 2, p. 15-22, 1982.

FUJIEDA, M. *et al.* Hydrological processes at two subtropical forest catchments: the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 196, p. 26-46, 1997.

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de reestruturação de mata ciliar em região de cerrado. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 189-200, 2007.

HERWITZ, S. R.; SLYE, R. E. Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven rainfall. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 168, p. 205-26, 1995.

HEWLETT, J. D. **Principles of forest hydrology**. Athens: University of Georgia Press, 1982. 184 p.

HUBER, A. M.; OYARZUN, C. E. Redistribución de las precipitaciones en un bosque siempreverde del Sur de Chile. **Turrialba**, Turrialba, v. 42, p. 192-99, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação**. Brasília, DF, 2004. Escala 1:5.000.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981a. v. 1, 126 p. Escala 1:500.000.

\_\_\_\_\_. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981b. v. 1, 94 p. Escala 1:1000.000.

KOZLOWSKI, T. T. **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1983. v. 7, Additional woody crop plants, 251 p.

RODRIGUES, V. A. Redistribuição das chuvas pelas copas de um povoamento de seringueira, José Bonifácio, SP.

LIMA, W. P. Intercepção da chuva em povoamentos de eucalipto e de pinheiro. **IPEF**, Piracicaba, n. 13, p. 75-90, 1976.

\_\_\_\_\_. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1986. 241 p.

\_\_\_\_\_.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e intercepção em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, Piracicaba, n. 24, p. 43-46, 1983.

McCARTHY, E. J.; SKAGGS, R. W.; FARNUM, P. Experimental determination of the hydrologic components of a drained forest watershed. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 34, p. 2031-8, 1991.

MOLCHANOV, A. A. **Hidrologia florestal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. 419 p.

NEAL, C. *et al.* Relationships between precipitation, stemflow and throughfall for a lowland beech plantation, Black Wood, Hampshire, Southern England: findings on interception at a forest edge and the effects of storm damage. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 146, p. 221-33, 1993.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa–MG, v. 29, n. 1, p. 9-15, 2005.

RODRIGUES, V. A. **Manejo da seringueira *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. e seus efeitos na produção de látex e na conservação da microbacia do Córrego da Barra Grande**. 1999. 113 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

**SELEÇÃO DENTRO DE PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE  
*Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (LECYTHIDACEAE),  
VISANDO À PRODUÇÃO DE SEMENTES PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL\***

Alexandre Magno SEBBENN\*\*  
Miguel Luiz Menezes FREITAS\*\*  
Antonio Carlos Scatena ZANATTO\*\*  
Euripedes MORAES\*\*

**RESUMO**

A baixa diversidade genética das espécies em plantio de restauração tem sido apontada como uma limitação ao sucesso destes plantios. O principal objetivo deste estudo foi determinar um esquema mais adequado de seleção dentro de um teste de procedências e progênies de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), aos 26 anos de idade, estabelecido em Luiz Antônio, São Paulo, para fins de produção de sementes para recuperação ambiental. O teste foi implantado no delineamento experimental de blocos de famílias compactas, com as três procedências (Campinas, Ibicatu e Vassununga), 15 a 17 progênies por procedências, seis repetições e subparcelas de cinco plantas. O ensaio foi mensurado aos 26 anos para os caracteres diâmetro à altura do peito - DAP, altura, volume e forma do fuste. Foram detectadas diferenças significativas entre procedências para os caracteres DAP, altura e volume, e entre progênies dentro de procedências para DAP, altura e forma, indicando que o respectivo teste tem substancial variação genética entre e dentro de procedências. A estimativa da correlação genética entre os caracteres de crescimento foi alta, mostrando uma forte associação genética entre estes caracteres. Os coeficientes de variação genética oscilaram desde 1,44% para forma do fuste até 13,15% para volume, mas os coeficientes de herdabilidades foram relativamente baixos (máximo de 0,27 para forma do fuste). Para combinar o objetivo de conservação *ex situ* com o de produção de sementes para restauração florestal neste ensaio, sugere-se um esquema de seleção dentro de progênies.

Palavras-chave: conservação genética; jequitibá-rosa; coancestria; tamanho efetivo populacional.

**ABSTRACT**

Low genetic diversity has been reported as one of the possible limitations of restoration plantings in achieving their objectives. The main aim of this study was to suggest a selection scheme based on a provenance and progeny test of *Cariniana legalis*, at 26 years of age, established in Luiz Antônio, São Paulo State. The trial was established in a compact family block design with three provenances (Campinas, Ibicatu and Vassununga), 15 to 17 progenies within provenance, six replicates and subplots with five plants. The trial was measured at 26 years of age for the traits diameter at breast height - DBH, height, volume, and stem form. Statistically significant differences among provenances for DBH, height, and volume were detected. Variation among progenies within provenances was detected for DBH, height, and stem form. The estimates of genetic correlations among growth traits showed strong genetic association between traits. The coefficient of genetic variation ranged from 1.44% for stem form to 13.15% for volume, and heritability estimates were relative low (maximum of 0.27 for stem form). In order to combine the objectives of *ex situ* genetic conservation and of seed production in this trial, the selection scheme based on selection only within progeny was suggested.

Keywords: conservation genetics; jequitibá-rosa; coancestry; effective population size.

(\*) Aceito para a publicação em dezembro de 2008.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.



## 1 INTRODUÇÃO

*Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), ou jequitibá-rosa, é uma das maiores árvores da Floresta Atlântica. Pode atingir 60 m de altura e 4 m de diâmetro à altura do peito - DAP; usualmente, contudo, os indivíduos apresentam entre 25 e 35 m de altura e 60 a 100 cm de diâmetro (Carvalho, 1994). *Cariniana legalis* apresenta flores hermafroditas, as quais são polinizadas por abelhas. A reprodução em populações naturais ocorre predominantemente por cruzamentos, embora envolva cruzamentos correlacionados e entre indivíduos aparentados (Sebbenn *et al.*, 2000a). Árvores adultas habitam o estrato superior da floresta, ocorrendo no subtipo Floresta Ombrófila Densa, formação Baixo-Montana e Floresta Estacional Semidecidual, entre as latitudes 08° S (PE) a 23° S (SP) e em altitudes de 30 a 1.000 m (Carvalho, 1994). A espécie é essencialmente de florestas, onde ocorre em pequenos grupos nas baixadas e encostas úmidas. Sua madeira é leve e muito utilizada para tabuados em geral, carpintaria civil e confecção de saltos de sapato, tonéis e mobiliário em geral (Carvalho, 1994). Seu habitat natural foi intensamente destruído nas últimas décadas, tendo restado poucas populações naturais e a espécie encontra-se em perigo de extinção (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 1996). Dentro desse contexto, o Instituto Florestal de São Paulo vem, desde a década de 1980, conservando algumas populações *ex situ*, em testes de procedências e progênies, como uma estratégia para salvar a espécie *Cariniana legalis* da extinção (Siqueira *et al.*, 1986; Sebbenn *et al.*, 2002). No entanto, apenas manter populações *ex situ* em um ou dois bancos genéticos em campo não é garantia da conservação destas populações. Eles podem ser facilmente perdidos por catástrofes naturais como ventos e tornados e/ou devido a fatores antropogênicos, como incêndios florestais.

Uma estratégia para contornar esse problema pode ser a de produzir sementes nesses bancos e utilizá-las em reflorestamentos para recuperação ambiental. Isso, efetivamente, aumentaria a probabilidade de que esses genes, retidos *ex situ*, sejam conservados, visto que estariam em número muito maior de exemplares e locais, reduzindo-se as chances de serem perdidos. Contudo, para produção de sementes, os bancos genéticos implantados em delineamentos experimentais precisam ser manejados no sentido de reduzir as chances de cruzamento entre árvores aparentadas, em especial dentro das parcelas, quando estas são formadas por plantas da mesma progênie. O cruzamento entre irmãos dentro das parcelas gera endogamia biparental igual ao coeficiente de coancestria entre os irmãos cruzados (Lindgren *et al.*, 1996; Sebbenn, 2006). Como se espera uma coancestria mínima de 0,125, em caso de meios-irmãos, mas que pode se estender até 0,5 dentro das parcelas, no caso de irmãos de autofecundação, a endogamia esperada nas sementes poderá estar entre estes valores. A endogamia em espécies arbóreas desencadeia a depressão endogâmica, caracterizada pelo aumento da mortalidade, má formação das árvores, perda de capacidade adaptativa, vigor, fertilidade e redução no crescimento (Snieszko & Zobel, 1988; Kärkkäinen *et al.*, 1996; Koelewijn, 1998; Koelewijn *et al.*, 1999; Hardner & Potts, 1997; Sorensen, 1997; Wu *et al.*, 1998; Remington & O'Malley, 2000; Sebbenn *et al.*, 2001). A seleção de apenas um indivíduo em cada parcela pode, contudo, eliminar a probabilidade de cruzamentos entre parentes nas parcelas, embora não elimine a probabilidade de ocorrerem cruzamentos entre parentes localizados em diferentes parcelas, nem a de autofecundação.

O objetivo deste estudo foi determinar um esquema mais adequado de seleção dentro de um teste de procedências e progênies de *Cariniana legalis*, aos 26 anos de idade, estabelecido em Luiz Antônio, São Paulo, para fins de produção de sementes.

SEBBENN, A. M. *et al.* Seleção dentro de progênies de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de Ensaio, Amostragem e Delineamento Experimental

O teste de procedências e progênies de *Cariniana legalis* foi implantado em 1982, na Estação Experimental de Luiz Antonio - EELA, com progênies de polinização aberta coletadas em três populações naturais do Estado de São Paulo, de região com tipo climático Cwa (TABELA 1). A EELA está localizada nas coordenadas 21° 40' S, 47° 49' W e altitude de 550 m acima do nível do mar, onde o clima é tropical e a temperatura média do mês mais quente é 22,7°C e do mês mais frio de 17,2°C.

O inverno é seco e a precipitação média anual é de 1.280 mm. O relevo do local é plano, com inclinação em torno de 5% e solo do tipo Latossolo Roxo. O delineamento experimental adotado foi o de blocos de famílias compactas (Wright, 1978), com as procedências alocadas nas parcelas e as progênies dentro de procedências alocadas nas subparcelas. Foram utilizadas seis repetições e subparcelas lineares com cinco plantas. O ensaio foi rodeado por uma bordadura de duas linhas da mesma espécie, seguindo o espaçamento entre plantas de 3 x 2 m. Em 1990, as árvores foram submetidas à desrama, com o intuito de reduzir o número de nós no tronco e posterior estudo do potencial da espécie para a indústria madeireira.

TABELA 1 – Características das populações de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa) plantadas no banco de conservação *ex situ* em Luiz Antônio, SP.

População	M*	Latitude S	Longitude W	Altitude (m)	Área (ha)
Campinas	17	22° 55'	47° 03'	681	10
Ibicatú	16	22° 47'	47° 49'	500	76
Vassununga	17	21° 41'	47° 39'	610	191

(\*) M = tamanho amostral em termos de números de progênies.

Fonte: Ventura *et al.* (1965/1966).

O ensaio foi avaliado aos 26 anos de idade (2008) quanto à forma do fuste - FF, ao diâmetro à altura do peito - DAP, à altura total - ALT, ao volume real - VOL e à sobrevivência. Os dados de FF foram determinados por critérios subjetivos de notas, atribuindo-se: Nota 1 para tronco com defeito muito grave, bifurcado e muito tortuoso; Nota 2 para tronco com defeito grave, bifurcado e com tortuosidade acima da média; Nota 3 para tronco com defeito bastante visível, sem bifurcação e com tortuosidade média; Nota 4 para tronco com defeito pouco visível, sem bifurcação e com tortuosidade abaixo da média, e Nota 5 para tronco sem defeito, sem bifurcação e tendendo a retidão ou reto. A sobrevivência foi medida pelo número de plantas mortas por subparcela.

### 2.2 Análise Estatística

As análises da variância foram conduzidas utilizando-se o procedimento GLM, do programa estatístico SAS (SAS, 1999), tendo-se usado o modelo estatístico hierárquico:

$$Y_{ijkl} = m + t_i + b_j + (tb)_{ij} + t'_{k(i)} + e_{ijkl}$$

em que:  $Y_{ijkl}$  = valor da planta  $l$ , da progênie  $k$ , na procedência  $i$ , no bloco  $j$ ;  $m$  = média geral do caráter na procedências;  $t_i$  = efeito fixo da procedência  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, D$ );  $b_j$  = efeito fixo do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ );  $(tb)_{ij}$  = erro experimental em nível de parcelas;  $t'_{k(i)}$  = efeito aleatório da progênie  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ ), dentro da procedência  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, D$ );  $e_{ijkl}$  = efeito do erro em nível de subparcela. A partir da análise de variância, foram estimados os componentes de variância, pelo método REML (*Restricted Maximum Likelihood*), em combinação com o comando VARCOMP, do programa estatístico SAS, devido ao desbalanceamento experimental em termos de número de árvores sobreviventes por subparcela e número de progênies dentro de procedências. Os componentes estimados foram:  $\sigma_{p(p)}^2$  = variância genética entre progênies dentro de procedências;  $\sigma_e^2$  = variância devido ao erro experimental;  $\sigma_d^2$  = variância devido a diferenças fenotípicas entre árvores dentro de subparcelas.

A partir desses componentes, foram estimadas a variância fenotípica total ( $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{p(p)}^2$ ) e a variância genética aditiva,  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_{p(p)}^2 / \hat{r}_{xy}$ . O coeficiente médio de parentesco dentro de progênies dentro de procedências ( $r_{xy}$ ) foi previamente calculado para o presente ensaio por Sebbenn *et al.* (2002), tendo-se determinado que estas procedências apresentam um sistema misto de reprodução, com taxa de cruzamento variando entre populações de 0,901 a 0,999 e cruzamentos correlacionados variando de 0,213 a 0,324. Portanto, as progênies podem conter misturas de: a) irmãos de autofecundação; b) meios-irmãos e, c) irmãos-completos (Sebbenn *et al.*, 2000a). Como a variância genética aditiva foi estimada em nível de progênies dentro de procedências, utilizou-se o coeficiente de parentesco ( $\hat{r}_{xy} = 0,336$ ) estimado para as progênies de todas as procedências conjuntamente. Assim, a variância genética aditiva foi estimada por:  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_{p(p)}^2 / 0,336$ . Adicionalmente, para fins de comparação, foram estimadas a variância genética aditiva, herdabilidades e a resposta esperada na seleção, assumindo-se que as progênies foram compostas por verdadeiros meios-irmãos. Isso pressupõe que a população de referência era grande, não apresentava endogamia ou parentescos e que os cruzamentos eram perfeitamente aleatórios. Portanto, neste caso, foi considerado que o coeficiente de parentesco entre plantas dentro de progênies era de 0,25.

As definições e os cálculos dos coeficientes de herdabilidade, dos coeficientes de variação e das correlações entre caracteres seguem Namkoong (1979). Foram estimados os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ), em nível de média de progênies ( $h_m^2$ ) e dentro de progênies ( $h_d^2$ ):

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{p(p)}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2}, \quad \hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_{p(p)}^2}{\hat{\sigma}_{p(p)}^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\bar{n}J}} \text{ e}$$

$$\hat{h}_w^2 = \frac{(1 - r_{xy})\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}.$$

O coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) foi estimado usando-se a expressão:

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_{p(p)}^2}}{\bar{x}} \times 100$$

As correlações fenotípicas e genéticas entre DAP, altura e volume foram estimadas de acordo com as equações

$$\bar{r}_{xy} = \frac{\bar{\sigma}_{P_x P_y}}{\sqrt{\bar{\sigma}_{P_x}^2 \bar{\sigma}_{P_y}^2}} \text{ e } \bar{r}_{g_{xy}} = \frac{\bar{\sigma}_{g_x g_y}}{\sqrt{\bar{\sigma}_{g_x}^2 \bar{\sigma}_{g_y}^2}},$$

em que: 1)  $r_{P_{xy}}$  e  $r_{g_{xy}}$  são os coeficientes de correlação fenotípica e genética; 2)  $\sigma_{P_x P_y}$  e  $\sigma_{g_x g_y}$  são os produtos cruzados fenotípicos e genéticos dos caracteres  $x$  e  $y$ , estimados das análises de covariância, e 3)  $\sigma_{P_x}^2$ ,  $\sigma_{g_x}^2$  e  $\sigma_{P_y}^2$ ,  $\sigma_{g_y}^2$  são as variâncias fenotípicas e genéticas dos caracteres  $x$  e  $y$ , respectivamente.

A resposta esperada com a seleção dentro de progênies ( $R_d$ ) foi calculada usando-se a expressão:

$$\hat{R}_d = i_d \hat{\sigma}_d \hat{h}_d^2,$$

em que,  $i_d$  é a intensidade de seleção em unidade de desvio-padrão aplicada dentro de progênies e determinada segundo Hallauer & Miranda Filho (1988) e  $\sigma_d$  é o desvio-padrão da variância fenotípica dentro de progênies. Para a transformação do teste de procedências e progênies em um pomar de sementes por mudas, capaz de produzir sementes com ampla base genética, foi simulada a seleção de uma ( $i_d = 2,04$ ), duas ( $i_d = 1,83$ ), três ( $i_d = 1,673$ ), quatro ( $i_d = 1,55$ ) e cinco ( $i_d = 1,446$ ) plantas por progênie. A resposta à seleção, em porcentagem, [ $\hat{R}(\%)$ ] foi estimada como:  $\hat{R}(\%) = 100(\hat{R}_d / \bar{x})$ , em que  $\bar{x}$  é a média do caráter.

A população, após a seleção, foi caracterizada em termos do coeficiente de coancestria do grupo ( $\Theta_{xy}$ ), que se refere à endogamia que poderia ser gerada por cruzamentos aleatórios nas sementes coletadas no teste após a seleção.

SEBBENN, A. M. *et al.* Seleção dentro de progênies de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental.

O coeficiente de coancestria foi estimado baseado na representação das progênies, segundo Lindgren *et al.* (1997), em que

$$\hat{\Theta}_{xy} = \frac{0,5(1 + \hat{F}_p)nm + \hat{\theta}_{xy}mn(n-1)}{(nm)^2},$$

sendo  $m$  o número de progênies selecionadas,  $n$  o número de plantas selecionadas dentro de progênies,  $F_p$  o coeficiente de endogamia na população, considerando como zero ( $\hat{F}_p = 0$ ) e  $\theta_{xy}$  o coeficiente de coancestria dentro de progênies, estimado em 0,168. O tamanho efetivo ( $N_e$ ) foi estimado como a metade do coeficiente de coancestria de grupo (Lindgren *et al.*, 1996),  $\hat{N}_e = 0,5 / \hat{\Theta}_{xy}$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Variação Entre Progênies

Com base no teste F da análise da variância, detectaram-se variações altamente significativas (99% de probabilidade) entre as

procedências quanto ao DAP, à altura e ao volume (TABELA 2). Em prévias análises do presente ensaio, nas idades de 6, 11 e 14 anos, também foram detectadas diferenças altamente significativas em DAP e altura (Sebbenn *et al.*, 2000b). Aos 18 anos de idade nenhuma variação significativa foi observada entre essas procedências em DAP, altura, volume e forma (Sebbenn *et al.*, 2002). A detecção de variação entre procedências, aos 26 anos de idade, sugere que existem variações genéticas entre essas procedências, que poderiam ser exploradas em programas de melhoramento, mediante seleção e, ainda, que a estratégia amostral para conservação *ex situ* foi eficaz na captura da variação genética desses caracteres entre procedências. Observando-se a média individual dos caracteres para as três procedências (TABELA 2), verifica-se que a procedência Campinas apresentou o maior crescimento para todos os caracteres, além da melhor forma do fuste, seguida da procedência Ibicatu. Contudo, a diferença no crescimento médio dos caracteres entre essas procedências foi relativamente baixa. A procedência Campinas superou o crescimento da procedência Vassununga em 9,4% para o DAP, 6,3% para altura, 17,5% para o volume e 4,5% para a forma do fuste.

TABELA 2 – Análise de variância em DAP, altura, volume, forma do fuste (forma) e sobrevivência (Sobre) de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), aos 26 anos, em Luiz Antônio, SP.

Quadrados Médios						
Fonte de Variação	GL	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Forma	Sobre (%)
Blocos	5	14,3866	5,5189	0,0165	0,1925	2,9124**
Procedências	2	332,1889**	120,1807**	0,2355**	0,1156	0,5552
Progênies/Procedência	48	60,4797*	21,1624*	0,0564	0,1377**	0,5731
Erro entre	245	42,1912	15,8383	0,0382	0,0910	0,8407
Dentro	973	44,1346	15,2584	0,0437	0,0830	–
Médias						
Campinas		17,0	15,9	0,2291	3,10	85,9
Ibicatú		15,8	15,2	0,1937	3,05	80,6
Vassununga		15,4	14,9	0,1889	2,96	88,0
Todas as procedências		16,1	15,3	0,2042	3,04	84,9
Incremento médio anual (IMA)		0,62	0,57	0,0008	–	–

(\*)  $P \leq 0,05$ .

(\*\*)  $P \leq 0,01$ .

O teste F da análise de variância também revelou variações significativas entre progênies dentro de procedências em DAP, altura e forma do fuste (TABELA 2), indicando a presença de variação genética entre progênies e a possibilidade de serem obtidos progressos genéticos com a seleção entre progênies dentro de procedências. Esse resultado confirma o previamente observado, aos 17 anos de idade neste mesmo experimento, que mostrou variações altamente significativas entre progênies dentro de procedências em DAP, altura, volume e forma do fuste (Sebbenn *et al.*, 2002) e sugere que o material tem potencial para o melhoramento genético via seleção, bem como para conservação *ex situ*, visto que retém variação genética das populações de origem.

### 3.2 Sobrevivência

A sobrevivência das árvores foi alta aos 26 anos de idade, variando de 80,6 a 88% entre as procedências, com média de 84,9% (TABELA 2), o que indica uma boa capacidade de adaptação às condições de Luiz Antônio. Esses valores são inferiores aos observados aos 17 anos, neste mesmo experimento (Sebbenn, 2001), quando foi observada mortalidade variando entre procedências de 81,4 a 89,2%, com média de 85,7%.

Portanto, nos últimos nove anos, a taxa de mortalidade foi baixa. A seleção natural contra indivíduos endogâmicos é a provável causa desse padrão. A eliminação desses indivíduos é, provavelmente, maior nos primeiros anos de plantio, reduzindo-se após alguns anos.

### 3.3 Crescimento das Árvores

Comparando o incremento médio anual (IMA) em DAP (0,62 cm) e altura (0,57 m) com o observado em outras espécies arbóreas crescendo no mesmo local de experimentação, *Cariniana legalis* apresentou, aos 26 anos de idade, uma baixa taxa de crescimento, superando apenas *Cordia alliodora* (TABELA 3, FIGURA 1). Por outro lado, *Cariniana legalis* apresentou uma forma de fuste tendendo à retidão (3,04). Em comparação às espécies listadas na TABELA 3, a forma do fuste de *Cariniana legalis* foi inferior apenas à de *Cordia trichotoma* (3,3) e à de *Araucaria cunninghamii* (3,26). O crescimento lento, embora seja uma característica desfavorável à silvicultura por gerar menos receita anual, é uma característica favorável à formação de madeira de alta qualidade. Adicionalmente, a forma do fuste de *Cariniana legalis*, que tende à retidão, é uma característica favorável à produção de madeira serrada.

TABELA 3 – Crescimento e forma do fuste em procedências e progênies de algumas espécies florestais plantadas na Estação Experimental de em Luiz Antônio, SP.

Amostra	Idade (anos)	DAP (cm) [IMA]	Altura (m) [IMA]	Forma do fuste	Autores
<b>Espécies nativas</b>					
<i>Cariniana legalis</i>	26	16,1 [0,62]	15,3 [0,57]	3,04	Este trabalho
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	21	15,2 [1,00]	20,9 [0,72]	1,94	Sebbenn <i>et al.</i> (2007)
<i>Cordia trichotoma</i>	19	25,0 [1,32]	22,1 [1,17]	3,30	Freitas <i>et al.</i> (2006)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	17	13,1 [0,77]	11,5 [0,68]	1,40	Freitas <i>et al.</i> (2007)
<b>Espécies exóticas</b>					
<i>Araucaria cunninghamii</i>	20	19,2 [0,96]	19,7 [0,98]	3,26	Sebbenn <i>et al.</i> (2005)
<i>Eucalyptus resinifera</i>	21	38,6 [1,84]	22,5 [1,07]	–	Sato <i>et al.</i> (2007)
<i>Cordia alliodora</i>	23	11,7 [0,51]	8,8 [0,38]	1,98	Sebbenn <i>et al.</i> (2007)

IMA = incremento médio anual.

SEBBENN, A. M. *et al.* Seleção dentro de progênies de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental.

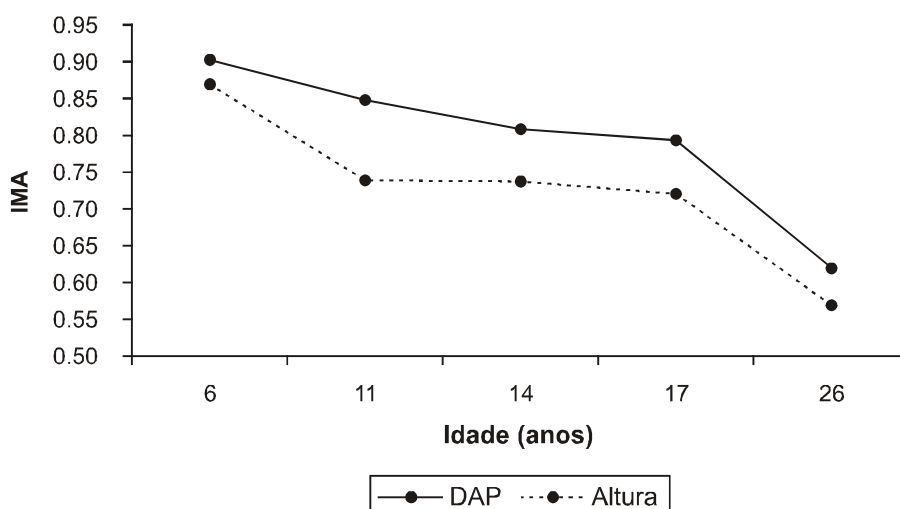


FIGURA 1 – Tendência de incremento médio anual (IMA) ao longo das idades em DAP e altura, em *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), na Estação Experimental de Luiz Antônio–SP.

### 3.4 Correlações Fenotípicas e Genéticas

As estimativas das correlações fenotípicas e genéticas (TABELA 4) mostraram valores positivos, altamente significativos e altos entre DAP, altura e volume, sugerindo a possibilidade de seleção indireta em um caráter, pela seleção direta em outro. As correlações genéticas foram,

geralmente, maiores do que as fenotípicas, com exceção da correlação entre DAP e altura ( $\hat{r}_g = 0,87$ ), que foi menor que a fenotípica ( $\hat{r}_F = 0,96$ ). Em relação ao caráter mais indicado para a seleção direta, o DAP deve ser escolhido, considerando a maior precisão e a facilidade de mensuração.

TABELA 4 – Correlações genéticas ( $r_g$ ) e fenotípicas ( $r_F$ ) entre caracteres, em progênies de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), crescendo em Luiz Antônio, SP

	$\hat{r}_g$	$\hat{r}_F$
DAP x Altura	0,87**	0,96**
DAP x Volume	0,93**	0,95**
Altura x Volume	0,92**	0,84**

(\*\*)  $P \leq 0,01$ .

### 3.5 Parâmetros Genéticos

Os coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) estimados (TABELA 5) mostraram que o material genético conservado *ex situ* reteve parte substancial da variação genética das respectivas populações de origem quanto a estes caracteres. Isso indica, também, que o material tem potencial para o melhoramento genético, uma vez que a presença de variação genética é fundamental para a seleção de genótipos superiores. Em comparação ao  $CV_g$  detectado em outras espécies nativas,

a magnitude da variação genética nas populações de *Cariniana legalis* encontra-se dentro do padrão observado nestas espécies. Por exemplo, Freitas *et al.* (2007) encontraram coeficientes de variação genética similares aos observados neste trabalho, em DAP (6,3%), forma de fuste (1,4%) e volume (12,9%) em *Myracrodruon urundeuva*. Sebbenn *et al.* (2007) observaram, em *Balfourodendron riedelianum*, coeficientes de variação genéticos de 3,98% em DAP, 1,02% em altura, 9,04% em volume e 0,36% em forma do fuste.

TABELA 5 – Estimativa de parâmetros genéticos de DAP, altura, volume real e forma do fuste em *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), em Luiz Antônio–SP.

Parâmetros	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Forma
Coefficiente de variação genética – $CV_g$ (%)	5,35	3,15	13,15	1,44
Herdabilidade individual – $\hat{h}_i^2$	0,0498	0,0446	0,0497	0,0660
Herdabilidade entre progênies – $\hat{h}_m^2$	0,2345	0,2100	0,2340	0,2709
Herdabilidade dentro de progênies – $\hat{h}_d^2$	0,0337	0,0303	0,0335	0,0457

Os coeficientes de herdabilidade (TABELA 5) foram calculados levando-se em consideração o sistema de cruzamento que deu origem às sementes utilizadas neste ensaio e foram relativamente baixos para todos os caracteres. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies ( $h_m^2$ ) variou de 0,2100 (altura) a 0,2707 (volume), indicando um baixo controle genético dos caracteres em nível de média de progênies. Isso também indica que, com a seleção entre progênies, os ganhos possíveis seriam baixos, a não ser que fosse utilizada uma alta intensidade de seleção entre progênies. Contudo, como este teste tem a finalidade de conservar procedências de *Cariniana legalis*, não será feita seleção entre progênies, mas apenas dentro de progênies. Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ) e dentro de progênies ( $h_d^2$ ) foram baixos para todos os caracteres, variando de 0,0303 (altura) a 0,066 (forma do fuste), indicando que, mesmo com seleção massal no teste ou dentro de progênies, haverá poucos ganhos genéticos. A diversidade genética retida no teste poderá ser conservada de forma mais efetiva se houver recombinação por polinização livre ou manual e se as sementes forem utilizadas para reflorestamentos ambientais. Considerando que esse germoplasma foi conservado *ex situ* em um delineamento com parcelas compostas por cinco plantas, com indivíduos aparentados nos graus de meios-irmãos e irmãos de autofecundação (Sebbenn *et al.*, 2000a), é necessário selecionar apenas uma planta em cada parcela para reduzir a endogamia nas sementes. Isso elimina a chance de ocorrer cruzamentos entre irmãs da mesma parcela, mas não a chance de ocorrer cruzamentos entre irmãos localizados em diferentes parcelas, nem as autofecundações.

Como a redução no tamanho das populações reduz o tamanho efetivo da população, avaliou-se o impacto da seleção de uma a seis plantas em cada progênie sobre a estimativa do coeficiente médio de coancestria, do tamanho efetivo (TABELA 6) e dos ganhos esperados na seleção (FIGURA 2).

O coeficiente médio de coancestria (TABELA 6) no ensaio sem desbaste foi baixo (0,00358), indicando que, sob cruzamentos aleatórios, uma baixa taxa de endogamia seria produzida nas progênies (< 1%). Contudo, a presença de indivíduos irmãos nas parcelas poderia aumentar essa taxa de endogamia, em especial se o pólen for disperso preferencialmente a curtas distâncias. Com a seleção dentro de progênies, reduz-se a probabilidade de cruzamentos entre irmãos, mas aumenta o coeficiente médio de coancestria de 0,00447, com a seleção de seis plantas por progênie (uma planta por parcela) a 0,01 para a seleção de uma planta por subparcela. Por sua vez, o tamanho efetivo médio de cada progênie, bem como o total, são reduzidos de 2,24 e 112 para 1 e 50, respectivamente. No entanto, embora o tamanho efetivo tenha sido reduzido em mais de 50% com a seleção, a relação entre o tamanho efetivo e o número censo aumentou de 0,37 a 1. Embora o número de indivíduos tenha sido reduzido com a seleção, aumentou o tamanho efetivo devido à redução na identidade por descendência dos alelos entre esses selecionados. Tendo isso em vista, é sugerida a seleção de seis plantas por progênie, visto que este esquema de seleção levará a uma redução menor no tamanho efetivo total do banco (de 140 para 112). Além disso, será eficaz para evitar cruzamentos entre parentes dentro das subparcelas, já que apenas uma planta em cada cinco nas subparcelas será mantida, resultando na manutenção de um maior número de indivíduos na população para a produção de sementes.

SEBBENN, A. M. *et al.* Seleção dentro de progênies de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental.

TABELA 6 – Estimativa de parâmetros genéticos populacionais em *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), com simulações da seleção de diferentes números de plantas por progênie.

Parâmetros	Número de plantas selecionadas por progênie (n)						
	30	6	5	4	3	2	1
$mn$	1500	300	250	200	150	100	50
$\Theta_{xy}$	0,00358	0,00447	0,00469	0,00502	0,005573	0,00668	0,01000
$N_e$	2,79	2,24	2,13	1,99	1,79	1,50	1,00
$N_{e(Total)}$	140	112	107	100	90	75	50
$N_{e(Total)} / mn$	0,09	0,37	0,43	0,50	0,60	0,75	1,00

Em que:  $mn$  é o tamanho da população de recombinação após a seleção;  $\Theta_{xy}$  é o coeficiente de coancestria de grupo;  $N_e$  é o tamanho efetivo médio das progênies e total, e  $N_{e(Total)} / mn$  é a relação entre o tamanho efetivo total e o tamanho da população após a seleção.

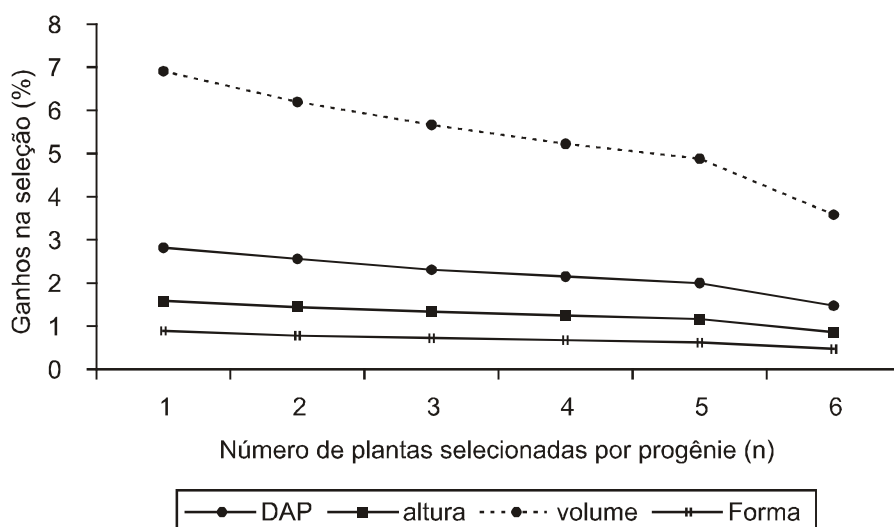


FIGURA 2 – Ganhos esperados na seleção dentro de progênies de diferentes caracteres em função do número de plantas selecionadas por progênie em *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), em Luiz Antônio–SP.

Com a seleção apenas dentro de progênies, esperam-se baixos ganhos com a escolha de uma a cinco plantas por parcela em forma do fuste (< 1%), altura (< 2%); ganhos médios em DAP (de 1,46 a 2,8%) e relativamente altos em volume (3,6 a 6,9%) (FIGURA 2). Os maiores ganhos serão obtidos com a

seleção do menor número de plantas por progênie (maior intensidade de seleção). Por exemplo, com a seleção de uma planta por progênie, o ganho esperado em volume é de 7%, mas, com a seleção de seis plantas por progênie (uma por subparcela), os ganhos esperados para volume são de apenas 4%.



SEBBENN, A. M. *et al.* Seleção dentro de progênies de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental.

Estes ganhos são preditos para povoamentos de *Cariniana legalis* aos 26 anos de idade, estabelecidos em ambientes com as mesmas características edafoclimática do presente ensaio e realizados com sementes originadas do teste após a seleção dentro de progênies. Com a seleção proposta, de seis plantas por progênie (uma planta por subparcela), a estrutura genética da população de recombinação será pouco afetada e a conservação genética, que foi o principal objetivo deste ensaio, não será afetada.

#### 4 CONCLUSÃO

O esquema de seleção proposto, a seleção apenas dentro de progênies, sendo seis plantas selecionadas por progênie, levará à capitalização de baixos ganhos genéticos, pouco afetando a estrutura genética da população de recombinação, assim como o principal objetivo deste ensaio, que é a conservação genética de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa).

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos aos funcionários Paulo, Teco e Jair, pela mensuração do experimento e digitação dos dados, e à relatora da Revista do Instituto Florestal, PqC Dra. Giselda Durigan, pela contribuição com as correções e dicas para melhoria do manuscrito. O autor Alexandre Magno Sebbenn agradece ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia - CNPq pela concessão da bolsa de produtividade em pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira.** Brasília, DF: EMBRAPA; Colombo: CNPF, 1994. 640 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Panel of Experts and Forest Gene Resources. Ninth Session.** Rome, 1996. 64 p.

FREITAS, M. L. M. *et al.* Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, n. único, p. 95-102, 2006.

\_\_\_\_\_. Formação de pomar de sementes a partir da seleção dentro de teste progênies de *Myracrodruon urundeuva*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2007.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding.** Ames: Iowa State University Press, 1988. 468 p.

HARDNER, C. M.; POTTS, B. M. Postdispersal selection following mixed mating in *Eucalyptus regnans*. **Evolution**, San Francisco, v. 51, n. 1, p. 103-111, 1997.

KÄRKKÄINEN, K.; KOSKI, V.; SAVOLAINEN, O. Geographical variation in the inbreeding depression of Scots pine. **Evolution**, San Francisco, v. 50, n. 1, p. 111-119, 1996.

KOELEWIJN, H. P. Effects of different levels of inbreeding on progeny fitness in *Plantago coronopus*. **Evolution**, San Francisco, v. 52, n. 3, p. 692-702, 1998.

\_\_\_\_\_.; KOSKI, V.; SAVOLAINEN, O. Magnitude and timing of inbreeding depression in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). **Evolution**, San Francisco, v. 53, n. 3, p. 758-768, 1999.

LINDGREN, D.; GEA, L.; JEFFERSON, P. Loss of genetic diversity by status number. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 45, p. 52-59, 1996.

\_\_\_\_\_.; LUIGI, D. G.; JEFFERSON, P. A. Status number for measuring genetic diversity. **Forest Genetics**, Svolen, v. 4, n. 2, p. 69-76, 1997.

NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry.** Washington, D.C.: Forest Service, 1979. 342 p. (Technical Bulletin, 1588).

REMINGTON, D. L.; O'MALLEY, D. M. Evaluation of major genetic loci contributing to inbreeding depression for survival and early growth in a selfed family of *Pinus taeda*. **Evolution**, San Francisco, v. 54, n. 5, p. 1580-1589, 2000.

SEBBENN, A. M. *et al.* Seleção dentro de progênies de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental.

S.A.S. INSTITUTE INC. **SAS procedures guide. Version 8 (TSMO)**. Cary, 1999. 454 p.

SATO, A. S. *et al.* Seleção dentro de progênies de *Eucalyptus resinifera* aos 21 anos de idade em Luiz Antonio – SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 93-100, 2007.

SEBBENN, A. M. **Estudo de populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze, por caracteres quantitativos e isoenzimas**. 2001. 209 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

\_\_\_\_\_. Sistema de reprodução em espécies arbóreas tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomares de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPED, 2006. p. 93-138.

SEBBENN, A. M. *et al.* Taxa de cruzamento em populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze.: Implicações para a conservação e o melhoramento genético. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 58, p. 25-40, 2000a.

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

SEBBENN, A. M. *et al.* Genetic variation in *Araucaria cunninghamii* provenances in Luiz Antonio-SP, Brazil **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa-MG, v. 5, p. 435-442, 2005.

SEBBENN, A. M. *et al.* Conservação *ex situ* e produção de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 101-112, 2007.

SEBBENN, A. M. *et al.* Results of an international provenance trial of *Cordia alliodora* in São Paulo, Brazil at five and 23 years of age. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 56, n. 3-4, p. 110-117, 2007.

SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y.; ZANATTO, A. C. S. Estimativas de ganhos genéticos na seleção em populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze, incorporando informações do sistema misto de reprodução. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 65-77. 2002.

SEBBENN, A. M.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; GURGEL GARRIDO, L. M. A. Interação progênies x locais e variabilidade genética em jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 13-23, 2000b.

SIQUEIRA, A. C. M. F. *et al.* O jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. uma espécie em extinção. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 40-A, p. 291-301, 1986, pt. 1, Edição especial.

SNIEZKO, R. A.; ZOBEL, B. J. Seedling height and diameter variation of various degrees of inbred and outcrossing progenies of Loblolly Pine. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 37, p. 50-60, 1988.

SORENSEN, F. C. Effects of sib mating and wind pollination on nursery seedling size, growth components, and phenology of Douglas-Fir seed-orchard progenies. **Canadian Journal Forestry Research**, Toronto, v. 27, p. 557-566, 1997.

VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M. A. M. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo v. 4, p. 57-139, 1965/1966.

WRIGHT, J. W. A simplified design for combined provenance and progeny testing. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 27, n. 2, p. 68-70, 1978.

WU, H. X.; MATHESON, A. C.; SPENCER, D. Inbreeding in *Pinus radiata*. 1. The effect of inbreeding on growth, survival and variance. **Theor. Appl. Genet.**, Berlin, v. 97, p. 1256-1268, 1998.

# PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NA REGIÃO DA SERRA DO MAR/PARANAPIACABA\*

Giselda DURIGAN\*\*  
Natália Macedo IVANAUSKAS\*\*  
Marco Aurélio NALON\*\*  
Milton Cezar RIBEIRO\*\*\*  
Marina Mitsue KANASHIRO\*\*  
Hubert Bayer COSTA\*\*  
Cristina de Marco SANTIAGO\*\*

## RESUMO

A criação de unidades de conservação - UCs tem sido feita, em todo o mundo, sem um procedimento sistemático, de modo que as áreas protegidas nem sempre representam a biodiversidade da região em que estão situadas. Espera-se que as UCs representem a biodiversidade regional e que as mantenham protegidas de ameaças externas. Uma vez que não é possível preservar todas as áreas naturais remanescentes, é necessário priorizá-las, buscando representar ao máximo sua biodiversidade. Estudos teóricos sobre métodos de seleção de reservas são unânimes em afirmar que, para priorização, as áreas devem ser comparadas com base no mesmo tipo de informação e com o mesmo nível de detalhe. O presente estudo teve como objetivo a indicação de áreas para a criação de novas unidades de conservação do complexo de ecossistemas da Mata Atlântica na região da Serra do Mar/Paranapiacaba, Estado de São Paulo. Uma vez que não existem inventários com o mesmo nível de detalhe para todas as áreas, utilizaram-se atributos biofísicos e indicadores de integridade dos recursos naturais, como representantes (*surrogates*) da diversidade biológica e da persistência do ecossistema nas áreas analisadas. Seis áreas, previamente selecionadas *ad hoc*, foram caracterizadas e submetidas ao protocolo de avaliação, baseado em 13 critérios. O resultado é um *portfolio* de áreas, individualmente descritas e hierarquicamente classificadas de acordo com a prioridade para a conservação dos ecossistemas do complexo Mata Atlântica na região, que poderá nortear ações concretas para a criação de novas áreas protegidas.

Palavras-chaves: seleção de reservas; Floresta Atlântica; prioridades de conservação.

## ABSTRACT

The practice of reserve selection has generally not been systematic and new reserves have often been located in places that do not contribute to the representation of biodiversity of the region they are situated in. Reserves should represent regional biodiversity and separate it from processes that threaten its persistence. Since we cannot protect all remaining natural ecosystems, we have to prioritize them. Reserve selection theory says that it is preferable to compare areas with the same kind of information at the same level of detail. With the aim of indicating new reserves of the Atlantic Forest ecosystems in São Paulo State, we used biophysical attributes, integrity of natural resources and external influences as surrogates for biodiversity or persistence, since no equivalent biodiversity inventories are available for the region as a whole. Maps and information on the existing reserves were also analyzed, searching for complementarity. Six areas, located in the Serra do Mar/Paranapiacaba region, previously indicated on the basis of *ad hoc* procedure, were evaluated based upon thirteen criteria. The result is a *portfolio* of areas, individually described, and classified according to their priority for Atlantic Forest conservation, as a tool for decision making in the real-world.

Keywords: reserve selection; Atlantic Forest; conservation priorities.

(\*) Aceito para publicação em dezembro de 2008.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: florestal@iflorestal.sp.gov.br

(\*\*\*) Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, Rua do Matão 321, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A Convenção de Diversidade Biológica estipulou como meta para o ano de 2010 que os países signatários criem áreas protegidas, a fim de obter maior representatividade dos sistemas existentes (Dias, 2000).

Visando atender à meta da Convenção inicialmente mencionada, o programa de trabalho em áreas protegidas da sétima Conferência das Partes da Convenção - COP7 determina que até 2006 a identificação completa de lacunas nos sistemas de unidades de conservação terá de ser executada pelas partes da Convenção (CDB/COP7, 2007). Devem ser identificadas quais entidades biológicas ainda não estão adequadamente representadas, evidenciando assim lacunas no sistema (Rodrigues *et al.*, 2004). O ideal é que as áreas protegidas representem toda a variação de biodiversidade existente, em todos os níveis de organização (Margules & Pressey, 2000; Margules *et al.*, 2002).

Faltam, todavia, levantamentos adequados de biodiversidade na maioria das áreas naturais remanescentes, o que dificulta não só a identificação de lacunas, mas também a seleção de áreas prioritárias para a conservação, que depende de informações homogêneas de biodiversidade sobre todas as áreas (Freitag *et al.*, 1998; Williams *et al.*, 2002; Wilson *et al.*, 2005). Completar as lacunas do conhecimento é custoso e demorado e por isso se buscam atributos das áreas naturais que possam representar a biodiversidade (“*surrogates*”). Usualmente, as únicas informações consistentes espacializadas e disponíveis são tipos de vegetação e classes ambientais, considerados bons representantes da biodiversidade (Margules & Pressey, 2000).

Unidades de conservação da natureza têm sido historicamente criadas, na maioria das vezes e em todo o mundo, com base em valores como belezas naturais, potencial para recreação e turismo, proteção de mananciais, proteção de valores históricos, ou até mesmo interesses políticos, fatores estes geralmente combinados com baixo valor da terra, procedimentos normalmente utilizados em seleção *ad hoc* (Pressey, 1994). Naturalmente, essa forma de seleção deixa muito a desejar quanto à eficácia das áreas protegidas em realmente representar e proteger amostras de toda a diversidade dos ecossistemas naturais.

No Brasil, tentativas têm sido feitas de agregar critérios à seleção de reservas, a maioria com propostas para a Amazônia, podendo ser citadas regiões fitogeográficas (Wetterberg *et al.*, 1976; Murça-Pires, 1974; Carvalho, 1984) e refúgios do Pleistoceno (Prance, 1973). Eram selecionadas, geralmente, áreas sem outra destinação identificada, “uma estratégia claramente adversa à moderna ciência da conservação” (Rylands & Brandon, 2005). Apesar das tentativas, Peres & Terborgh (1995), ao analisarem criticamente as reservas da Amazônia, constataram que as propostas não foram executadas, ou resultaram em áreas muito vulneráveis, de modo que critérios mais adequados para seleção foram recomendados.

A partir da década de 1990, a indicação de áreas prioritárias para conservação no Brasil passou a incorporar conceitos como *corredores de biodiversidade* (Ayres *et al.*, 1997) e *ecorregiões* (Ferreira *et al.*, 2001), mas os estudos ainda se concentravam na Amazônia. A preocupação com a indicação de áreas prioritárias para a conservação estendeu-se para todo o país no final da década de 1990 e culminou com os *workshops* realizados para todos os biomas brasileiros sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2002), baseados em cartografia dos recursos naturais e consulta a especialistas de diferentes áreas do conhecimento. Porém, o resultado desses *workshops* não delimita áreas individuais e sim regiões prioritárias, o que dificulta a tomada de decisão, pois muitas vezes uma região contém dezenas ou até centenas de fragmentos.

A decisão sobre áreas prioritárias para a criação de novas Unidades de Conservação, para que seja efetiva em representar a biodiversidade, deve apoiar-se em métodos adequados e informações consistentes sobre as áreas naturais remanescentes. Na tentativa de utilizar métodos sistemáticos para a indicação de áreas prioritárias para a conservação, no Brasil, Santos & Mantovani (1999) utilizaram indicadores espaciais no processo de seleção de reservas florestais de Floresta Estacional Semidecidual para conservação genética “*in situ*” dentro de duas bacias hidrográficas no interior do Estado de São Paulo. Anacleto *et al.* (2005) utilizaram técnicas de otimização matemática e dados de sensoriamento remoto (classificação de fisionomias da vegetação), buscando a complementaridade de uma rede de reservas em Cocalinho, MT.

Durigan *et al.* (2006) aplicaram algoritmo composto por 15 indicadores na seleção de áreas prioritárias para a criação de reservas de Cerrado no Estado de São Paulo, buscando uma classificação hierárquica de áreas individuais, por meio de protocolo construído a partir dos métodos de pontuação.

Muitas pesquisas têm sido publicadas em outros países sobre métodos para a seleção de unidades de conservação. Breve revisão dos métodos mais utilizados ao redor do mundo foi efetuada por Morsello (2001), parte de uma extensa análise sobre o tema unidades de conservação no Brasil. Os métodos mais utilizados foram agrupados pela autora em: métodos de pontuação, análise de lacunas e métodos iterativos.

Os métodos de pontuação (*scoring procedures*) classificam áreas individuais com base em seu valor para conservação, calculado a partir de um conjunto de critérios (Margules & Usher, 1981; Terborgh & Winter, 1983; Usher, 1986; Smith & Theberge, 1986, 1987; Rossi & Kuitunen, 1996). Esses métodos foram amplamente utilizados até a década de 1990, nos Estados Unidos, Grã-Bretanha, Holanda e Austrália. Foram deixados de lado mediante a tendência atual de propostas baseadas na criação simultânea de uma rede de unidades (Margules *et al.*, 1988), usualmente denominada planejamento sistemático de criação de áreas protegidas.

Dentro dessa linha, destacam-se os *métodos iterativos*, nos quais técnicas computacionais são aplicadas para selecionar uma rede de áreas que contenham a maior diversidade na menor área, ou a um custo mínimo, por exemplo. Têm sido aplicados diferentes algoritmos com essa finalidade, alguns heurísticos, outros otimizantes, especialmente na Austrália, mas também na África do Sul e nos Estados Unidos (Bedward *et al.*, 1992; Pressey *et al.*, 1994, 1997; Haight *et al.*, 2000; Margules *et al.*, 1994; Margules & Pressey, 2000; Nalle *et al.*, 2002; Wilhere *et al.*, 2008).

Na recomendação de redes de áreas protegidas tem sido aplicada, principalmente nos Estados Unidos, a análise de lacunas (*gap analysis*) (Burley, 1988; McKendry & Machliss, 1991; Caicco *et al.*, 1995; Scott & Csuti, 1997), método que consiste em identificar lacunas biológicas ou fitogeográficas na rede existente de unidades de conservação, com base, essencialmente,

em sistemas de informação geográfica (SIG), aplicados a dados bióticos e abióticos. Groves *et al.* (2002), buscando unir a teoria à prática, propõem a combinação de diferentes métodos e fontes de informação na seleção de áreas prioritárias para a conservação.

Várias comparações entre métodos têm sido feitas (Pressey & Nicholls, 1989; Prendergast *et al.*, 1999; Scott & Sullivan, 2000; Teeffelen *et al.*, 2006; Moilanen & Cabeza, 2007; Vanderkam *et al.*, 2007) e até mesmo entre os métodos sistemáticos em comparação com o conhecimento de especialistas (Cowling *et al.*, 2003). O que se conclui é que não existe um método que se adapte a todas as circunstâncias (naturais e políticas) e que há imperfeições em todos eles. Conforme observado por Durigan *et al.* (2006), os métodos de pontuação convencionais são limitados em atingir a complementaridade; os métodos iterativos e análise de lacunas tornam-se limitados pela ausência de mapas e informações sobre a biodiversidade suficientes e em escala adequada e, recentemente, tem sido apontada até a falha nos métodos de seleção por não considerarem as mudanças climáticas previstas e suas possíveis conseqüências sobre a extinção de espécies (Araújo *et al.*, 2004).

A verdade é que, apesar dos notáveis avanços na pesquisa sobre seleção de reservas, os estudos teóricos, na maioria das vezes, permanecem teóricos (Prendergast *et al.*, 1999). Esse é o cenário em que se desenvolveu o presente estudo, com o objetivo de gerar um *portfolio* de áreas prioritárias para a criação (ou ampliação) de unidades de conservação em um trecho da Serra do Mar/Paranapiacaba, no Estado de São Paulo, que possam melhor representar a biodiversidade regional.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Região de Estudo

De acordo com levantamento do Instituto Florestal, o Estado de São Paulo possui 3,3 milhões de hectares de cobertura vegetal natural, o que representa 13,4% da sua área total (Kronka *et al.*, 2005). Embora o Estado apresente os maiores índices de urbanização e industrialização do país,

é nele que se concentram os maiores remanescentes da Mata Atlântica, um dos *hotspots* globais para a conservação da diversidade biológica (Myers *et al.*, 2000). Tais remanescentes funcionam também como corredores ecológicos, interligando as áreas florestadas do Estado do Rio de Janeiro, ao norte, com as do Estado do Paraná, ao sul, formando o principal contínuo de Floresta Atlântica do Brasil. Esse *continuum* recebeu da United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO o título de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e um de seus trechos recebeu o título de Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo (Victor *et al.*, 2004). Em conjunto com áreas naturais do Estado do Paraná, as unidades de conservação das regiões do Vale do Ribeira, Alto Paranapanema e Complexo Estuarino-lagunar Iguape-Cananéia-Paranaguá receberam, também pela UNESCO, o título de “Sítio do Patrimônio Mundial Natural Reservas do Sudeste” (UNESCO, 2007).

Considerando que há recursos especialmente destinados à conservação nessa região e que ações de conservação são desencadeadas em esfera estadual, a área compreendida pelo presente estudo corresponde ao trecho paulista desse complexo.

O protocolo de avaliação aqui proposto foi aplicado a seis áreas naturais remanescentes na região da Serra do Mar/Paranapiacaba, para cada uma das quais existe um processo em tramitação no Instituto Florestal em que é solicitada a criação de Unidade de Conservação de Proteção Integral (FIGURA 1), quais sejam:

Brumado (Br)<sup>1</sup>: área de 16.618 ha, localizada nos municípios de Tapiraí e Pilar do Sul.

Cananéia (Cn)<sup>2</sup>: área de 26.805,97 ha, no município de Cananéia.

Bertioga e São Sebastião (BS): área de 9.632,59 ha, nos municípios de Bertioga e São Sebastião.

Guarujá (Rabo do Dragão) (Gu): área de 2.286,65 ha, no município de Guarujá.

Itapanhaú (BI): área de 3.785,77 ha, no município de Bertioga.

Ilha Comprida (IC)<sup>3</sup>: área de 12.268 ha, no município de Ilha Comprida.

As razões que motivaram a indicação prévia dessas áreas constam nos autos dos processos correspondentes.

## 2.2 Protocolo de Avaliação

Uma vez que no Estado de São Paulo, como em boa parte do mundo, não há recursos disponíveis para a criação simultânea de uma rede de reservas e, portanto, unidades de conservação são criadas uma a uma, o protocolo foi desenhado de modo a gerar uma classificação hierárquica das áreas em avaliação.

A inexistência de dados homogêneos sobre todas as áreas tem sido um dos maiores obstáculos ao estabelecimento de prioridades para a conservação (Margules & Austin, 1994; Freitag *et al.*, 1998; Menon *et al.*, 2001; Williams *et al.*, 2002). Conforme observam Margules & Pressey (2000), é preferível sempre planejar com base na comparação de áreas que dispõem do mesmo tipo de informação e no mesmo nível de detalhe e, por esta razão, não foram considerados na análise os inventários biológicos existentes em algumas das áreas. Optou-se por utilizar atributos que representassem a biodiversidade (*surrogates*), somados a atributos que indicassem a probabilidade de persistência dos ecossistemas e outros que tratassem da complementaridade para o atual sistema estadual de áreas protegidas.

(1) Esta área está inserida na APA Estadual da Serra do Mar.

(2) Após a submissão deste artigo para publicação, foi criado o Parque Estadual do Lagamar de Cananéia, com área de 40.758,64 ha (Lei nº 12.810, de 21 de fevereiro de 2008), transformando, portanto, esta área em unidade de conservação de proteção integral.

(3) Esta área está inserida na APA Estadual da Ilha Comprida.

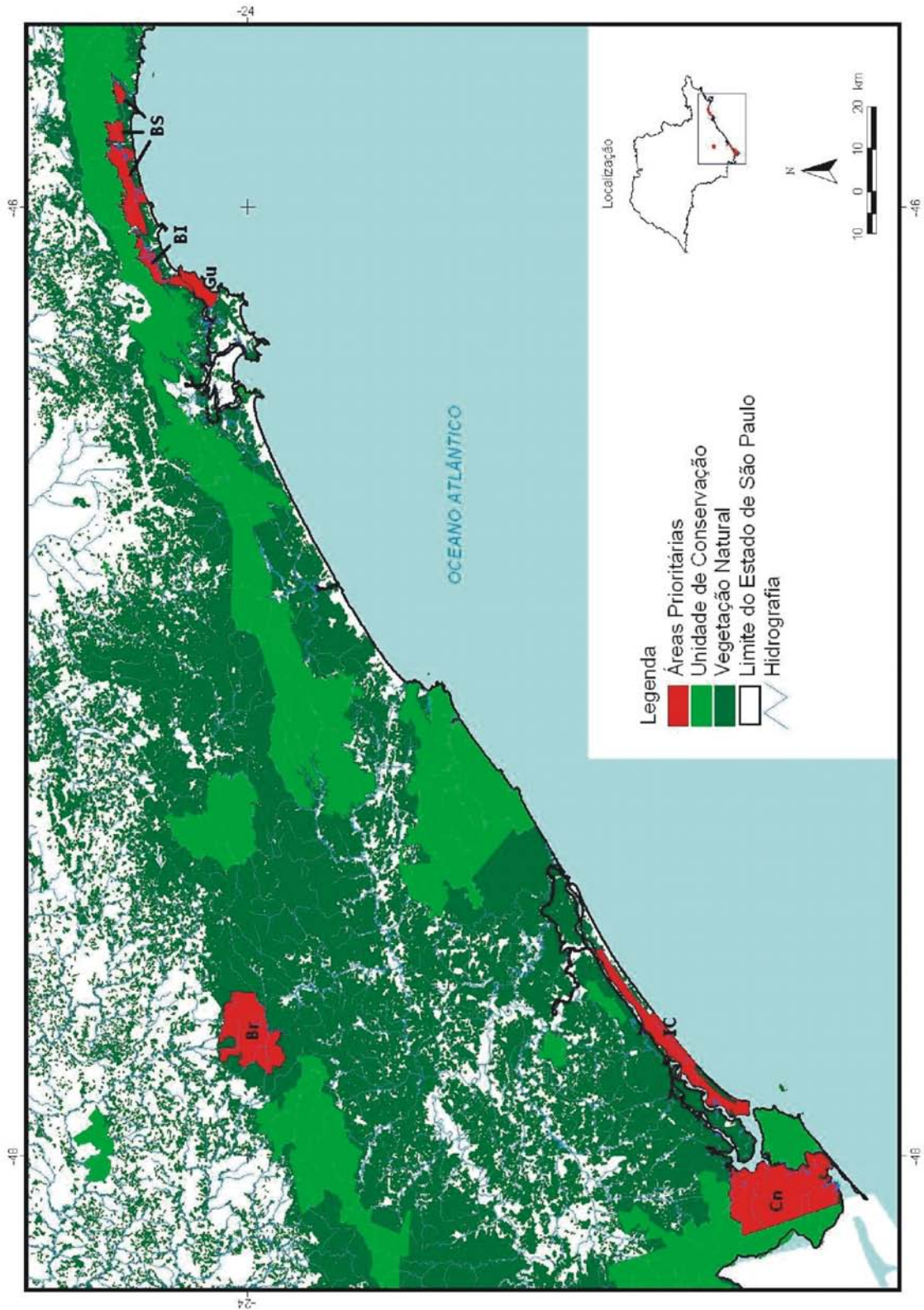


FIGURA 1 – Localização das áreas de estudo: Br – Brumado, Cn – Cananéia, BS – Bertioiga, BS – Bertioiga e S. Sebastião; Gu – Guarujá (Rabo de Dragão); BI – Bertioiga (Itapanhaú), IC – Ilha Comprida.

Partindo desses pressupostos, foram incluídos no protocolo de avaliação alguns indicadores para os quais existissem informações relativas a todas as áreas que seriam submetidas à avaliação, com base protocolo desenvolvido para a seleção de áreas prioritárias para a conservação do cerrado por Durigan *et al.* (2006). Os métodos de pontuação foram a base do protocolo, ao qual se adicionaram informações geradas por sistemas de informação geográfica, analisadas mediante as unidades de conservação já existentes, buscando atingir complementaridade, não prevista pelos métodos tradicionais de pontuação.

Os indicadores selecionados basearam-se nas teorias e princípios gerais da biologia da conservação, atribuindo-se pesos diferentes aos diferentes indicadores, de acordo com sua importância relativa.

Dentro de cada indicador, as áreas foram enquadradas em categorias, estabelecidas com base no espectro de dados obtidos para as áreas que seriam submetidas à avaliação (QUADRO 1). Para cada um dos indicadores, são apresentados a seguir os critérios utilizados na atribuição de notas para as categorias:

- *Número de fitofisionomias*: diferentes fisionomias da vegetação contêm flora parcial ou totalmente distinta. Assim, maior diversidade de fitofisionomias resulta em oferta de habitat e alimentos mais diversificados para a fauna. Com base no mapeamento fitofisionômico da Serra do Mar (SIGMA), utilizou-se como indicador o número de unidades vegetacionais contidas em cada uma das áreas em avaliação. Foram considerados os tipos fisionômicos descritos no sistema fitogeográfico brasileiro (Veloso *et al.*, 1991). O peso máximo atribuído a esse atributo se justifica pela sua alta correlação com a riqueza de espécies (Durigan *et al.*, 2006), de modo que foi considerado o atributo que melhor representa a biodiversidade.
- *Estado de conservação*: fatores de degradação ambiental como o fogo, o desmatamento, a exploração seletiva etc. conduzem à perda de diversidade biológica. Por isso, atribuiu-se maior valor às áreas com menor proporção de áreas ocupadas por vegetação secundária. Esse critério atende a uma das mais importantes metas da conservação, que é a persistência da diversidade (Margules & Pressey, 2000; Gaston *et al.*, 2002; Moilanen & Cabeza, 2007).

- *Tamanho da reserva*: adotou-se o princípio de que “quanto maior, melhor” (Mac Arthur & Wilson, 1967; Margules *et al.*, 1982; Noss & Csuti, 1997), com base no conhecimento de que áreas maiores têm maiores chances de manter grandes populações de algumas espécies, ou pelo menos alguma população de alguns *taxa*, como grandes carnívoros (discussão sobre o assunto em Soulé & Simberloff, 1986; Soulé, 1987). As áreas foram avaliadas pela área total do fragmento.
- *Cobertura remanescente por município*: considerou-se que devem ter prioridade para conservação áreas situadas em regiões com maiores taxas de desmatamento, ou seja, áreas sob maior risco de extinção de espécies pela extinção de habitat. Adotou-se como indicador a proporção entre o somatório da cobertura vegetal remanescente e o somatório da área dos municípios em que se encontra a área em avaliação.
- *Representatividade e complementaridade*: seguindo a recomendação de que os esforços de conservação sejam direcionados para áreas que tenham maior probabilidade de resultar na incorporação de um número maior de espécies ao sistema de áreas protegidas (Polasky *et al.*, 2000), foram priorizados fragmentos remanescentes em unidades fitogeográficas mal representadas nas unidades de conservação atualmente existentes (Vane-Wright *et al.*, 1991). Avaliou-se a existência de UC de proteção integral na mesma condição ambiental ou fitogeográfica (com base nas informações cartográficas existentes e em São Paulo, 1999), em um raio de 10 km a partir do limite da área em avaliação.
- *Prática de uso do solo no entorno*: considerando-se que a vulnerabilidade do ecossistema deve ser incorporada ao processo de seleção de áreas protegidas (Weston *et al.*, 2005; Wilson *et al.*, 2005) e que os efeitos de borda e os riscos de desastres são maiores ou menores em função do uso das terras na vizinhança, atribuiu-se maior valor às áreas cujo entorno é ocupado por atividades que oferecem menor ameaça aos recursos naturais e que funcionem como extensões de habitat para parte da fauna silvestre, oferecendo abrigo ou alimento. Adotou-se como indicador para avaliação comparativa entre as áreas o percentual de atividade de alto impacto no perímetro imediato – 1 km, sendo consideradas atividades de alto impacto: zonas urbanas e rodovias.



- *Raridade da combinação solo x vegetação:* considera-se que uma combinação rara de solo x vegetação conduz a um ecossistema também raro e, portanto, mais vulnerável à extinção pelo desmatamento. Avaliou-se com base na presença/ausência da combinação mais rara, por meio de mapa elaborado por Verona *et al.* (2007).
- *Número de cabeceiras:* considerando-se que a integridade dos recursos hídricos e da fauna que deles depende só pode ser assegurada se as nascentes estiverem protegidas, priorizaram-se áreas que protegem nascentes. Adotou-se como indicador o número total de nascentes existentes no interior de cada área em avaliação.
- *Densidade da drenagem:* considerando-se que a presença de corpos d'água aumenta a diversidade de habitats e possibilita a permanência de maior diversidade biológica, conforme confirmado em estudo recente na Mata Atlântica (Becker *et al.*, 2007), consideraram-se prioritárias áreas que protejam maior extensão de cursos d'água. Aplicou-se como indicador, na comparação entre áreas, a densidade de drenagem (razão entre a extensão total das linhas de drenagem e a área do fragmento).
- *Índice de fragmentação:* foi atribuído maior valor para a conservação para as áreas que apresentassem menor fragmentação no seu entorno. Considera-se aqui que quanto maior o nível de fragmentação dos ambientes (Fahrig, 2003; Ewers & Didham, 2006), maior a pressão do entorno sobre a biota local (Batisse, 1997), maior o risco de extinção de espécies (Fahrig, 2003) e menor a manutenção de populações mínimas viáveis e de meta populações (Hanski & Gilpin, 1991; Hanski, 1998; Etienne & Heesterbeek, 2000; Cabeza & Moilanen, 2001, 2003). Adotou-se como indicador o número total de unidades de vegetação natural no mosaico, compreendendo o interior e o entorno da área em análise, em um raio de 10 km.
- *Área-fonte:* consideraram-se como áreas fontes aquelas que contemplam fitofisionomias pouco representadas localmente. Quando uma determinada fitofisionomia apresentava maior representatividade (área) dentro da reserva quando comparada à área ocupada por esta mesma fisionomia fora da reserva, a reserva foi considerada como Área-fonte, sendo-lhe então atribuído maior valor para fins de conservação.
- *Conectividade:* atribuiu-se maior valor às áreas com maior probabilidade de fluxo gênico com outros fragmentos naturais, uma vez que a probabilidade de fluxo gênico é inversamente proporcional à distância entre fragmentos (Metzger & Décamps, 1997; Briers, 2002; McCallum, 2000). A conectividade tem sido sugerida como relacionada à probabilidade de (re)colonização (Fahrig & Merriam, 1985; Hanski & Simberloff, 1997) e com a capacidade de efeitos de resgate, processos-chaves que determinam a manutenção de paisagens fragmentadas (Hanski & Simberloff, 1997; Goodwin, 2003; Bélisle, 2005). Utilizou-se como indicador a distância média entre os fragmentos maiores do que 5 ha no entorno da área em avaliação.
- *Forma da reserva:* atribuiu-se menor valor biológico a fragmentos com alta proporção de áreas sob efeitos de borda, considerando-se o pressuposto de que quanto menor a relação perímetro/superfície, melhor para a conservação (Mac Arthur & Wilson, 1967; Wilson & Willis, 1975), ou seja, quanto mais “compacta” (i.e. próximo à forma circular), mais eficiente será a conservação da biota intra-reserva (Diamond, 1975; Game, 1980; Kunin, 1997). Utilizou-se o índice que mede a similaridade da forma a um círculo.

O valor de cada área para a conservação (VC) consiste no somatório do valor atribuído a cada um dos 13 indicadores, segundo a classe em que se enquadra a área em avaliação, multiplicado pelo peso atribuído ao respectivo indicador.

QUADRO 1 – Indicadores, pesos, classes e notas utilizados na avaliação de áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica na Serra do Mar/Paranapiacaba.

Cód.	Indicador	Peso	Classe	Nota
A	Número de fitofisionomias	4	Uma	1
			Duas	2
			Três	3
			Quatro	4
			Cinco ou mais	5
B	Estádio de conservação (percentual de vegetação secundária)	4	Mais de 50%	1
			31 – 50%	3
			Menos de 30%	5
C	Tamanho do fragmento	3	Menos de 500 ha	1
			500 – 1.000 ha	2
			1.001 – 2.000 ha	3
			2.001 – 5.000 ha	4
			Mais de 5.000 ha	5
D	Cobertura remanescente por município (área com vegetação remanescente/área dos municípios)	3	acima de 80%	1
			80 – 50%	3
			Menor do que 50%	5
E	Representatividade e complementaridade (existência de UC de proteção integral na mesma condição ambiental ou fitogeográfica em um raio de 10 km)	3	Mais de uma UC	1
			Uma UC	3
			Nenhuma UC	5
F	Prática de uso do solo no entorno (percentual de atividade de alto impacto no perímetro imediato – 1 km)	3	maior que 20%	1
			11-20%	2
			6-10%	3
			1-5%	4
			menor que 1%	5
G	Raridade da combinação solo x vegetação (presença/ausência da combinação mais rara)	2	Alta (classes 61-81)	1
			Média (classes 31-60)	3
			Baixa (classes 0-30)	5
H	Número de nascentes	2	menor que 10	1
			10-20	2
			21-50	3
			51-100	4
			maior que 100	5

continua

## continuação – QUADRO 1

Cód.	Indicador	Peso	Classe	Nota
I	Densidade da drenagem (extensão/área)	1	0,000 - 0,500	1
			0,501 - 1,000	2
			1,001 - 1,500	3
			1,501 - 2,000	4
			2,001 - 2,500	5
J	Índice de fragmentação	1	Alto	1
			Médio	3
			Baixo	5
K	Área-fonte	1	Não é área-fonte e não há área-fonte nas proximidades	1
			Próximo a área-fonte	3
			O fragmento é área-fonte	5
L	Conectividade	1	Baixa (distância média > 200 m)	1
			Média (distância média entre 100 e 200 m)	3
			Alta (distância média inferior a 100 m)	5
M	Forma	1	Alongada (SHP > 5)	1
			Intermediária (SHP de 2 a 5)	3
			Compacta (SHP < 2)	5

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas em avaliação, classificadas em ordem decrescente de prioridade para a conservação, com base nos critérios e indicadores aplicados, são descritas a seguir.

Br – Brumado: área de 16.618 ha, localizada nos municípios de Tapiraí e Pilar do Sul, dos quais 98,9% são ocupados por vegetação nativa do tipo Floresta Ombrófila Densa Montana. Cerca de 21,13% da área florestada é ocupada com vegetação secundária. Apresenta 219 nascentes e total de 322.017 m de cursos d'água. No perímetro imediato (entorno de 1 km) ocorrem áreas de reflorestamento comercial (604 ha) e pastagem (352 ha).

Cn – Cananéia: área de 26.805,97 ha no município de Cananéia, coberta por vegetação nativa, sendo que 10,48% da área correspondem a vegetação secundária. Contém as fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa Montana, Submontana e de Terras Baixas

e Formação Pioneira arbustivo-herbácea sobre sedimentos marinhos recentes (restingas), terrenos marinhos lodosos (mangue) e várzeas. Apresenta 561 nascentes e 700.127 m de cursos d'água. No perímetro imediato ocorrem áreas de campo antrópico (266 ha), reflorestamento comercial (2 ha) e zonas urbanas (37 ha).

BS – Bertioga e São Sebastião: área de 9.632,59 ha nos municípios de Bertioga e São Sebastião, ocupada por vegetação nativa com 0,84% da área com vegetação secundária. Contém as fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa Submontana e de Terras Baixas e Formação Pioneira arbustivo-herbácea sobre sedimentos marinhos recentes (restingas), terrenos marinhos lodosos (mangue) e várzeas. Apresenta 19 nascentes e 157.097 m de cursos d'água. No perímetro imediato existem áreas urbanizadas (480 ha), campos antrópicos (330 ha) e agricultura anual (19 ha).

Gu – Guarujá (Rabo do Dragão): área de 2.286,65 ha, no município de Guarujá, coberta por vegetação nativa, sendo 25,40% de vegetação secundária. Contém as fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa Submontana e de Terras Baixas e a Formação Pioneira arbustivo-herbácea sobre sedimentos marinhos recentes (restingas) e várzeas. Apresenta nove nascentes e 11.731 m de cursos d'água. No perímetro imediato existem áreas urbanizadas (203 ha), campos antrópicos (64 ha) e agricultura perene (13 ha).

BI – Itapanhaú: área de 3.785,77 ha, no município de Bertioga, ocupada por vegetação nativa, sendo 7,74% de vegetação secundária. Contém as fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa Submontana e de Terras Baixas e Formação Pioneira arbustivo-herbácea sobre sedimentos marinhos recentes (restingas), terrenos marinhos lodosos (mangue) e várzeas. Apresenta cinco nascentes e 87.102 m de cursos d'água. No perímetro imediato existem áreas urbanizadas (599 ha), campos antrópicos (242 ha) e áreas mineradas (10 ha).

IC – Ilha Comprida: área de 12.268 ha, no município de Ilha Comprida, coberta por vegetação nativa, sendo 84% da área ocupada por vegetação secundária. Contém as fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Formação Pioneira arbustivo-herbácea sobre sedimentos marinhos recentes (restingas), terrenos marinhos lodosos (mangue) e várzeas. Apresenta 23 nascentes e 80.487 m de cursos d'água. No entorno existem campos antrópicos (1.280 ha) e áreas urbanizadas (355 ha).

Analisando-se os resultados da avaliação, com base na decomposição dos indicadores que resultaram na pontuação de cada área (FIGURA 2), verifica-se que alguns indicadores tiveram avaliação semelhante para todas as áreas, não interferindo nos resultados, tais como: tamanho da área, ameaça oriunda do uso do solo no entorno e raridade da combinação solo x vegetação.

Brumado (Br), a primeira área no ranking, apesar de não se destacar pela diversidade de fitofisionomias, destacou-se pelo bom estado de conservação dos ecossistemas, por estar em uma região mal representada nas unidades de conservação já existentes e pela grande contribuição na proteção aos recursos hídricos.

Cananéia (Cn), apesar de estar em um município com alto índice de vegetação natural remanescente e de estar próxima a outras unidades de conservação que podem preservar os mesmos atributos,

destacou-se pela alta diversidade de fitofisionomias, devendo, por conseqüência, conter alta biodiversidade. Destacou-se ainda pelo bom estado de conservação dos ecossistemas e pelo elevado número de nascentes que protege.

Bertioga e São Sebastião (BS) formam uma área que se destaca pela diversidade de fitofisionomias e pela inexistência de UCs nas proximidades que representem os ecossistemas regionais. Porém, comparativamente com as outras áreas, encontra-se num município com menor grau de desmatamento e protege número menor de nascentes, o que faz com que esta área tenha menor prioridade para a conservação do que as duas anteriores.

O Rabo do Dragão, no Guarujá (Gu), tem alta diversidade de fisionomias em bom estado de conservação, mas perde posições pelo seu isolamento em relação a outras áreas naturais remanescentes, que é desfavorável para a conservação, e por oferecer proteção comparativamente inferior aos recursos hídricos.

Itapanhaú (BI) tem entre seus melhores atributos a alta diversidade de fisionomias em bom estado de conservação, mas o menor número de nascentes e a alta taxa de vegetação natural remanescente no município fazem com que esta área tenha prioridade relativamente inferior às anteriores para a criação de Unidade de Conservação.

A Ilha Comprida (IC) superou as outras áreas apenas na avaliação quanto ao grau de desmatamento no entorno, que eleva seu valor para a conservação. Porém, em comparação com as outras áreas avaliadas, tem baixa prioridade para a conservação, especialmente porque a maior parte de sua vegetação sofreu perturbações e por existirem outras unidades de conservação que preservam os mesmos ecossistemas.

Naturalmente, nenhuma das áreas avaliadas é superior às outras em todos os indicadores e a finalidade do protocolo é, justamente, evitar que um único indicador determine a ordem de prioridade. Ao se estabelecerem treze indicadores, cuja importância relativa foi ponderada pelos diferentes pesos que lhes foram atribuídos, chegou-se a uma combinação de atributos que pretendem representar, na melhor combinação possível, a diversidade biológica e a probabilidade de sua persistência em cada área. Essa classificação hierárquica poderá nortear a tomada de decisão para que sejam criadas novas Unidades de Conservação, desafio que sempre dificulta e atrasa o processo decisório.

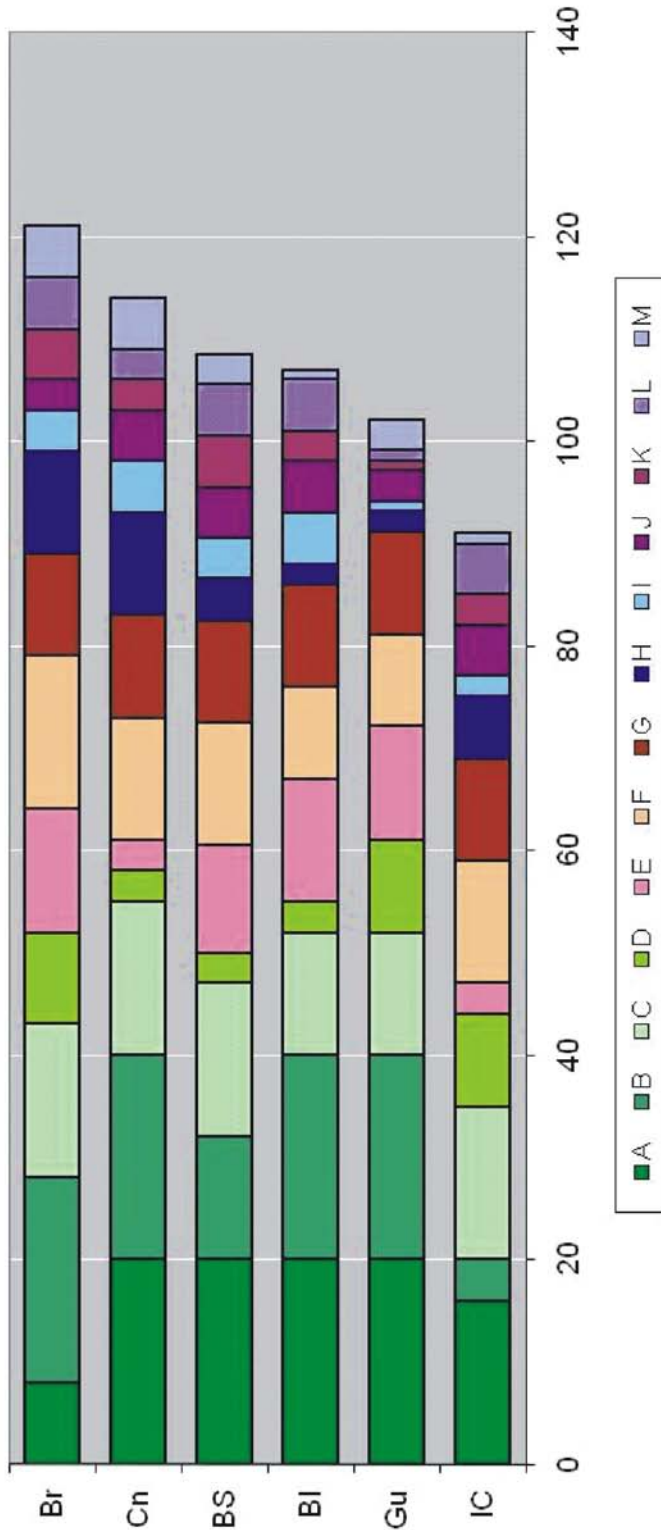


FIGURA 2 – Contribuição de cada indicador no cálculo do valor para a conservação de cada área selecionada. Br: Brumado; Cn: Cananéia; BS: Bertioiga-São Sebastião; BI: Itapanhaú; Gu: Rabo do dragão; IC: Ilha Comprida. A: número de fitofisionimias; B: estágio de conservação; C: tamanho; D: cobertura remanescente; E: representatividade e complementaridade; F: uso do solo no entorno; G: raridade da combinação solo x vegetação; H: número de nascentes; I: densidade de drenagem; J: fragmentação da paisagem; K: área-fonte.

Ao eliminar do processo os dados oriundos de inventários biológicos, evitou-se que áreas de difícil acesso, e por isso menos estudadas, perdessem importância. Santos & Mantovani (1999), ao utilizarem indicadores espaciais para hierarquizar áreas indicadas para conservação, também optaram por deixar de lado no processo decisório os dados biológicos, que não existiam para todas as áreas comparadas. Tem sido comum em procedimentos de seleção de áreas prioritárias no Brasil (Prance, 1973; Brasil, 2002) o viés resultante do desnível de conhecimento biológico. Assim, áreas de fácil acesso, localizadas junto a grandes centros de pesquisa e, por isso, já visitadas por muitos especialistas em diferentes grupos taxonômicos, tendem a ser automaticamente consideradas de prioridade máxima para a conservação.

A presença de restingas em algumas áreas elevou o valor biológico tanto no item número de fitofisionomias quanto no item representatividade e complementaridade, o que nos parece correto, pois este é um dos ecossistemas pior representados no atual sistema de UCs em todo o Brasil.

O estudo recente de Becker *et al.* (2007), demonstrando as dramáticas conseqüências da desconexão dos ecossistemas com os habitats ribeirinhos para a diversidade, justifica o maior valor atribuído a áreas que protegem grande número de nascentes e corpos d'água. Esse atributo, somado à condição favorável para a formação de grandes corredores biológicos (alta conectividade), fizeram com que uma área pouco conhecida, como o Brumado, se destacasse na composição de um sistema de áreas protegidas que pretende ir além da preservação dos seres vivos confinados em seu interior, assegurando a proteção do ecossistema como um todo.

O ideal é que os procedimentos de seleção de reservas evoluam para a inclusão de dados biológicos homogêneos para todas as áreas, conforme recomendado por Margules & Austin (1994), Freitag *et al.* (1998), Menon *et al.* (2001) e Williams *et al.* (2002). Para isso, porém, são necessários, ao menos para as áreas em comparação, que sejam aplicados os mesmos métodos de inventário, para o maior número possível de grupos taxonômicos. Mediante o conhecimento disponível, pontual e heterogêneo, a utilização de *surrogates*, adotada neste estudo, é o caminho mais justo.

É desejável, também, que evoluam as pesquisas visando ao aprimoramento dos métodos sistemáticos de seleção de reservas, aplicáveis à realidade brasileira e que envolvam, além dos atributos relativos à biodiversidade e persistência, outros aspectos, como, por exemplo: os custos e riscos relativos entre as áreas (para otimizar a aplicação dos recursos sempre escassos), a disposição dos proprietários em conservar (priorizando-se áreas cujo desmatamento é planejado ou desejado), o status jurídico das terras e a localização mediante grandes obras planejadas de infra-estrutura.

O planejamento sistemático com base em dados consistentes tende a diminuir, embora nunca elimine, as incertezas do planejamento da conservação (Margules & Pressey, 2000). Para aprimorar os procedimentos, recursos e esforços devem ser investidos prioritariamente em inventários biológicos e, também, na sistematização dessas informações em bases cartográficas detalhadas e georeferenciadas para todos os biomas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANACLETO, T. C. S. *et al.* Seleção de áreas de interesse ecológico através de sensoriamento remoto e de otimização matemática: um estudo de caso no município de Cocalinho, MT. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 4, p. 437-444, 2005.
- ARAÚJO, M. B. *et al.* Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. **Global Change Biology**, New York, v. 10, p. 1618-1626, 2004.
- AYRES, J. M. *et al.* **Abordagens inovadoras para conservação da biodiversidade no Brasil: os corredores das florestas neotropicais**. Report to PPG-7 – Programa Piloto para a Proteção das Florestas Neotropicais: Projeto Parques e Reservas. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997.
- BATISSE, M. A challenge for biodiversity conservation and regional development. **Environment**, St. Louis, v. 39, n. 5, p. 7-15, 1997.

DURIGAN, G. *et al.* Protocolo de avaliação de áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica na região da Serra do Mar/Paranapiacaba.

BECKER, C. G. *et al.* Habitat split and the global decline of amphibians. **Science**, Washington, D.C., v. 318, n. 5857, p. 1775-1777, 2007.

BEDWARD, M.; PRESSEY, R. L.; KEITH, D. A. A new approach for selecting fully representative reserve networks: addressing efficiency, reserve design and land suitability with an iterative analysis. **Biological Conservation**, Barking, v. 62, p. 115-125, 1992.

BÉLISLE, M. Measuring landscape connectivity: the challenge of behavioral landscape ecology. **Ecology**, Brooklyn, v. 86, n. 8, p. 1988-1995, 2005.

Briers, R. A. Incorporating connectivity into reserve selection procedures. **Biological Conservation**, Barking, v. 103, p. 77-83, 2002.

BURLEY, F. W. Monitoring biological diversity for setting priorities in conservation. In: WILSON, E. O. (Ed.). **Biodiversity**. Washington, D.C.: Academy Press, 1988. p. 227-230.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2002. 404 p.

CABEZA, M.; MOILANEN, A. Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 16, n. 5, p. 242-248, 2001.

\_\_\_\_\_. Site-selection algorithms and habitat loss. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 17, n. 5, p. 1402-1413, 2003.

CAICCO, S. L. *et al.* A gap analysis of the management status of the vegetation of Idaho, USA. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 9, p. 498-511, 1995.

CARVALHO, J. C. M. The conservation of nature in the Brazilian Amazônia. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1984. p. 707-736.

CDB/COP7. **Programme of work on protected areas**. 2004. Disponível em: <www.biodiv.org>. Acesso em: 19 nov. 2007.

COWLING, R. M. *et al.* The expert or the algorithm? – comparison of priority conservation areas in the Cape Floristic Region identified by park managers and reserve selection software. **Biological Conservation**, Barking, v. 112, p. 147-167, 2003.

DIAMOND, J. M. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of nature reserves. **Biological Conservation**, Barking, v. 7, p. 129-146, 1975.

DIAS, B. F. S. (Coord.). **A Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 30 p. (Série Biodiversidade 1).

DURIGAN, G. *et al.* Seleção de fragmentos prioritários para a criação de unidades de conservação do cerrado no Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, p. 23-37, 2006.

ETIENNE, R. S.; HEESTERBEEK, J. A. P. On optimal size and number of reserves for metapopulation persistence. **J.Theor.Biol.**, London, v. 203, p. 33-50, 2000.

EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biol. Rev.**, Cambridge, v. 81, p. 117-142, 2005.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487-515, 2003.

\_\_\_\_\_.; MERRIAM, G. Habitat patch connectivity and population survival. **Ecology**, Brooklyn, v. 66, p. 1762-1768, 1985.

FERREIRA, L. V. *et al.* Identificação de áreas prioritárias para a conservação de biodiversidade por meio da representatividade das Unidades de Conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia brasileira. In: CAPOBIANCO, J. P. R. (Org.). **Biodiversidade na Amazônia brasileira**. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Sócioambiental, 2001. v. 1, p. 13-540.

FREITAG, S.; NICHOLLS, A. O.; JAARSVELD, A. S. van. Dealing with established reserve networks and incomplete distribution data sets in conservation planning. **South African Journal of Science**, Pretoria, v. 94, p. 79-88, 1998.

- GAME, M. Best shape for nature reserves. **Nature**, London, v. 287, p. 630-632, 1980.
- GASTON, K. J.; PRESSEY, R. L.; MARGULES, C. R. Persistence and vulnerability: retaining biodiversity in the landscape and in protected areas. **Journal of Biosciences**, Bangalore, v. 27, n. 4, p. 361-384, 2002.
- GOODWIN, B. J. Is landscape connectivity a dependent or independent variable? **Landscape Ecology**, Amsterdam, v.18, p. 687-699, 2003.
- GROVES, C. R. *et al.* Planning for biodiversity conservation: putting conservation science into practice. **BioScience**, Washington, D.C., v. 52, n. 6, p. 499-512, 2002.
- HAIGHT, R. G.; REVELLE, C. S.; SNYDER, S. A. An integer optimization approach to a probabilistic reserve site selection problem. **Operations Research**, Linthicum, v. 48, n. 5, p. 697-708, 2000.
- HANSKI, I. Metapopulation dynamics. **Nature**, London, v. 396, p. 41-49, 1998.
- \_\_\_\_\_.; GILPIN, M. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 42, p. 3-16, 1991.
- \_\_\_\_\_.; SIMBERLOFF, D. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. In: HANSKI, I. A.; GILPIN, M. E. (Ed.). **Metapopulation biology**. San Diego: Academic Press, 1997. p. 5-26.
- KRONKA, F. J. N. *et al.* **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 200 p.
- KUNIN, W. E. Sample shape, spatial scale and species counts: implications for reserve design. **Biological Conservation**, Barking, v. 82, p. 369-377, 1997.
- MAC ARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 224 p.
- MARGULES, C. R.; AUSTIN, M. P. Biological models for monitoring species decline: the construction and use of data bases. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 344, p. 69-75, 1994.
- \_\_\_\_\_.; CRESSWELL, I. D.; NICHOLLS, A. O. A scientific basis for establishing networks of protected areas. In: FOREY, P. I., HUMPHRIES, C. J.; VANE-WRIGHT, R. I. (Ed.). **Systematics and conservation evaluation**. Oxford: Oxford University Press, 1994. p. 327-350.
- MARGULES, C.; HIGGS, A. J.; RAFE, R. W. Modern biogeographic theory: are there any lessons from nature reserve design? **Biological Conservation**, Barking, v. 24, p. 115-128, 1982.
- \_\_\_\_\_.; NICHOLLS, A. O.; PRESSEY, R. L. Selecting networks of reserves to maximize biological diversity. **Biological Conservation**, Barking, v. 43, p. 663-676, 1988.
- \_\_\_\_\_.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, London, v. 405, p. 243-253, 2000.
- \_\_\_\_\_.; PRESSEY, R. L.; WILLIAMS, P. H. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. **Journal of Biosciences**, Bangalore, v. 27, n. 4, p. 309-326, 2002.
- \_\_\_\_\_.; USHER, M. B. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. **Biological Conservation**, Barking, n. 21, p. 79-109, 1981.
- MC CALLUM, H. **Population parameters: estimation for ecological models**. Oxford: Blackwell Science, 2000. 360 p.
- MCKENDRY, J. E.; MACHLISS, G. E. The role of geography in extending biodiversity gap analysis. **Applied Geography**, Amsterdam, v. 11, p. 135-152, 1991.
- MENON, S. *et al.* Identifying conservation priority areas in the tropics: a land-use change modeling approach. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 15, n. 2, p. 501-512, 2001.
- METZGER, J. P.; DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: an hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Oecologia**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 1-12, 1997.
- MOILANEN, A.; CABEZA, M. Accounting for habitat loss rates in sequential reserve selection: simple methods for large problems. **Biological Conservation**, Barking, v. 136, p. 470-482, 2007.
- MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001. 344 p.
- MURÇA-PIRES, J. Tipos de vegetação da Amazônia. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, v. 5, p. 48-58, 1974.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000.



- NALLE, D. J.; ARTHUR, J. L.; SESSIONS, J. Designing compact and contiguous reserve networks with a hybrid heuristic algorithm. **Forest Science**, Washington, D.C., v. 48, n. 1, p. 59-68, 2002.
- NOSS, R. F.; CSUTI, B. Habitat fragmentation. In: MEFFE, G. K.; CARROL, C. R. (Ed.). **Principles of conservation biology**. Sunderland: Sinauer Associates, 1997. p. 269-304.
- PERES, C.; J. TERBORGH. Amazonian nature reserves: an analysis of the defensibility status of existing conservation units and design criteria for the future. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 1, p. 34-46, 1995.
- POLASKY, S. *et al.* Choosing reserve networks with incomplete species information. **Biological Conservation**, Barking, v. 94, n. 1, p. 1-10, 2000.
- PRANCE, G. T. Phytogeographic support for the theory of Pleistocene forest refuges in the Amazonian basin on evidence from distribution patterns in Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythidaceae. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 3, p. 5-28, 1973.
- PRENDERGAST, J. R.; QUINN, R. M.; LAWTON, J. H. The gaps between theory and practice in selecting nature reserves. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 13, n. 3, p. 484-492, 1999.
- PRESSEY, R. L. *Ad hoc* reservations: forward or backward steps in developing representative reserve systems? **Conservation Biology**, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 662-668, 1994.
- \_\_\_\_\_.; BEDWARD, M.; KEITH, D. A. New procedures for reserve selection in New South Wales: maximizing the chances of achieving a representative network. In: FOREY, P. I.; HUMPHRIES, C. J.; VANE-WRIGHT, R. I. (Ed.). **Systematics and conservation evaluation**. Oxford: Oxford University Press, 1994. p. 351-373.
- \_\_\_\_\_.; NICHOLLS, A. O. Efficiency in conservation evaluation: scoring versus iterative approaches. **Biological Conservation**, Barking, v. 50, p. 199-218, 1989.
- \_\_\_\_\_.; POSSINGHAM, H. P.; DAY, J. R. Effectiveness of alternative heuristic algorithms for identifying indicative minimum requirements for conservation reserves. **Biological Conservation**, Barking, v. 80, p. 207-219, 1997.
- RODRIGUES, A. S. L. *et al.* Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. **Nature**, London, v. 428, p. 640-643, 2004.
- ROSSI, E.; KUITUNEN, M. Ranking of habitats for the assessment of ecological impact in land use planning. **Biological Conservation**, Barking, v. 77, n. 2-3, p. 227-234, 1996.
- RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 27-35. 2005.
- SANTOS, R. F.; MANTOVANI, W. Seleção de reservas florestais para conservação "in situ" através de indicadores espaciais. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 91-103, 1999.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA. **Conhecer para conservar as Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. São Paulo: Terra Virgem: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1999. 115 p.
- SCOTT, J. M.; CSUTI, B. Gap analysis for biodiversity survey and maintenance II. REAKA-KUDLA, M. L.; WILSON, D. E.; WILSON, E. O. (Ed.). **Biodiversity: getting the job done**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1997. p. 321-340.
- SCOTT, T. A.; SULLIVAN, J. E. The selection and design of multiple-species habitat preserves. **Environmental Management**, New York, v. 26, n. 1, p. 37-53, 2000.
- SMITH, P. G. R.; THEBERGE, J. B. A review of criteria for evaluating natural areas. **Environmental Management**, New York, v. 10, p. 715-734, 1986.
- \_\_\_\_\_. Evaluating natural areas using multiple criteria: theory and practice. **Environmental Management**, New York, v. 11, n. 4, p. 447-460, 1987.
- SOULE, M. E. (Ed.). **Viable populations for conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. 189 p.
- \_\_\_\_\_.; SIMBERLOFF, D. What do genetics and ecology tell us about the design of nature reserves? **Biological Conservation**, Barking, v. 35, p. 19-40, 1986.
- TEEFFELEN, A. J. A.; CABEZA, M.; MOILANEN, A. Connectivity, probabilities and persistence: comparing reserve selection strategies. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 15, p. 899-919, 2006.

TERBORGH, J.; B. WINTER. A method for siting parks and reserves with special reference to Colombia and Ecuador. **Biological Conservation**, Barking, v. 27, p. 45-58, 1983.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION - UNESCO. 2001. **World Heritage List**. Disponível em <whc.unesco.org/en/list/893.>. Acesso em: 19 nov. 2007.

USHER, M. B. Wildlife conservation evaluation: attributes, criteria and values. In: USHER, M.B. (Ed.). **Wildlife conservation evaluation**. London: Chapman & Hall, 1986. p. 3-44.

VANDERKAM, R. P. D.; WIERSMAAND, Y. F.; KING, D. J. Heuristic algorithms vs. linear programs for designing efficient conservation reserve networks: Evaluation of solution optimality and processing time. **Biological Conservation**, Barking, v. 137, n. 3, p. 349-358, 2007.

VANE-WRIGHT, R. I., HUMPHRIES, C. J.; WILLIAMS, P. H. What to protect? – systematics and the agony of choice. **Biological Conservation**, Barking, v. 55, p. 235-254, 1991.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1991. 123 p.

VERONA, J. *et al.* Áreas prioritárias para conservação e restauração do Estado de São Paulo, sob o ponto de vista dos fatores abióticos. Relatório de Pesquisa. In: JOLY, C. A.; BRITO, M. C.; RODRIGUES, R. R. (Coord.). **Workshop Áreas Continentais Prioritárias para Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado de São Paulo**. Documento síntese. São Paulo, 2006. Disponível em: <www.biota.org.>. Acesso em: 19 nov. 2007.

VICTOR, R. A. B. M. *et al.* Applications of the biosphere reserve concept to urban areas: the case of São Paulo City Green Belt Biosphere Reserve, Brazil–São Paulo Forest. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1023, p. 237-281, 2004.

WILHERE, G. F.; GOERING, M.; WANG, H. Average optimacy: an index to guide site prioritization for biodiversity conservation **Biological Conservation**, Barking, v. 141, n. 3, 2008.

WILSON, E. O.; WILLIS, E. O. Applied biogeography. In: CODY, M. L.; DIAMOND, M. J. (Ed.). **Ecology and evolution of communities**. London: Belknap Press of Harvard University Press, 1975. p. 522-534.

WILSON, K. Measuring and incorporating vulnerability into conservation planning. **Environmental Management**, New York, v. 35, n. 5, p. 527-543, 2005.

WILLIAMS, P. H., MARGULES, C. R.; HILBERT, D. W. Data requirements and data sources for biodiversity priority area selection. **Journal of Biosciences**, Bangalore, v. 27, p. 327-338, 2002, suppl. 2.

LEVANTAMENTO DO GÊNERO *Oncidium* Sw. *SENSU LATO* (ORCHIDACEAE)  
NO NÚCLEO CURUCUTU, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR, SÃO PAULO\*

Dalton Alex ROSA\*\*  
Paulo AFFONSO\*\*

RESUMO

Este trabalho apresenta o levantamento das espécies do gênero *Oncidium* Sw. *sensu lato* (Orchidaceae) encontradas no Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo. Registrou-se a ocorrência de duas espécies: *Oncidium flexuosum* Sims e *O. paranapiacabense* Hoehne. Para a identificação são fornecidas: chave analítica, descrições, ilustrações, distribuição geográfica, observações fenológicas e comentários.

Palavras-chave: Núcleo Curucutu; *Oncidium flexuosum*; *Oncidium paranapiacabense*; Orchidaceae; taxonomia.

1 INTRODUÇÃO

A família Orchidaceae compreende cerca de 20.000 espécies agrupadas em, aproximadamente, 850 gêneros, sendo a maior família de Monocotiledôneas e a segunda maior família de Angiospermas. Apresenta distribuição cosmopolita, com predomínio nas regiões tropicais (Dressler, 1981). No Brasil, distribui-se por todo o território nas diversas associações vegetais existentes (Hoehne, 1949; Pabst & Dungs, 1975, 1977), com cerca de 200 gêneros e 2.300 espécies (Pabst & Dungs, 1975, 1977).

Os membros de Orchidaceae são ervas perenes, epífitas, terrestres, rupícolas ou saprófitas; suas flores apresentam elevada complexidade, porém o arranjo de suas estruturas é bastante uniforme na maioria das espécies (Dressler, 1993),

ABSTRACT

This work presents a survey of the species of the genus *Oncidium* Sw. *sensu lato* (Orchidaceae) found at “Núcleo Curucutu”, Serra do Mar State Park, São Paulo. Two species have been found and registered: *Oncidium flexuosum* Sims and *O. paranapiacabense* Hoehne. To their identification are provided: analytical key, descriptions, illustrations, geographical distribution, phenological observations and comments.

Key words: “Núcleo Curucutu”; *Oncidium flexuosum*; *Oncidium paranapiacabense*; Orchidaceae; taxonomy.

apresentando formas, cores e tamanhos muito variáveis (Pabst & Dungs, 1975, 1977; Pinheiro *et al.*, 2004).

O gênero *Oncidium* foi estabelecido por Olof Swartz em 1800. Trata-se de um gênero amplamente distribuído na América Tropical (Dressler, 1993). O Brasil é seu centro de diversidade com, aproximadamente, 100 espécies (Senghas, 1998), das 315 pertencentes ao gênero (Senghas, 2000).

A maioria das espécies do gênero é epífita, mas algumas são facultativas ou exclusivamente terrícolas. As inflorescências são racemos ou panículas multifloras ou reduzidas a uma flor. As flores apresentam calos, nas mais variadas formas, perto da base do lobo mediano, são geralmente amarelas, frequentemente com marcas castanho-oliváceas ou castanho-avermelhadas, ou castanhas com manchas amarelas, ou ainda, mais raramente, brancas, rosas ou lilases (Faria, 2004).

(\*) Parte do trabalho de monografia de bacharelado do primeiro autor. Aceito para publicação em janeiro de 2009.

(\*\*) Herbário Unisa, Faculdade de Biologia, Universidade de Santo Amaro, Rua Prof. Enéas de Siqueira Neto, 340, 04829-300, São Paulo, SP, Brasil.  
E-mail: paffonso@unisa.br

O Parque Estadual da Serra do Mar -PESM representa a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica do Brasil, com cerca de 315.390 ha, abrangendo aproximadamente trinta municípios de norte a sul do litoral de São Paulo (São Paulo, 1998). O Núcleo Curucutu faz parte do Parque e é uma porção pouco conhecida, apesar de estar próximo à capital paulista. A família Orchidaceae encontra-se representada no Núcleo Curucutu por 27 gêneros, entre os quais *Oncidium* (Garcia & Pirani, 2005).

Este trabalho teve como objetivos o levantamento de *Oncidium* presentes no Núcleo Curucutu, PESH, São Paulo, incluindo a elaboração de chave analítica, descrições, ilustrações e observações fenológicas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é o Núcleo Curucutu, que abrange parcialmente os municípios de São Paulo, Juquitiba e Itanhaém (FIGURA 1),

administrado pelo Instituto Florestal, da Secretaria em pleno domínio florestal (Garcia & Pirani, 2005).

Foram realizadas visitas mensais à área, durante o período de novembro de 2004 a outubro de 2005, percorrendo-se a Trilha do Mirante, local onde se sabia da ocorrência de *Oncidium*; outras trilhas foram eventualmente percorridas, tais como: a Trilha da Entrada do Parque, a Trilha do Campo, a Trilha do Rio Branco, a Trilha do Rio Embu-Guaçu e a Trilha do Rio Mambu. Os exemplares coletados foram herborizados segundo as técnicas convencionais (Fidalgo & Bononi, 1989) e depositados nos herbários da Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP) e da Universidade de Santo Amaro (UNISA). Flores foram fixadas em álcool 70%, para análise posterior das estruturas.

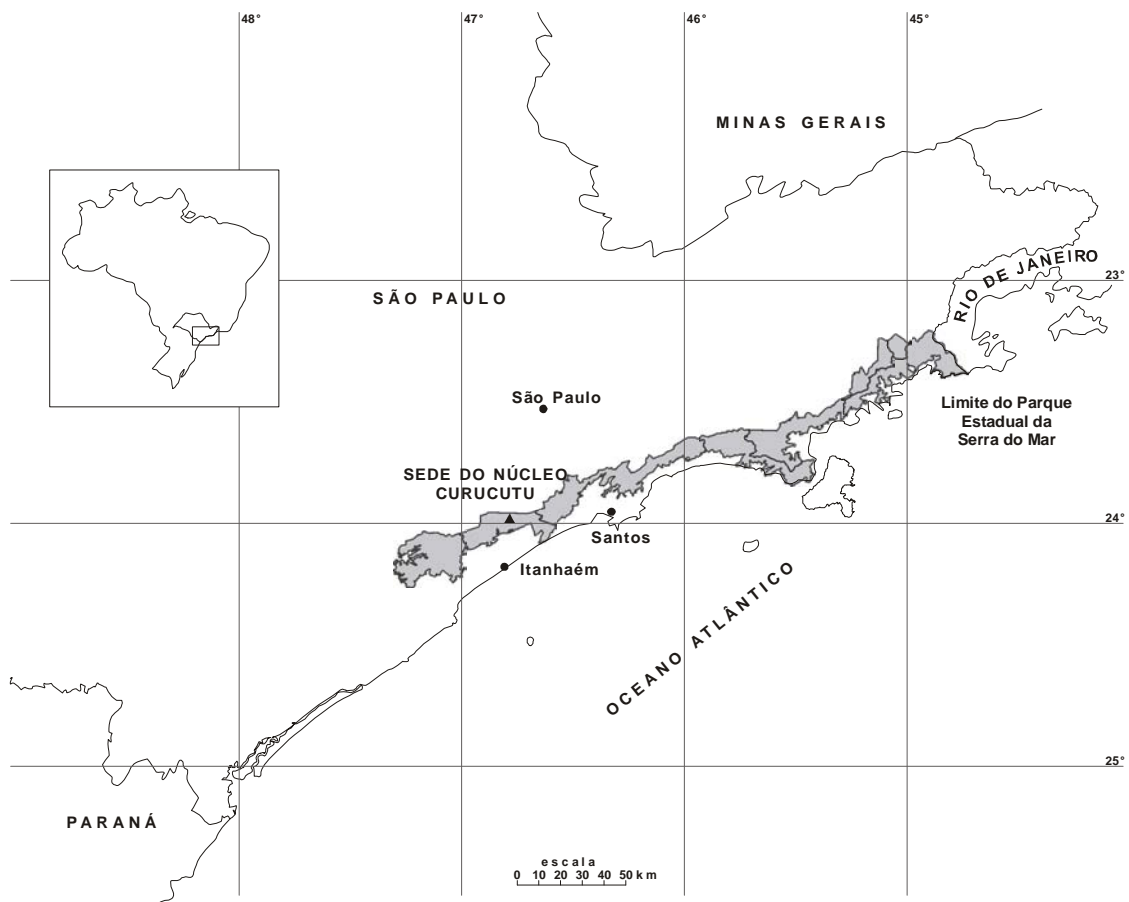


FIGURA 1 – Localização do Parque Estadual da Serra do Mar e da Sede do Núcleo Curucutu (Garcia & Pirani, 2005).

Para as identificações foram utilizados os trabalhos de Hoehne (1938) e Pabst & Dungs (1977), as descrições seguem a terminologia proposta por Hoehne (1938), Garay & Stacy (1974), Pabst & Dungs (1977) e Harris & Harris (1994).

A chave analítica e a confecção das ilustrações foram baseadas no material examinado. Utilizou-se para análise um estereomicroscópio da marca Zeiss, modelo Stemi DV4.

As informações sobre fenologia foram obtidas diretamente das observações de campo, bem como das análises dos espécimes herborizados e consultas à literatura. Foram consultados os acervos dos herbários PMSP, SP e SPF, designados por suas siglas conforme o Index Herbariorum (Holmgren *et al.*, 1990).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a classificação de *Oncidium* proposta por Garay & Stacy (1974), as espécies estudadas neste trabalho, *O. flexuosum* e *O. paranapiacabense*, pertencem a Seção *Synsepala*. Trabalhos com filogenia molecular realizados com o gênero *Oncidium*, demonstram ser este claramente polifilético (Chase, 1986; Williams *et al.*, 2001), e desta forma, novas propostas de agrupamentos para o gênero têm sido apresentadas (Baptista & Docha Neto, 2006; Campacci, 2006; Docha Neto *et al.*, 2006).

Pesquisas ainda estão sendo realizadas com *Oncidium* e, possivelmente, novas propostas devam surgir. Assim sendo, optamos por manter *Oncidium sensu lato*.

#### *Oncidium* Sw.

Plantas terrícolas ou epífitas. Rizoma curto ou alongado; pseudobulbos heteroblásticos, variadamente compressos, 1-3-foliados, envolvidos por bainhas foliáceas persistentes ou não. Folhas sésseis, oblongas, glabras, nervura central proeminente na face abaxial, base truncada, margens íntegras. Inflorescência lateral, paniculada; brácteas amplexivas, inconspícuas; pedicelos glabros. Flores conspícuas, amarelas com marcas em diferentes tons de castanho; sépala dorsal levemente côncava, sépalas laterais conadas variadamente na base, base truncada, margens íntegras; pétalas oblongas; labelo não articulado com a coluna e livre dela em sua extensão, sésil, formando um ângulo reto ou quase com a base da coluna, 3-lobado, amarelo, lobo central maior que os laterais, sub-reniforme, lobos laterais subelípticos; calo basal, carnosos; coluna curta, ereta, alada nos lados da cavidade estigmática, tábula infraestigmática presente; antera terminal; polínias 2, cartilaginosas, com estipe longo e viscidio pequeno. Fruto cápsula.

#### Chave de identificação para as espécies de *Oncidium* do Núcleo Curucutu, PESM

1 – Pseudobulbos elípticos; folhas cartáceas, 4-13,8 cm compr., ápice obtuso a ligeiramente retuso; sépalas laterais conadas até ca. de 1/2 do compr. na base ..... *O. flexuosum*

1' – Pseudobulbos ovalados; folhas subcoriáceas, 29-42,5 cm compr., ápice agudo; sépalas laterais conadas até ca. de 1/5 do compr. na base ..... *O. paranapiacabense*

1. *Oncidium flexuosum* Sims, Curtis's Bot. Mag. 48: t. 2203. 1821

*Epidendrum lineatum* Vell., Fl. Flumin. 9: t. 36. 1831

*Oncidium haematochrysum* Rchb.f., Linnaea 22: 844. 1850

*Oncidium haematoxanthum* Rchb.f. ex Lindl., Fol. Orchid. 6: 25. 1855

*Oncidium megalopterum* Kraenzl. in H. G. A. Engler (ed.), Pflanzenr., IV, 50 (80): 156. 1922

*Ampliglossum flexuosum* (Lodd.) Campacci, Colet. Orquídeas Brasil. 3: 84. 2006

*Coppensia flexuosa* (Lodd.) Campacci, Bol. CAOB 62: 55. 2006

#### FIGURA 2 F-J

Planta terrícola ou epífita. Rizoma curto ou alongado; pseudobulbos elípticos, compressos, pluricostados ou não, 3-5,5 cm compr., 1,2-2,1 cm larg., 1-2-foliados. Folhas cartáceas, 4-13,8 cm compr., 1,3-2,8 cm larg., ápice obtuso a ligeiramente retuso. Inflorescência 0,42-1,13 m compr.; brácteas do pedúnculo 0,4-1,4 cm compr., brácteas florais, 0,1-0,25 cm compr.; pedicelos com ovários 0,7-1,1 cm compr. Sépala dorsal 0,3-0,5 cm compr., 0,15-0,25 cm larg., base truncada, margens íntegras, ápice curtamente acuminado, sépalas laterais conadas até ca. de 1/2 do compr. na base, levemente côncavas, 0,4-0,6 cm compr., 0,15-0,25 cm larg., inteiramente amarelas ou amarelas com estrias, às vezes também com pontuações, castanhas a castanho-avermelhadas; pétalas 0,4-0,6 cm compr., 0,15-0,3 cm larg., truncadas na base, margens irregularmente onduladas, ápice levemente obtuso a obtuso-acuminado; labelo 1-1,3 cm compr., 1-1,4 cm larg., lobo central nitidamente emarginado, centro da base castanho a castanho-avermelhado, lobos laterais 0,2-0,25 cm compr., 0,1-0,15 cm larg.; calo na região basal com inúmeras papilas diminutas densamente agrupadas, região mediana com diversas papilas, três cristas com projeções em número variável mais ou menos digitiformes no ápice, freqüentemente 2-6 papilas adicionais dispostas à volta; coluna 0,25-0,3 cm compr.

Material examinado – Trilha do Rio Branco, **R.J.F. Garcia 1190**, 07-07-1997 (UNISA); Trilha do Campo, **R.J.F. Garcia 1366**, 15-11-1997 (UNISA); Trilha do Mirante, **R.J.F. Garcia 1412**, 13-12-1997 (UNISA); Trilha do Mirante, **P. Affonso 736**, 24-11-2004 (UNISA); Trilha do Mirante, **P. Affonso 738**, 24-11-2004 (UNISA).

Material adicional – BAHIA: Ilhéus, área do Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC, km 22 da rodovia Ilhéus/Itabuna - BR 415, **J.L. Hage & E.B. Santos 1439**, 13-10-1981 (SP); MINAS GERAIS: Brumadinho, Serra da Calçada - Serra Moeda, Retiro das Pedras, **L.A. Martens s.n.**, 10-01-1990 (SPF 87540); PARANÁ: Ponta Grossa, Vila Velha, **F.C. Hoehne s.n.**, 03-11-1928 (SP 23353); RIO DE JANEIRO: Petrópolis, **C. Spannagel 75**, 05-1927 (SP); RIO GRANDE DO SUL, **J. Deslandes 7**, s. d. (SP); SÃO PAULO: Reserva Biológica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, **M.G.L. Wanderley 148**, 28-11-1979 (SP).

A espécie pode ser encontrada no Brasil, nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, e na Argentina (Pabst & Dungs, 1977).

Devido à sua ampla distribuição geográfica e às diferentes condições climáticas de cada localidade, o florescimento e a frutificação ocorrem, praticamente, durante todo o ano. O auge do estado fértil verificado durante o período de estudo no Núcleo Curucutu foram os meses de novembro e dezembro. Houve, também, registro de florescimento em julho, sendo que Garcia (2003) registrou florescimento de exemplares em maio e setembro.

Em áreas mais abertas, com vegetação baixa e/ou rasteira, como as da Trilha da Entrada do Parque, ou as áreas de campo ao longo da Trilha do Mirante, a espécie apresenta, predominantemente, hábito terrícola. Já nas margens ao longo das Trilhas do Rio Mambu e do Rio Embu-Guaçu, onde a vegetação é mais alta, e o ambiente mais úmido, os exemplares foram observados desenvolvendo-se, fundamentalmente, como epífitos; o hábito rupícola relatado em um dos materiais adicionais, não foi observado no Núcleo Curucutu.

2. *Oncidium paranapiacabense* Hoehne, Arq. Bot. Estado São Paulo 1: 21, t. 14. 1938

*Ampliglossum paranapiacabense* (Hoehne) Campacci, Colet. Orquídeas Brasil. 3: 85. 2006

*Coppensia paranapiacabensis* (Hoehne) Campacci, Bol. CAOB 62: 56. 2006

#### FIGURA 2 A-E

Planta terrícola. Rizoma curto; pseudobulbos ovalados, ligeiramente compressos, pluricostados, 6,5-8,5 cm compr., 0,6-1,5 cm larg., 2-3-foliados. Folhas subcoriáceas, 29-42,5 cm compr., 1,3-2 cm larg., ápice agudo. Inflorescência 0,68-1,08 m compr.; brácteas do pedúnculo 0,6-1,7 cm compr., brácteas florais, 0,3-0,4 cm compr.; pedicelos com ovários 1,4-2,5 cm compr. Sépala dorsal 0,75-1,4 cm compr., 0,3-0,45 cm larg., base curtamente unguiculada, margens íntegras, levemente onduladas, ápice mucronulado, sépalas laterais conadas até ca. de 1/5 do compr. na base, arqueadas, 0,8-1,2 cm compr., 0,2-0,35 cm larg., amarelas maculadas de castanho a castanho-oliváceas; pétalas 0,8-1 cm compr., 0,35-0,6 cm larg., curtamente unguiculadas na base, margens onduladas, ápice mucronulado; labelo 1,4-2 cm compr., 1,6-2,2 cm larg., lobo central levemente emarginado, centro da base castanho a castanho-oliváceo, lobos laterais 0,5-0,6 cm compr., 0,2-0,3 cm larg.; calo com cinco cristas, uma central, duas laterais na base e duas laterais no ápice, ambas possuindo projeções mais ou menos digitiformes, freqüentemente 1-4 papilas adicionais dispostas à volta; coluna 0,5-0,6 cm compr.

Material examinado – Trilha do Mirante, **E.L.M. Catharino s.n.**, 22-03-1997 (UNISA 391); Trilha do Mirante, **P. Affonso 205**, 07-11-1998 (UNISA); Trilha do Mirante, **P. Affonso 806**, 31-03-2005 (UNISA); Trilha do Mirante, **P. Affonso 821**, 28-04-2005 (UNISA).

Material adicional – MINAS GERAIS: Camanducaia, Jaguari de Cima, **H.D. Bicalho s.n.**, 13-07-1961 (SP 330868); SÃO PAULO: Itaré, Fazenda Santa Isabel - RIPASA S.A., **F. Barros 3030**, 09-02-2000 (SP).

A espécie pode ser encontrada em São Paulo (Pabst & Dungs, 1977) e Minas Gerais, florescendo e frutificando de novembro a julho. No Núcleo Curucutu o maior número de representantes floridos foram observados nos meses de março e abril.

Todos os exemplares na área de estudo apresentaram hábito terrícola. Epífitas ou rupícolas, como registrado por Hoehne (1938) não foram observadas.

*O. paranapiacabense* assemelha-se a *O. blanchetii* Rchb.f., diferenciando-se, fundamentalmente, pelos pseudobulbos muito mais delgados e relativamente mais longos, e pelo tamanho maior da flores. Em *O. paranapiacabense* o labelo tem 1,4-2 cm compr., 1,6-2,2 cm larg., e a pétala 0,8-1 cm compr., 0,35-0,6 cm larg.; em *O. blanchetii* o labelo e a pétala são um pouco menores, 1,1-1,9 cm compr., 0,9-1,9 cm larg. e 0,6-1,1 cm compr., 0,3-0,6 cm larg., respectivamente. Hoehne (1938) propôs que *O. paranapiacabense* pudesse ser um híbrido natural entre *O. varicosum* Lindl. & Paxton var. *rogersii* Rchb.f., com o qual se assemelha pela forma do labelo, e *O. blanchetii*, com o qual compartilha sépalas e pétalas semelhantes, bem como o hábito terrícola. Nas análises dos materiais herborizados essas características, principalmente largura, ficam mais difíceis de observar, pois os pseudobulbos diminuem consideravelmente de tamanho, porém a presença do calo somente na região central em *O. paranapiacabense*, o distingue de *O. blanchetii* que apresenta calos centrais e desconexos.

Outra espécie fortemente relacionada com *O. paranapiacabense* é *O. batemanianum* (Knowl. & Westc.) Parm.; ambas possuem pseudobulbos grandes e ovalados, pluricostados, rizoma curto, inflorescência alta, geralmente paniculada, flores com sépalas e pétalas pequenas em relação ao labelo, sépalas laterais parcialmente conadas na base, labelo com lobo central bem desenvolvido e calo dividido em uma porção basal com três a cinco cristas e uma porção terminal subdividida em três saliências mais ou menos digitiformes (Barros & Pinheiro, 2004).

A análise do calo de *O. batemanianum* pode diferenciá-lo de *O. paranapiacabense*, por apresentar cinco cristas basais e três saliências digitiformes maiores no centro, acompanhadas, às vezes, de um número variável de pequenas papilas adicionais à volta, enquanto *O. paranapiacabense* apresenta cinco cristas, uma central, duas laterais na base e duas laterais no ápice, ambas possuindo projeções mais ou menos digitiformes, podendo apresentar 1-4 saliências isoladas e aleatoriamente distribuídas em torno do calo propriamente dito (Barros & Pinheiro, 2004).

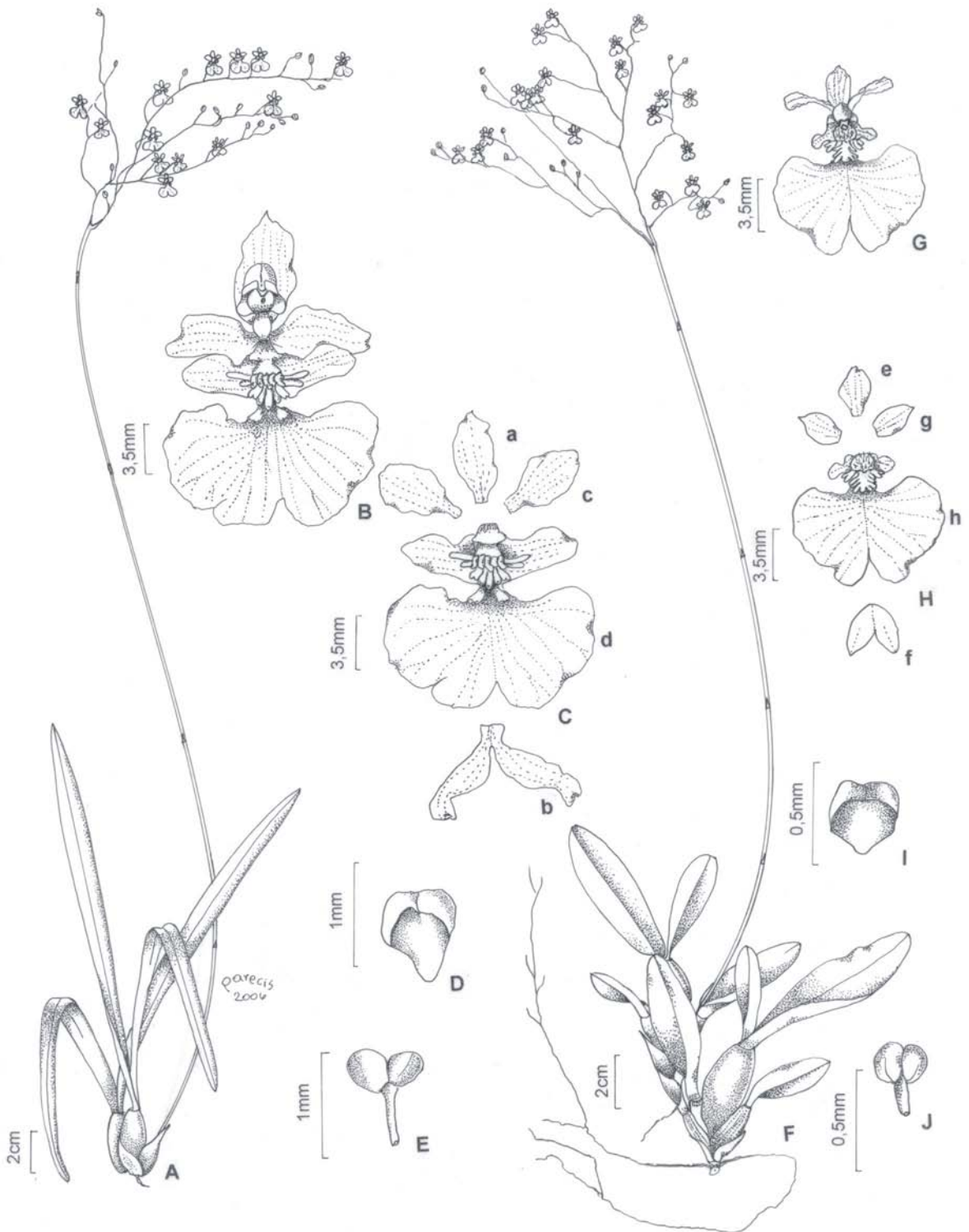


FIGURA 2 – *Oncidium paranapiacabense*. A. Hábito. B. Flor. C. Peças florais: a. sépala dorsal, b. sépalas laterais conadas só na base, c. pétalas, d. labelo. D. Antera. E. Polinário. *Oncidium flexuosum*. F. Hábito. G. Flor. H. Peças florais: e. sépala dorsal, f. sépalas laterais conadas até metade do comprimento, g. pétalas, h. labelo. I. Antera. J. Polinário.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho corrobora os dados de Garcia & Pirani (2005) que relatam a ocorrência de apenas duas espécies de *Oncidium* para o Núcleo Curucutu, *O. flexuosum* e *O. paranapiacabense*.

No Núcleo Curucutu existem populações bem definidas, com grande número de indivíduos, tanto de *O. flexuosum* quanto de *O. paranapiacabense*, em áreas de campo aberto ou semi-aberto, principalmente ao longo da Trilha do Mirante. Espécimes de *O. flexuosum*, freqüentemente, foram observados em outras trilhas da área de estudo.

As espécies podem ser facilmente diferenciadas por caracteres macroscópicos vegetativos e/ou florais. Das estruturas observadas e descritas, o calo foi a de caracterização mais difícil nas duas espécies porque se diferenciou, geralmente, de modo sutil, de espécime para espécime, ou de uma flor para outra em uma mesma inflorescência, quer seja na quantidade das projeções das cristas, quer seja no número das papilas dispostas à volta do calo. Esse formato pouco constante é uma característica da seção *Synsepala* ao qual pertencem *O. flexuosum* e *O. paranapiacabense*.

Além do gênero *Oncidium* foram coletados outros 26 gêneros de Orchidaceae na área de estudo, além de outras 103 famílias botânicas (Garcia, 2003) que merecem ser melhor estudadas e divulgadas, ampliando assim o conhecimento científico sobre a área, que poderá contribuir para a adoção de medidas preservacionistas e conservacionistas numa das áreas remanescentes de Mata Atlântica do Estado de São Paulo.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Florestal, pela autorização das visitas de campo ao Núcleo Curucutu. Aos curadores dos herbários PMSP, SP, SPF pela permissão das consultas aos acervos. Ao Dr. Ricardo José Francischetti Garcia e ao MSc. Fábio Pinheiro pelas sugestões e construtivas críticas. Ao Dr. Fábio de Barros pelos esclarecimentos. À UNISA pelo apoio financeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, D. H.; DOCHA NETO, A. *Coppensia* Dumortier: revisão taxonômica do gênero de Orchidaceae e proposta de novas alianças. **Orchidstudium**, Poços de Caldas, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2006.
- BARROS, F.; PINHEIRO, F. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Orchidaceae. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 361-383, 2004.
- CAMPACCI, M. A. Proposta de restabelecimento do gênero *Coppensia* Dumort. **Boletim CAOB**, Bauru, n. 62, p. 54-58, 2006.
- CHASE, M. W. A reappraisal of the oncidoid orchids. **Syst. Bot.**, Laramie, v. 11, n. 3, p. 477-491, 1986.
- DOCHA NETO, A.; BAPTISTA, D. H.; CAMPACCI, M. A. Novos gêneros baseados nos *Oncidium* brasileiros. **Colet. de Orq. Bras.**, São Paulo, v. 3, p. 71-95, 2006.
- DRESSLER, R. L. **The orchids: natural history and classification**. Cambridge: Harvard University Press, 1981. 332 p.
- \_\_\_\_\_. **Phylogeny and classification of the orchid family**. Portland: Dioscorides Press, 1993. 314 p.
- FARIA, A. D. **Sistemática filogenética e delimitação dos gêneros da subtribo Oncidiinae (Orchidaceae) endêmicos do Brasil: *Baptistonia*, *Gomesa*, *Ornithophora*, *Rodrigueziella*, *Rodrigueziopsis* e *Oncidium pro parte***. 2004. 119 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. 62 p. (Série Manuais, 4).
- GARAY, L. A.; STACY, J. E. Synopsis of the genus *Oncidium*. **Bradea**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 40, p. 393-428, 1974.
- GARCIA, R. J. F. **Estudo florístico dos campos alto-montanos e matas nebulares do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Curucutu**, São Paulo, SP, Brasil. 2003. 356 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROSA, D. A.; AFFONSO, P. Levantamento de *Oncidium* Sw. (Orchidaceae) no Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo.

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**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1-48, 2005.

HARRIS, J. G.; HARRIS, M. W. **Plant identification terminology**: an illustrated glossary. Spring Lake: Spring Lake Publishing, 1994. 188 p.

HOEHNE, F. C. Cincoenta e uma novas espécies da flora do Brasil e outras descrições e ilustrações. **Arq. Bot. Estado São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 11-38, 1938.

\_\_\_\_\_. **Iconografia de Orchidaceas do Brasil**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1949. 601 p.

HOLMGREN, P. K.; HOLMGREN, N. H.; BARNETT, L. C. **Index Herbariorum, part 1**: the herbaria of the world. 8. ed. New York: New York Botanical Garden, 1990. 693 p.

PABST, G. F. J.; DUNGS, F. **Orchidaceae Brasilienses**. Hildesheim: Kurt Schmiersow, 1975. v. 1. 408 p.

\_\_\_\_\_. Hildesheim: Kurt Schmiersow, 1977. v. 2. 418 p.

PINHEIRO, F.; BARROS, F.; LOURENÇO, R. A. O que é uma orquídea? In: BARROS, F.; KERBAUY, G. B. (Org.). **Orquidologia sul-americana**: uma compilação científica. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2004. cap. 1, p. 11-33.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Planos de Manejo das Unidades de Conservação – Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cubatão**: Plano de Gestão Ambiental – fase 1. São Paulo, 1998. 165 p.

SENGHAS, K. A subtribus Oncidiinae. **Orquidário**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 110-112, 1998.

\_\_\_\_\_. O gênero *Oncidium* no Brasil. **Orquidário**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 7-12, 2000.

SWARTZ, O. *Oncidium*. **Kongl. Vetensk. Acad. Nya Handl.**, Stockholm, v. 21, p. 239, 1800.

WILLIAMS, N. H. *et al.* Molecular systematics of the Oncidiinae based on evidence from four DNA sequence regions: expanded circumscriptions of *Cyrtochilum*, *Erycina*, *Otoglossum*, and *Trichocentrum* and a new genus (Orchidaceae). **Lindleyana**, West Palm Beach, v. 16, n. 2, p. 113-139, 2001.

# CRESCIMENTO COMPARATIVO DE ESPÉCIES DE *Eucalyptus* E *Corymbia* NO MUNICÍPIO DE MARÍLIA, SP<sup>1</sup>

Osmar VILAS BÔAS<sup>2</sup>  
José Carlos Molina MAX<sup>3</sup>  
Antonio Carlos Galvão de MELO<sup>4</sup>

## RESUMO

Apesar de seu potencial como alternativa de produção em propriedades rurais, pouco se sabe sobre o desempenho das espécies de eucalipto em diferentes regiões ecológicas do interior do Estado de São Paulo. O presente estudo teve por objetivo avaliar comparativamente o desempenho, aos oito anos de idade, de *Corymbia citriodora* (ex *Eucalyptus citriodora*), *C. maculata* (ex *E. maculata*), *Eucalyptus grandis*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*, para dar suporte à tomada de decisão quanto à escolha de espécies para cultivo na região oeste do Estado de São Paulo. A comparação entre as nove espécies (tratamentos), foi efetuada em um plantio experimental instalado em blocos ao acaso, no município de Marília (SP). Os melhores desempenhos, em termos de volume total de madeira com casca, foram registrados para *Eucalyptus urophylla* (368,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), *E. saligna* (319,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), *E. tereticornis* (305,5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e *E. maculata* (296,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), sendo estas espécies as mais indicadas para o cultivo na região. Para as demais espécies, sugerem-se estudos complementares de melhoramento genético e técnicas silviculturais, visando à melhoria de seu desempenho.

Palavras-chave: seleção de espécies; sobrevivência; produção de madeira; eucalipto.

## 1 INTRODUÇÃO

O reflorestamento com essências florestais exóticas, no Brasil, foi restrito às grandes empresas reflorestadoras durante muito tempo. Em anos recentes, porém, tem emergido como uma atividade compensadora para o pequeno ou médio produtor rural, superando, em rentabilidade, atividades agropecuárias tradicionais, como a cultura canavieira e a bovinocultura (Baena, 2005). Essa rentabilidade, todavia, demora alguns anos para se tornar efetiva,

## ABSTRACT

In spite of its potential as a profitable land use in small farms, little is known about the performance of *Eucalyptus* and *Corymbia* species in different ecological regions of São Paulo state. The present study aimed to compare the performance, at eight years old, of *Corymbia citriodora* (*Eucalyptus citriodora*), *C. maculata* (*E. maculata*), *Eucalyptus grandis*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, and *E. urophylla* planted in the western region of São Paulo State, Brazil. The nine species were compared by means of an experimental planting (in randomized blocks), at Marília municipality, western region of São Paulo state. The best performances, in terms of total volume outside bark were recorded by *Eucalyptus urophylla* (368.6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), *E. saligna* (319.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), *E. tereticornis* (305.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) and *E. maculata* (296.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Additional studies on genetic improvement and management techniques are recommended for the other species, towards production increase.

Key-words: species selection; survival; timber production.

uma vez que as árvores demoram pelo menos de cinco a sete anos para atingir idade de corte, o que acaba se constituindo em desestímulo para o pequeno produtor.

O desconhecimento do potencial econômico da espécie, porém, parece ser o maior obstáculo à incorporação do eucalipto como alternativa de produção nas pequenas propriedades. A cultura do eucalipto pode trazer rendimento médio superior a 130% sobre o lucro com bovinos ou 75% sobre a cultura da soja (Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS, 2007), por exemplo.

(1) Aceito para publicação em fevereiro de 2009.

(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: osmarvb@gmail.com

(3) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: jcmmx@uol.com.br

(4) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: acgmelo@gmail.com

As espécies de eucalipto são as mais amplamente cultivadas no Brasil atualmente, em virtude de seu crescimento rápido em relação às essências nativas, boa qualidade da madeira e por apresentar potencial de usos múltiplos. Além disso, apresenta características silviculturais desejáveis, tais como incremento, forma e desrama natural, entre outras. A grande diversidade de espécies possibilita a adaptação do gênero às diversas condições de clima e solo. Outro facilitador é a versatilidade de propagação, que é facilmente obtida, tanto por sementes como por via vegetativa. Às características desejáveis citadas, somam-se o conhecimento acumulado sobre a silvicultura e manejo do eucalipto e o melhoramento genético, que favorecem ainda mais o uso do gênero para os mais diversos fins (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 2004). O gênero *Eucalyptus* é muito precoce e, quando bem conduzido, apresenta rendimento próximo a  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Sua proximidade taxonômica com as espécies florestais nacionais favorece o aparecimento de muitas doenças e pragas. A cultura do eucalipto no Brasil alia a baixa diversidade à alta disponibilidade de alimento, o que interfere no aumento populacional das pragas e insetos, causando significativo impacto econômico à cultura (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2003). O eucalipto apresenta, ainda, boas qualidades melíferas, oleíferas e madeiráveis para diversos fins.

A madeira de eucalipto é utilizada para o abastecimento da maior parte da indústria de base florestal no Brasil. Em 2007, foram consumidos, pelo setor de celulose e papel e chapas de madeira, 25 milhões de estéreos de madeira proveniente de reflorestamento, 13 milhões de estéreos pelo setor de geração de energia e 6,5 milhões de estéreos pelo setor de serraria (Instituto de Economia Agrícola - IEA, 2008).

No entanto, para que a silvicultura seja bem sucedida, a escolha da espécie e procedência adequadas para as diversas regiões ecológicas é um fator primordial na formação de florestas de alta produtividade.

Diversas pesquisas realizadas para avaliar o crescimento de espécies de eucalipto em diferentes regiões ecológicas comprovam que, para uma mesma espécie, o desempenho é variável dependendo do local de cultivo (Gurgel Filho, 1962; Leite *et al.*, 1973; King, 1983; Mendes *et al.*, 1983; Toledo Filho, 1983; Oda *et al.*, 2007; Quiqui *et al.*, 2001; Coutinho *et al.*, 2004; Drummond & Oliveira, 2006). Nessas pesquisas geralmente são utilizados como parâmetros a altura, o DAP, a sobrevivência e o volume com casca.

Para a região em que foi realizado o experimento de que trata o presente estudo, há resultados de pesquisa sobre o desempenho de espécies de eucalipto nos municípios de Garça (Blaziza *et al.*, 2007) e Assis (TUME, 2007), com avaliações efetuadas aos seis e aos doze meses após o plantio, respectivamente.

Para as espécies em comparação, foram obtidos na literatura (Hall *et al.*, 1970; Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal - PRODEPEF, 1978; Alfenas *et al.*, 2004; IPEF, 2004) dados sobre o desempenho silvicultural e formas de uso, apresentados a seguir:

***Corymbia citriodora* Hook.:** é uma espécie bastante difundida no Brasil e anteriormente pertencia ao gênero *Eucalyptus*. É de crescimento moderado, geralmente variando entre 24 a 40 m de altura e de 60 a 120 cm de diâmetro. A madeira de *C. citriodora* é considerada excelente para serraria, produção de carvão vegetal, postes e dormentes. É usada também na indústria moveleira e na construção civil.

***Corymbia maculata* Hook.:** existem bons plantios desta espécie no Estado de São Paulo, onde são obtidos incrementos às vezes superiores à espécie afim *C. citriodora*. Sua madeira, de densidade mediana, é apta para serraria e carvão. Anteriormente pertencia ao gênero *Eucalyptus*.

***Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden:** é, sem dúvida, uma espécie que possui qualidades excelentes, superando a qualquer outra em incremento, quando as condições ambientais são adequadas, sendo esta a causa de sua grande aceitação. Entre suas várias características, tem o hábito de desramar-se espontaneamente, o que dá origem a fustes lisos, com aspecto colunar. Sua madeira é boa para serraria e excelente para celulose. Existem algumas restrições sobre seu poder de rebrota depois dos cortes periódicos, sendo inferior a *E. saligna* neste aspecto. Determinadas procedências dessa espécie podem sofrer ataque do fungo *Chryphonectria cubensis*, causador do cancro do eucalipto, limitando o seu cultivo.

***Eucalyptus microcorys* F. Muell.:** é, juntamente com *E. grandis*, *E. pilularis* e *E. saligna*, uma das melhores espécies quanto à forma e incremento. Seu crescimento inicial é lento e aumenta depois dos 10 – 12 anos. Fornece madeira de cor castanho-amarelada, ótima para serraria, postes, dormentes e carvão; é possível que tenha qualidades para a produção de celulose.

***Eucalyptus paniculata* Sm.:** por sua origem, tem sido indicada para áreas de clima temperado ou subtropical moderado. Seu crescimento na fase inicial é lento, porém aumenta depois dos 8 – 10 anos. Apreciado por sua forma reta, elevada percentagem de rebrota e madeira densa, é espécie recomendada para carvão, postes e dormentes.

***Eucalyptus robusta* Sm.:** no Brasil, pode ser usada com êxito em solos hidromórficos. Sua madeira é apropriada para a produção de lâminas. É considerada inapta para celulose.

***Eucalyptus saligna* Sm.:** trata-se de espécie muito próxima a *E. grandis* nos aspectos botânicos, ecológicos e silviculturais. Nas condições brasileiras, o crescimento do *E. saligna* é geralmente inferior ao do *E. grandis*. É a espécie mais severamente atacada pelo fungo *Chryphonectria cubensis*. Fornece madeira clara, de baixa densidade, apta para celulose, lenha, carvão, serraria e outras finalidades.

***Eucalyptus tereticornis* Sm.:** apresenta bom desenvolvimento silvicultural. Sua madeira é boa para serraria e carvão vegetal. Em alguns países, como a Argentina, também é utilizada para celulose.

***Eucalyptus urophylla* S. T. Blake:** apresenta grandes variações morfológicas e fenológicas, de acordo com sua distribuição altitudinal. Nas baixas altitudes, entre 800 e 1.200 m, é árvore de grande porte e tronco reto, atingindo até 50 m de altura. Nas altitudes elevadas, acima de 1.600 m, apresenta-se como árvore pequena, de forma às vezes tortuosa. Variações em crescimento são também observadas em trabalhos experimentais de viveiro e de campo, em que as procedências de baixa altitude são nitidamente superiores. O interesse por *E. urophylla* surgiu no Brasil nos últimos anos, depois de comprovada sua alta resistência ao cancro do eucalipto e, também, devido às propriedades de sua madeira, que é altamente indicada para a produção de celulose.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho de *Corymbia citriodora* (*Eucalyptus citriodora*), *C. maculata* (*Eucalyptus maculata*)

e de sete espécies do gênero *Eucalyptus*, visando dar suporte à tomada de decisão quanto à escolha de espécies mais bem adaptadas às condições ambientais estudadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de Marília, administrada pelo Instituto Florestal, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, localizada pelas coordenadas de 22° 03' de latitude Sul e 49° 55' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 440 m.

O clima da região de Marília, segundo a Carta Climática do Estado de São Paulo (Godoy & Ortolani, 1965), baseada no sistema de Köppen, é do tipo Cwa, com verão quente e inverno seco, a temperatura média do mês mais quente superior a 23°C e a do mês mais frio entre -3°C e 18°C. A precipitação pluviométrica média anual é 1.129 mm, com deficiência hídrica anual da ordem de 50 a 80 mm.

De acordo com a classificação da EMBRAPA (1999), o solo do local do experimento é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto, A moderado ou fraco, textura arenosa/média, característico da forma de relevo suave ondulado a ondulado na região, com declives da ordem de 3 a 15 cm m<sup>-1</sup> (Bertolani *et al.*, 2000; Coelho *et al.*, 2000). Para melhor caracterização do solo na área experimental, foi efetuada análise química de amostra composta de 20 subamostras do solo superficial (0 a 20 cm), pelo Laboratório de Análise de Solos da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista - ESAPP (amostra número 12.427), cujos resultados são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 – Resultados de análise química de amostra composta de 20 subamostras do solo superficial (0 a 20 cm), efetuada pelo Laboratório de Análise de Solos da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista - ESAPP (amostra número 12.427), presente no local do experimento.

P resina mg/dm <sup>3</sup>	M.O. %	pH em CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H + Al	Soma de Base	T	V %
4,0	0,50	4,7	2,90	9,00	7,00	17,00	18,90	35,90	52,00

## 2.2 Técnicas de Plantio e Manutenção

As mudas utilizadas no experimento foram formadas a partir de sementes provenientes da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade, Rio Claro – SP, tendo sido produzidas em embalagens plásticas de polietileno.

O plantio das mudas foi efetuado manualmente em novembro de 1999, em covas de 0,30 x 0,30 m no espaçamento de 3 x 2 m. A área total do experimento foi preparada com uma aração e uma gradagem, sem a aplicação de adubo ou calcário. Foram realizadas seis capinas manuais nas linhas de plantio e seis roçadas mecanizadas entre as linhas, durante os primeiros dois anos após o plantio. Até o momento desta avaliação, não havia sido realizada nenhuma operação de desbaste no experimento.

## 2.3 Delineamento Experimental e Avaliações

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com nove tratamentos, representados pelas diferentes espécies: *Corymbia citriodora* (*Eucalyptus citriodora*), *Eucalyptus grandis*, *C. maculata* (*E. maculata*), *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*.

Para cada tratamento instalaram-se quatro repetições, totalizando 36 parcelas, cada uma com as dimensões de 24 x 36 m. Cada parcela útil foi composta por 100 árvores, distribuídas em dez linhas de dez plantas cada, totalizando 600 m<sup>2</sup> de área. Foram mantidas três linhas de bordadura externa e uma linha de bordadura interna, para isolar as parcelas dos diferentes tratamentos e evitar efeitos de borda. A área total do experimento foi de 3,06 ha.

## 2.4 Coleta e Análises dos Dados

Aos oito anos após o plantio, procedeu-se o inventário florestal, com avaliações de sobrevivência e medição de altura total e diâmetro à altura do peito - DAP, medido a 1,3 m acima do solo, de cada uma das árvores em cada parcela útil. As duas últimas variáveis foram tomadas por meio de hipsômetro de Blume-Leiss e suta graduada, respectivamente. As variáveis medidas foram utilizadas para calcular a área basal e o volume total de madeira com casca.

A área basal total (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) de cada parcela foi obtida pelas seguintes fórmulas:

$$AB_t = \sum_n^{i=1} AB_i/A * 10.000$$

$$AB_i = \pi *(DAP_i)^2 / 2$$

onde:

AB<sub>t</sub> = área basal total da parcela (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>);

A = área da parcela útil (600 m<sup>2</sup>);

AB<sub>i</sub> = área basal individual (m<sup>2</sup>), calculada para cada árvore no interior de cada parcela, e

DAP<sub>i</sub> = diâmetro à altura do peito de cada árvore (m).

O volume total de madeira com casca (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) foi calculado pelas fórmulas:

$$V_{tc} = \sum_n^{i=1} V_i/A * 10.000$$

$$V_i = \frac{\pi *(DAP_i)^2 * ff * H_i}{4}$$

onde:

V<sub>i</sub> = volume de madeira com casca da árvore i;

A = área da parcela útil (600 m<sup>2</sup>);

V<sub>tc</sub> = volume total com casca (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>);

DAP<sub>i</sub> = diâmetro à altura do peito de cada árvore (m);

ff = fator de forma. Neste caso, devido à inexistência de fatores definidos regionalmente para cada uma das espécies, arbitrou-se o valor 0,5, e

H<sub>i</sub> = altura total de cada árvore (m).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste f) e à comparação de médias foi feita por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, usando o software Sisvar (Ferreira, 2000).

Previamente às análises estatísticas, os valores de sobrevivência das árvores por parcela, calculados em porcentagem, foram submetidos à transformação por  $\arcsen \sqrt{p/100}$ , onde p é a porcentagem calculada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Sobrevivência

As maiores taxas de sobrevivência foram registradas para *E. microcorys*, *C. maculata*, *E. paniculata*, *C. citriodora* e *E. urophylla*, que não apresentaram diferenças significativas entre si (FIGURA 1). As espécies *E. robusta* e *E. grandis* apresentaram taxas de sobrevivência inferiores, porém não diferiram entre si, apesar de apresentarem diferenças significativas entre as espécies com maiores taxas de sobrevivência. As espécies *E. tereticornis* e *E. saligna*, com taxas de

sobrevivência intermediárias, não diferiram estatisticamente das espécies com maiores taxas de sobrevivência e nem das espécies com menores taxas.

Andrade (1991) e Araújo (1993) concluíram que, apesar da taxa de sobrevivência representar um papel relevante na avaliação da adaptabilidade de espécies ou procedências ao local, nem sempre esses dados podem ser interpretados sob essa ótica, uma vez que a mortalidade pode ser decorrente também de falhas técnicas na produção e plantio das mudas, de incêndios, ataques localizados de formigas cortadeiras ou de outras pragas e doenças. Além disso, as falhas decorrentes de mudas mortas devem ser repostas até cerca de 30 ou 40 dias após plantio.

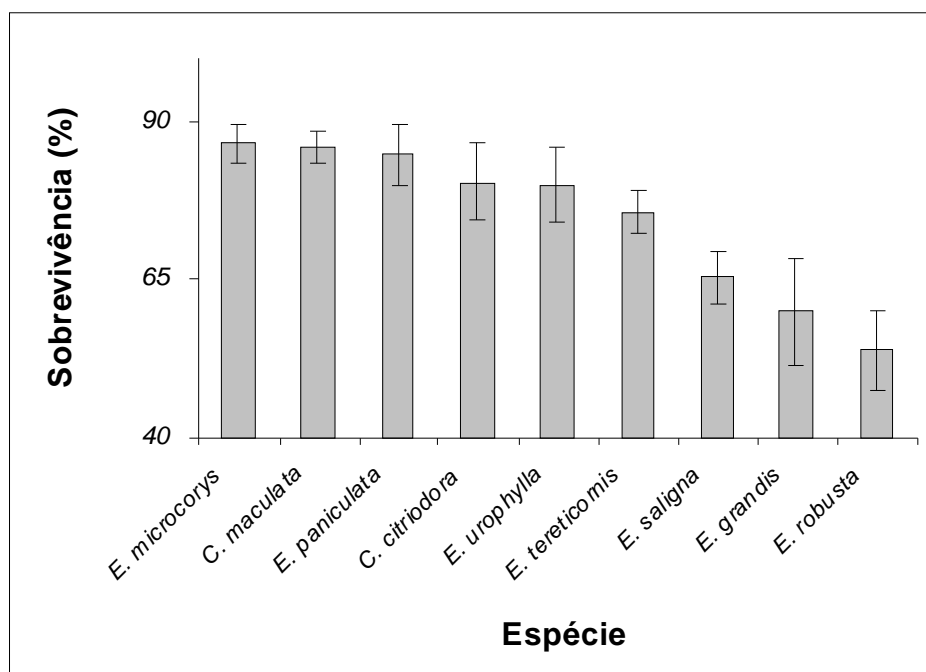


FIGURA 1 – Comparação de dados de sobrevivência (%) para *Corymbia citriodora* (*Eucalyptus citriodora*) e *C. maculata* (*E. maculata*), e sete espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*), aos oito anos de idade, plantadas em Marília, SP (colunas com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey).

#### 3.2 Crescimento em Diâmetro

Apresentaram maior crescimento em DAP as espécies *Eucalyptus saligna*, *E. robusta* e *E. urophylla*, que não diferiram entre si (TABELA 2). Os menores valores médios de DAP foram registrados para *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus paniculata*,

que não diferiram entre si, mas apresentaram diferenças significativas entre as espécies com maiores valores. Os valores de DAP para as espécies *E. grandis*, *E. tereticornis*, *C. maculata* e *E. microcorys* foram intermediários, não diferindo estatisticamente entre si e nem das demais espécies estudadas ( $P > 0,05$ ).

TABELA 2 – Comparação entre DAP e altura e produção de madeira (área basal e volume) para *Corymbia citriodora* (*Eucalyptus citriodora*) e *C. maculata* (*E. maculata*), e sete espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*), aos oito anos de idade, plantadas em Marília, SP (média  $\pm$  desvio-padrão; DAP = diâmetro à altura do peito (medido a 1,30 m do solo); CV% = coeficiente de variação).

Espécie	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Volume total com casca (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
<i>Eucalyptus saligna</i>	15,9 $\pm$ 0,8 a	23,3 $\pm$ 0,6 ab	24,5 $\pm$ 2,1 ab	319,0 $\pm$ 24,7 ab
<i>Eucalyptus urophylla</i>	15,6 $\pm$ 0,7 a	23,5 $\pm$ 0,6 a	28,4 $\pm$ 0,6 a	368,6 $\pm$ 12,4 a
<i>Eucalyptus robusta</i>	15,6 $\pm$ 0,4 a	23,5 $\pm$ 0,9 ab	19,3 $\pm$ 2,7 b	247,8 $\pm$ 38,0 bcd
<i>Eucalyptus grandis</i>	14,9 $\pm$ 0,9 ab	23,0 $\pm$ 0,7 ab	19,5 $\pm$ 0,9 b	250,3 $\pm$ 6,8 bcd
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	14,6 $\pm$ 0,9 abc	22,8 $\pm$ 0,3 abc	24,1 $\pm$ 3,7 ab	305,5 $\pm$ 49,0 ab
<i>Corymbia maculata</i>	14,1 $\pm$ 1,2 abc	22,2 $\pm$ 0,6 abcd	24,5 $\pm$ 3,6 ab	296,0 $\pm$ 47,4 abc
<i>Eucalyptus microcorys</i>	14,0 $\pm$ 1,4 abc	21,9 $\pm$ 0,4 bcd	23,6 $\pm$ 4,5 ab	273,7 $\pm$ 54,4 bcd
<i>Eucalyptus paniculata</i>	12,7 $\pm$ 0,6 bc	21,2 $\pm$ 1,0 cd	19,4 $\pm$ 1,7 b	219,0 $\pm$ 24,3 cd
<i>Corymbia citriodora</i>	12,5 $\pm$ 0,5 c	20,7 $\pm$ 0,4 d	18,2 $\pm$ 2,6 b	208,5 $\pm$ 28,5 d
CV%	6,58	2,95	12,86	12,82

Obs: Valores seguidos da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Simões *et al.* (1983), analisando o crescimento e a produção de madeira de eucalipto aos nove anos de idade, em experimento realizado em Itupeva, SP, encontraram médias de DAP ligeiramente superiores ao presente estudo para *E. grandis* (16,00 cm) e *E. urophylla* (15,78 cm) e ligeiramente inferiores para *E. saligna* (13,84 cm). O clima do local do experimento é do tipo Cfa, e o solo é Podzólico com cascalho, ácido e pobre.

Na região de Engenheiro Passos, RJ, Migliorini *et al.* (1980) encontraram, aos três anos de idade, valores de DAP de 8,5 cm para *C. citriodora*, 11,3 cm para *E. grandis*, 11,0 cm para *E. saligna* e 10,0 cm para *E. urophylla*, em escala de desempenho próxima à obtida neste estudo.

Teste de procedências de eucaliptos realizados por Quiqui *et al.* (2001), na região noroeste do Estado do Paraná, aos sete anos de idade, registrou para as espécies *E. paniculata* – Rio Claro, *E. paniculata* – Florasa, *C. citriodora* – Acesita, *C. maculata* – 11.249, *E. robusta* – IPEF, *E. robusta* – 10.883, e *E. grandis* – Mogi Guaçu, valores de DAP de 12,59 cm, 14,29 cm, 14,57 cm, 15,40 cm, 15,83 cm, 16,60 cm e 17,94 cm, respectivamente. Esses resultados mostram, em relação ao presente estudo, desempenho superior para *E. paniculata* – Florasa, *C. citriodora* – Acesita, *C. maculata* – 11.249, *E. robusta* – IPEF,

*E. robusta* – 10.883 e *E. grandis* – Mogi Guaçu e inferior somente para *E. paniculata* – Rio Claro, desconsiderando-se a diferença de tempo de avaliação. O local do ensaio apresenta clima do tipo Cfa e o solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura arenosa.

Toledo Filho (1983), estudando o comportamento de espécies de eucalipto aos oito anos de idade, na região de Mogi Mirim, SP, encontrou dados de DAP ligeiramente superiores aos do presente estudo para *C. citriodora* (13,20 cm) e *E. paniculata* (13,30 cm), e ligeiramente inferiores para *C. maculata* (11,50 cm) e *E. tereticornis* (12,60 cm).

As espécies de *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. robusta* apresentaram maior proporção de árvores com DAP acima de 25 cm (TABELA 3), indicando que estas espécies apresentam maior potencial para serraria.

O aproveitamento das toras para serraria é tanto mais elevado quanto maior for o diâmetro da tora. Assim, quanto mais cedo o povoamento atingir diâmetros elevados, mais lucrativo será o empreendimento florestal. Para atingir esse objetivo, realiza-se o desbaste, que consiste em cortes periódicos com o intuito de se eliminar as árvores fracas. Os desbastes pesados e precoces são recomendáveis por estimularem precocemente o crescimento em diâmetro (EMBRAPA, 2003).



TABELA 3 – Distribuição das freqüências da variável DAP, para *Corymbia citriodora* (*Eucalyptus citriodora*) e *C. maculata* (*E. maculata*), e sete espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*), aos oito anos de idade, plantadas em Marília, SP (DAP = diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo).

Classe	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>E. robusta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. tereticornis</i>	<i>C. maculata</i>	<i>E. microcorys</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>C. citriodora</i>
DAP ≤ 5 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 cm < DAP ≤ 10 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10 cm < DAP ≤ 15cm	13	15	11	13	18	28	14	23	43
15 cm < DAP ≤ 20 cm	65	62	46	55	74	64	90	112	94
20 cm < DAP ≤ 25cm	100	134	85	105	133	196	210	183	156
25 cm < DAP ≤ 30cm	75	100	66	62	69	53	29	20	28
30 cm < DAP ≤ 35cm	9	9	5	6	8	2	2	0	0
DAP > 35 cm	0	0	2	1	0	0	1	0	0
Total	262	320	215	242	302	343	346	338	322

### 3.3 Crescimento em Altura

Verificou-se crescimento em altura ligeiramente superior para *E. urophylla*, *E. robusta*, *E. saligna* e *E. grandis*, em relação às demais espécies, que não diferiram entre si. *C. citriodora*, *E. paniculata*, *E. microcorys* e *C. maculata* apresentaram desempenho ligeiramente inferior, sem diferir entre si. A análise estatística, entretanto, mostra que a diferenciação de desempenho não é tão marcante para todo o conjunto de espécies. *E. urophylla* apresentou a maior média de altura, porém, só se diferenciou de *E. microcorys*, *E. paniculata* e *C. citriodora* (TABELA 2).

Migliorini *et al.* (1980) registraram valores de altura de 9,2 m para *C. citriodora*, 14,1 m para *E. saligna*, 13,2 m para *E. grandis* e 12,2 m para *E. urophylla*, aos três anos de idade, em desempenho relativamente similar ao detectado neste estudo, desconsiderando-se a diferença de idade na avaliação.

Simões *et al.* (1983) encontraram médias de altura de 25,02 m, 21,38 m e 21,31 m, respectivamente, para *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*, aos nove anos de idade. O resultado obtido no presente estudo foi superior para *E. saligna* e *E. urophylla* e inferior para *E. grandis*, em relação aos dados obtidos por aqueles autores.

Ainda para altura, *E. paniculata*, *C. maculata*, *E. tereticornis* e *C. citriodora* apresentaram melhor desempenho nas condições

deste estudo do que nos resultados relatados por Toledo Filho (1983), que registrou, respectivamente, 16,7 m, 17,9 m, 18,6 m e 19,2 m para as mesmas espécies, aos oito anos de idade, na região de Mogi Mirim, SP.

Mendes *et al.* (1983) compararam o comportamento de vinte e nove espécies de eucaliptos, aos seis anos de idade, em duas localidades de MG, e encontraram para *E. grandis*, *E. saligna*, *E. robusta* e *E. urophylla* valores de altura de 21,3 m, 18,8 m, 15,9 m e 15,0 m, respectivamente, superiores a *E. paniculata* (10,1 m) e *C. citriodora* (13,9 m). Tais resultados apresentam ordem inversa e são, em termos absolutos, inferiores aos encontrados no presente estudo.

Quiqui *et al.* (2001) avaliaram espécies e procedências de eucaliptos aos sete anos de idade e encontraram para as espécies *E. paniculata* – Rio Claro, *E. paniculata* – Florasa, *E. robusta* – IPEF, *C. maculata* – 11.249, *E. robusta* – 10.883, *C. citriodora* – Acesita, e *E. grandis* – Mogi Guaçu, valores de altura de 14,74 m, 15,86 m, 17,52 m, 17,44 m, 17,52 m, 17,72 m e 21,81 m, respectivamente. O desempenho das espécies foi inferior ao observado no presente estudo, desconsiderando-se a diferença de idade de avaliação.

O crescimento em altura é o fator mais crítico para sobrevivência de árvores em competição, representando, portanto, um dos índices mais seguros para dizer se a espécie está ou não adaptada ao local de plantio (Gomes, 1977).

### 3.4 Incremento em Área Basal

As espécies com melhor incremento em área basal, que é a variável que melhor representa a produção por área, foram *E. urophylla*, *C. maculata*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. microcorys*, que não diferiram entre si. Os valores mais baixos de área basal foram obtidos para *C. citriodora*, *E. robusta*, *E. paniculata* e *E. grandis*, porém não apresentaram diferenças estatísticas entre si e nem entre as espécies com os maiores valores de maiores área basal, com exceção de *E. urophylla*, que foi diferente estatisticamente de todas as outras espécies (TABELA 2).

Quando se compara a área basal entre espécies, o bom crescimento em DAP e altura de *E. robusta* e *E. grandis* não se confirma. Dentre as espécies com maior crescimento em DAP e altura, mas sem diferirem entre si, somente *E. urophylla* e *E. saligna* se mantêm com área basal elevada. A espécie *C. maculata*, apesar de não apresentar um bom desenvolvimento em DAP e altura, apresenta a segunda melhor área basal. Isso, certamente decorre da diferença na taxa de mortalidade entre espécies, pois as espécies com sobrevivência mais elevada podem apresentar maior área basal, mesmo que, em média, as árvores sejam menores.

### 3.5 Volume Total de Madeira com Casca

O maior valor médio de volume de madeira com casca ( $m^3 ha^{-1}$ ) foi obtido para *Eucalyptus urophylla*, embora este não tenha diferido de *E. saligna*, *E. tereticornis* e *Corymbia maculata*. Os menores volumes médios foram obtidos para *C. citriodora*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. grandis* e *E. microcorys*, que não apresentaram diferenças significativas entre si (TABELA 2).

Migliorini *et al.* (1980) encontraram baixos desempenhos para volume de madeira com casca para as espécies de *C. citriodora*, *E. robusta* e *E. urophylla*. Para as duas primeiras espécies os resultados foram coincidentes com os deste experimento. *E. grandis*, que no estudo citado apresentou volume superior, no presente estudo apresentou volume inferior ao de *E. urophylla* e *E. saligna* apresentou desempenho semelhante ao obtido neste estudo. Quiqui *et al.* (2001) encontraram valores de volume de madeira com casca inferiores aos observados neste estudo para *E. grandis*, *E. robusta*, *E. maculata*, *E. citriodora* e *E. paniculata*.

Espécies como *Eucalyptus robusta* e *E. grandis* apresentaram bom desempenho em crescimento de DAP e altura, porém tiveram resultados inferiores em volume de madeira, devido à sua menor sobrevivência em campo.

O volume de madeira em um determinado sítio, em determinado espaço de tempo, aumenta com o aumento do número de árvores por hectare. No entanto, o diâmetro das árvores tende a diminuir com o aumento do número de árvores (EMBRAPA, 2003).

## 4 CONCLUSÕES

As espécies *Eucalyptus urophylla*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *Corymbia maculata* são, entre as espécies comparadas, as mais recomendadas para a produção de madeira na região do presente estudo. A espécie *C. citriodora*, apesar de apresentar menor produção de madeira, pode, eventualmente, alcançar um melhor preço de mercado, pois é a preferida pelas carvoarias, serrarias e usinas de tratamento de madeira. Para essa espécie e para *E. microcorys*, *E. grandis*, *E. robusta* e *E. paniculata*, devem ser realizados estudos complementares de melhoramento genético e técnicas silviculturais que possam proporcionar melhor crescimento que as torne competitivas para a região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C. *et al.* **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2004. 442 p.
- ANDRADE, H. B. **Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* L'Héritier (Myrtaceae) nas regiões Norte e Noroeste do Estado de Minas Gerais**. 1991. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Melhoramento de Planta) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- ARAÚJO, M. S. **Avaliação de espécies e procedências de eucalipto na região de Imbuzeiro – PB**. 1993. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M.; MELO, A. C. G. de. Crescimento comparativo de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* no município de Marília, SP.

BAENA, E. de S. Aspectos econômicos, sociais e ambientais da cultura de *Eucalyptus* spp. **Revista Conhecimento Interativo**, São José dos Pinhais, v. 1, n. 1, p. 3-9, 2005. Disponível em: <<http://www.fame.com.br>>; <[www.fanopi.com.br](http://www.fanopi.com.br)>; <[www.unicespi.com.br](http://www.unicespi.com.br)>; <[www.forestbrazil.com.br](http://www.forestbrazil.com.br)>. Acesso em: 5 out. 2007.

BERTOLANI, F. C. *et al.* **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**: Folha de Marília, Memorial Descritivo. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 142 p. (Série Pesquisa APTA. Boletim Científico, 1).

BLAZIZA, A. A. B. *et al.* Avaliação inicial do teste de uso múltiplo de *Eucalyptus* spp. no campus Vulcano II, Garça – S.P. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA FAEF, 10., 2007, Garça. **Anais...** Garça: FAEF, 2007. p. 329-334.

COELHO, M. R. *et al.* **Carta pedológica semidetalhada do Estado de São Paulo**: Folha de Marília. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. Escala 1:100.000.

COUTINHO, J. L. B. *et al.* Avaliação do comportamento de espécies de *Eucalyptus* spp. na zona da mata Pernambucana. I: Resultados do primeiro ano – 2001. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 771-775, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 4 out. 2007.

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. de. Seleção de espécies/procedências do gênero *Eucalyptus* potenciais para o semi-árido do Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO IUFRO, 2., 2006, La Serena. Trabajos Completos. **Anais...** Santiago: INFOR: IUFRO: FAO, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

\_\_\_\_\_. **Sistemas de Produção**, 4, 2003. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 12 mar. 2008.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GODOY, H.; ORTOLANI, A. A. **Carta climática do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, Seção de Climatologia Agrícola, 1965.

GOMES, J. M. *et al.* Competição de espécies e procedências de eucalipto na região de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 1, n. 2, p. 72-88, 1977.

GURGEL FILHO, O. do A. Caracteres silviculturais de sete espécies de *Eucalyptus* sp. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 159-168, 1962.

HALL, N.; JOHNSTON, R. D.; CHIPPENDALE, G. M. **Forest trees of Australia**. 3. ed. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1970. 334 p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 3, n. 4, 6 p, 2008. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS - IPEF. **Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus***. Piracicaba, 2004. 3 p. (impresso).

KING, J. P. Seleção de espécies de *Eucalyptus* para o norte da Califórnia. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, 1983, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: SBS, 1983. v. III, p. 453-454.

LEITE, N. B. *et al.* Efeito de geadas sobre diversas espécies/procedências de *Eucalyptus* introduzidas na região de Lages-SC. **IPEF**, Piracicaba, n. 7, p. 101-104, 1973.

MENDES, J. C., *et al.* Comportamento de 29 espécies de *Eucalyptus* (at two sites in Minas Gerais). In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, 1983, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: SBS, 1983. v. III, p. 467-470.

MIGLIORINI, A. J. *et al.* Avaliação do potencial energético de algumas espécies de *Eucalyptus*. **IPEF**, Piracicaba, v. 8, n. 26, p. 44-52, 1980.

ODA, S. *et al.* Introdução de espécies/procedências de *Eucalyptus* na região sub-úmida do estado do Maranhão. **IPEF**, Piracicaba, n. 34, p. 57-61, 1986. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicações/scientia/34/cap.09.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2007.

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E PESQUISA FLORESTAL - PRODEPEF. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2ª aproximação)**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66 p.

QUIQUI, E. M. Del; MARTINS, S. S.; SHIMIZU, J. Y. Avaliação de espécies de *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1173-1177, 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Silviculture-se**. 2007. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br>>. Acesso em: 2 out. 2007.

SIMÕES, J. W. *et al.* Crescimento e produção de madeira de eucalipto. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, 1983, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: SBS, 1983. v. III, p. 611-616.

TUME – Teste de Uso Múltiplo de Eucalipto. Disponível em: <<http://www.tume.esalq.usp.br>>. Acesso em: 5 out. 2007.

TOLEDO FILHO, D. V. de. Competição de espécies de *Eucalyptus* na região de Mogi-Mirim, S.P. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, 1983, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: SBS, 1983. v. III, p. 507-508.

# BIOMASSA, FIXAÇÃO DE CARBONO E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DE CERRADO EM RESTAURAÇÃO AOS SEIS ANOS, ASSIS, SP<sup>1</sup>

Antônio Carlos Galvão de MELO<sup>2,4</sup>  
Helaine de SOUSA<sup>3</sup>  
Wilson Aparecido CONTIERI<sup>2</sup>  
Luiz Carlos MALICIA<sup>2</sup>

## RESUMO

Pouco tem sido publicado acerca da restauração do Cerrado, apesar de sua importância como bioma brasileiro e *hotspot* global para a conservação. Neste estudo foram avaliadas características estruturais de um reflorestamento heterogêneo com seis anos de idade, instalado em região de cerradão. Para tanto foram instaladas 10 parcelas de 192 m<sup>2</sup>, onde todas as árvores, plantadas ou em regeneração natural, com diâmetro à altura do peito - DAP a partir de 5 cm foram identificadas e tiveram medidos seu DAP e altura. Foram calculados a área basal, altura média, densidade de árvores plantadas e de regeneração natural e o total de carbono fixado pela comunidade arbórea. O reflorestamento apresentou área basal de 15,0 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, altura média de 5,3 m, densidade de 1.245 árvores plantadas.ha<sup>-1</sup> e 120 árvores em regeneração.ha<sup>-1</sup> e a biomassa e o estoque de carbono fixado pelas árvores foram, respectivamente, de 39,0 Mg.ha<sup>-1</sup> e 15,2 Mg.ha<sup>-1</sup>. O reflorestamento de restauração apresenta, aos seis anos, área basal próxima de 70% daquela observada em cerradões maduros da mesma região, sendo que a biomassa e carbono acumulados no estrato arbóreo totalizaram, respectivamente, 33% e 26% do valor encontrado em cerradão maduro natural. Apesar do histórico de perturbação do solo e de operações de manutenção do reflorestamento, as plantas oriundas de regeneração natural contribuem, consideravelmente, para a regeneração da vegetação. As espécies de ocorrência natural em Cerrado apresentaram desempenho superior em termos de crescimento, com destaque para *Anadenanthera falcata* e *Inga laurina*.

Palavras-chave: cerradão; restauração; estrutura florestal.

## 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é considerado um dos *hotspots* mundiais de conservação da diversidade biológica em função da alta ocorrência de endemismos

## ABSTRACT

In spite of its importance as a global hotspot for nature conservation, studies on Cerrado restoration are scarce. In this study we assessed the structural performance of a six years-old restoration reforestation in cerradão (woodland savanna) region, where typical cerradão species and also forest species were planted. Diameter at breast height - DBH and total height of all trees with DBH  $\geq$  5 cm were measured in ten 192 m<sup>2</sup> plots. Basal area, density of planted and regenerated trees and carbon fixation were calculated. The restoration community presented mean values of basal area of 12.0 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, height of 5.3 m, density of 1,245 planted trees per hectare and additionally 120 trees per hectare coming from natural regeneration. The biomass and carbon storage of tree community were, respectively, 39.0 Mg.ha<sup>-1</sup> and 15.2 Mg.ha<sup>-1</sup>. Compared to the mature cerradão in the same region, restoration community showed 70% of basal area, 33% of biomass and 26% of stored carbon. Trees from natural regeneration were important for restoration, despite former soil perturbations. Among the planted trees, that species of natural occurrence in Cerrado grew best, remarkably *Anadenanthera falcata* and *Inga laurina*.

Keywords: restoration; woodland savanna; forest structure.

(117 espécies de vertebrados e 4.400 espécies de plantas) e do alto grau de ameaças, representado pela pequena extensão de áreas cobertas por sua vegetação primitiva, que não ultrapassam os 20% de sua cobertura original (Myers *et al.*, 2000).

(1) Aceito para publicação em fevereiro de 2009.

(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(3) Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Laboratório de Dendrologia e Ecologia de Florestas Tropicais, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras, MG, Brasil.

(4) Autor para correspondência: acgmelo@gmail.com

Originalmente, esse bioma ocupava cerca de 20% da área do país (Felfili *et al.*, 2005), mas sofreu significativa redução em sua extensão, principalmente nas áreas mais adequadas à agricultura (Cavalcanti & Joly, 2002). Recentemente, grandes esforços têm sido dedicados à implementação de políticas que promovam sua conservação (São Paulo, 1997; Brasil, 1999).

As obrigações de restauração de áreas degradadas estabelecidas na legislação, especialmente para áreas mineradas e de reservas de propriedades rurais (São Paulo, 2000) abrem a possibilidade de incluir a restauração como uma das estratégias para conservação do Cerrado.

Entretanto, as técnicas de restauração desse bioma não avançaram tão rapidamente como ocorreu para as formações florestais (Durigan, 2003). Boa parte do conhecimento sobre a restauração de florestas não se aplica ao Cerrado, devido às suas características ecológicas peculiares (Corrêa & Melo Filho, 1998).

Embora existam estudos tratando de diretrizes e recomendações para a restauração do Cerrado (Durigan, 2003; Durigan *et al.*, 2003; Corrêa & Melo Filho, 1998; Corrêa, 2005), estudos baseados em monitoramento de reflorestamentos, que mostrem a evolução da comunidade em restauração e possibilitem comparações e inferências sobre a adequação de técnicas utilizadas são, praticamente, inexistentes.

Este estudo teve como objetivo caracterizar a comunidade arbórea em restauração em região de Cerradão, aos seis anos após o plantio, respondendo às seguintes questões:

- Qual o desempenho da comunidade em restauração para as variáveis estruturais de densidade de árvores, área basal, altura média, biomassa e estoque de carbono?
- A comunidade em restauração se aproxima estruturalmente de um Cerradão maduro?
- Quais das espécies plantadas apresentam melhor desempenho em crescimento?

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área objeto deste estudo se localiza na Floresta Estadual de Assis - FEA, unidade de conservação administrada pelo Instituto Florestal,

localizada no município de Assis, região sudeste do Estado de São Paulo (22° 35' S e 50° 22' W), em altitude aproximada de 560 metros. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico álico típico, A moderado, textura média (Bognola *et al.*, 2003). O tipo climático, segundo a classificação de Köppen, é de transição entre Cwa e Cfa, com estação seca de duração variável. A precipitação e a temperatura média anual são, respectivamente, de 1.400 mm e 21,8°C (Melo *et al.*, 2004a).

A área do reflorestamento de restauração abrange dois hectares e anteriormente foi ocupada por reflorestamentos comerciais. Em um primeiro ciclo ali foi cultivado *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*, implantado no ano 1966 e cortado 31 anos depois. Logo após o corte final, foram realizadas operações de aração e gradagem, sendo, então, plantado *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf., que, após dois anos sofreu intenso ataque de formigas, o que consumiu cerca de 70% das árvores. Então, novamente se repetiram as operações de preparo do solo e plantio, da mesma espécie, que mais uma vez foi consumida pelas formigas.

Em fevereiro de 2002, optou-se por realizar naquela área a restauração do cerradão. Como medidas de preparo, foram realizados a aplicação de herbicida glifosato em área total e o sulcamento em profundidade de 40 cm, onde foram feitas as covas para o plantio das mudas.

O plantio foi feito em espaçamento de três metros entre linhas e dois metros entre plantas. Optou-se pelo modelo de plantio que alternava linhas puras de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. com linhas mistas compostas por 19 espécies (*Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg., *Inga laurina* (Sw.) Wild., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang., *Tibouchina granulosa* Cogn., *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Psidium guajava* L., *Cedrela fissilis* Vell., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Genipa americana* L., *Cybistax antisyphilitica* Mart., *Eugenia uniflora* L., *Pterogine nitens* Tul., *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A.DC.) Standl., *Ceiba speciosa* A. St.-Hill., *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sandw. e *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau).

As mudas foram produzidas em embalagens plásticas de 1,5 litros, no viveiro da Floresta Estadual de Assis. Para a manutenção do reflorestamento foram realizados o replantio, aos 60 dias, três capinas químicas e uma roçada mecanizada nas entrelinhas e quatro capinas manuais nas linhas de plantio, no período de um ano e meio após o plantio.

## 2.2 Levantamento do Estrato Arbóreo

Em janeiro de 2008 foram realizados os levantamentos da estrutura do estrato arbóreo e, para tanto, foram instaladas, sistematicamente, 10 parcelas de 192 m<sup>2</sup> (12 m x 16 m) na área em restauração. As parcelas foram alocadas de forma que em sua largura abrangessem quatro linhas do reflorestamento, sendo duas puras de *A. falcata* e duas mistas, sendo, assim, representativas do modelo de reflorestamento adotado.

Todas as árvores com diâmetro à altura do peito - DAP maior ou igual a 5 cm foram identificadas e tiveram seu DAP e altura medidos. As árvores vivas que não alcançavam o diâmetro de inclusão tiveram sua ocorrência anotada, de forma a possibilitar os cálculos de sobrevivência. Foram também anotadas e medidas as árvores procedentes da regeneração natural que atingiram o diâmetro mínimo. Para todas as espécies foi identificado seu bioma de origem (Cerrado ou Floresta), de acordo com Durigan *et al.* (2004).

Para a estimativa da biomassa e do carbono fixado pelas árvores (parte aérea e raízes) foram utilizadas a equações alométricas desenvolvidas por Miranda (2008):

$$B = -3,99732 + 353,976 * G * h + 0,0168609 * Id^2 * h$$

$$C = -3,02985 + 145,866 * G * h + 0,00856095 * Id^2 * h$$

Onde:

*B* = biomassa total da árvore, expressa em kg;  
*C* = massa total de carbono da árvore, expressa em kg;  
*G* = Área transversal = soma das áreas transversais dos fustes de uma mesma árvore medidas a 1,30 m do solo, expressa em metros quadrados;  
*h* = altura total da árvore, expressa em metros, e  
*Id* = idade do reflorestamento, expressa em anos.

Os resultados obtidos para cada árvore permitiram a estimativa do estoque de carbono por unidade de área.

O desempenho dos grupos de espécies típicas de Cerrado e de Floresta foram comparados por meio de análise de variância de árvores para as variáveis altura e área transversal.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência das árvores plantadas (74,7 ± 12,2%) encontrou-se muito próxima da registrada por Durigan & Silveira (1999) para dois modelos de restauração: espécies de cerrado em plantio com arranjo aleatório das espécies (77,6%) e espécies de cerrado em módulos (72,43%) utilizados em reflorestamento de área ciliar na Floresta Estadual de Assis, aos nove anos de idade.

A altura média detectada neste estudo (5,3 ± 0,6m) foi inferior aos 9,7 m das árvores do cerradão da Estação Ecológica de Assis, localizado próximo à área deste estudo (Pinheiro, 2008). Ressalve-se que a altura média não é um bom parâmetro de comparação, visto que as árvores em reflorestamentos tendem a apresentar distribuição normal e em formações naturais distribuição exponencial negativa (“J invertido”).

Durigan & Silveira (1999) relatam, para os modelos de restauração já citados, alturas médias de 5,09 e 4,70 metros, ligeiramente inferiores aos valores encontrados neste estudo. Há que se considerar, entretanto, que o reflorestamento analisado no presente estudo contava com idade inferior, o que permite deduzir que seu desempenho tenha sido superior aos modelos analisados por Durigan & Silveira (1999). Tal fato provavelmente pode ser explicado pela diferença na fertilidade do solo, visto que o trabalho citado foi realizado em Neossolo Quartzarênico, menos fértil que o deste estudo.

Foi encontrada área basal de 15,0 ± 2,6 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, inferiores aos 21,4 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> registrados por Pinheiro (2008) no cerradão da Estação Ecológica de Assis.

A fertilidade do solo parece ser o fator que justifica as diferenças observadas entre o presente estudo e o trabalho de Melo & Durigan (2007), na mesma região, em reflorestamentos de três anos de idade. Nessas áreas foram registrados valores que variavam entre 5,3 e 6,1 m para altura e 15,1 e 16,2 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> para área basal, muito próximos ao obtido neste estudo.

Entretanto, há que se considerar que naquele estudo foram analisados reflorestamentos de restauração que, embora se localizassem na mesma região, estavam implantados em Latossolos ou Nitossolos, ambos eutróficos e de alta fertilidade.

A biomassa e o carbono fixados pelas árvores do reflorestamento (respectivamente  $39,0 \pm 9,2 \text{ Mg.ha}^{-1}$  e  $15,2 \pm 3,8 \text{ Mg.ha}^{-1}$ ) mostram que o reflorestamento ainda está distante dos  $118,36 \text{ Mg.ha}^{-1}$  e  $59,18 \text{ Mg.ha}^{-1}$  estimados por Pinheiro (2008) para os mesmos parâmetros, para o cerradão da Estação Ecológica de Assis.

Os montantes de biomassa e carbono estimados permitem inferir incrementos médios anuais, respectivamente, de  $6,5$  e  $2,5 \text{ Mg.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , superiores aos  $2,1$  e  $1,0 \text{ Mg.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  relatados por Melo & Durigan (2006) para a parte aérea

de árvores de reflorestamentos de restauração em Cerrado na mesma região. Tal desempenho é inferior àquele demonstrado por reflorestamentos situados em região de Floresta Estacional Semidecidual, em torno de  $9,8 \text{ Mg.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  para biomassa e  $4,9 \text{ Mg.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  para carbono (Melo & Durigan, 2006).

A análise de variância mostrou que as espécies típicas de Cerrado apresentaram melhor desempenho em crescimento em altura ( $F = 121,4$ ;  $p < 0,001$ ) e área transversal ( $F = 29,35$ ;  $p < 0,041$ ). Este resultado permite reforçar a recomendação, já apresentada em diversos outros estudos (Durigan, 2003; Rodrigues & Gandolfi, 1998, 2000), de se utilizarem, preferencialmente, em reflorestamentos de restauração, espécies adaptadas às condições ambientais locais (TABELA 1).

TABELA 1 – Origem, parâmetros dendrométricos e densidade relativa (média  $\pm$  desvio-padrão) das espécies plantadas e registradas em reflorestamento de restauração com seis anos de idade em região de cerradão, na Floresta Estadual de Assis, SP (n = número total de plantas amostradas; DR = densidade relativa; CE = Cerrado; FL = Floresta).

Espécie	Origem	n	DR (%)	Altura média (m)	Área transversal média (cm <sup>2</sup> )
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	CE	137	57,8	$7,6 \pm 1,7$	$195,7 \pm 103,8$
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Wild.	CE	21	8,9	$5,0 \pm 0,8$	$126,7 \pm 40,7$
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	FL/CE	20	8,4	$3,28 \pm 0,8$	$31,9 \pm 16,7$
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	FL	9	3,8	$1,9 \pm 0,9$	–
<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Lee et Lang.	FL	8	3,4	$5,2 \pm 1,0$	$31,9 \pm 8,2$
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	FL	8	3,4	$4,0 \pm 0,5$	$86,6 \pm 21,8$
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	FL/CE	6	2,5	$2,5 \pm 1,0$	–
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	FL	4	1,7	$3,8 \pm 1,1$	$42,9 \pm 19,0$
<i>Psidium guajava</i> L.	FL	4	1,7	$1,4 \pm 0,4$	–
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	FL	3	1,3	$4,1 \pm 1,5$	$39,9 \pm 28,6$
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf	CE/FL	3	1,3	$2,2 \pm 1,2$	–
<i>Genipa americana</i> L.	FL	3	1,3	$1,3 \pm 0,2$	–
<i>Cybistax antisyphilitica</i> Mart.	CE	1	0,4	$1,8 \pm 0,0$	–
<i>Pterogine nitens</i> Tul.	FL	2	0,8	$1,9 \pm 0,4$	–
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A.DC.) Standl.	FL	2	0,8	$1,9 \pm 0,5$	–
<i>Ceiba speciosa</i> A. St.-Hil.	FL	2	0,8	1,2	–
<i>Eugenia uniflora</i> L.	FL	1	0,4	$2,0 \pm 0,0$	–
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sandw.	FL	1	0,4	0,7	–
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	CE/FL	1	0,4	1,2	–



*A. falcata* e *I. laurina*, duas espécies naturalmente ocorrentes em Cerrado, sendo a segunda típica de matas galeria (Mendonça *et al.*, 1998), apresentaram melhor crescimento em altura e área transversal e, devido à maior densidade de plantio, ofereceram grande contribuição à estrutura do reflorestamento. O bom desempenho dessas espécies em plantios realizados em região de Cerrado também foi constatado por Melo *et al.* (2004a, b).

Da densidade total de árvores registradas (1.365 árvores.ha<sup>-1</sup>), as plantas oriundas de regeneração natural correspondem a cerca de 9% do total, equivalendo a 120 árvores.ha<sup>-1</sup>. Foram registradas as espécies *Anadenanthera falcata* (54 árvores.ha<sup>-1</sup>), *Machaerium acutifolium* Vogel (30 árvores.ha<sup>-1</sup>); *Copaifera langsdorffii* (12 árvores.ha<sup>-1</sup>); *Eriotheca gracilipes* (K.Schum.) A.Robins, *Eugenia aurata* O.Berg, *Qualea grandiflora* Mart. e *Qualea parviflora* Mart. (estas com seis árvores.ha<sup>-1</sup>, cada). Apenas *A. falcata* e *C. langsdorffii* também se encontram no rol de espécies plantadas.

A rebrota é estratégia preferencial de regeneração das espécies do Cerrado (Coutinho, 1990) e a proporção de plantas naturalmente regeneradas poderia ser ainda maior se a área do estudo já não tivesse sido objeto de quatro operações mecanizadas de revolvimento do solo, de cultivo de *Pinus* sp. por vários anos, e se não tivessem sido feitas roçadas e aplicações de herbicidas nas entrelinhas da área de plantio em sua fase inicial. Tal resultado destaca a necessidade de, sempre, se considerar a regeneração natural como estratégia preferencial na restauração de áreas de Cerrado.

#### 4 CONCLUSÕES

Apesar do bom desempenho em termos estruturais, aos seis anos de idade o reflorestamento de restauração ainda se apresenta distante dos cerradões maduros da mesma região.

A utilização exclusiva de espécies típicas do cerrado e o favorecimento das rebrotas da regeneração natural são medidas que podem facilitar a restauração de áreas em condições similares.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOGNOLA, I. A. *et al.* **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo:** quadrícula de Assis. II. Memorial descritivo. Campinas: Instituto Agrônomo, 2003. 5 p. (Boletim Científico IAC, n. 8).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: FUNATURA: Conservation International: Fundação Biodiversitas: Universidade de Brasília, 1999. 26 p.

CAVALCANTI, R. B.; JOLY, C. A. Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The cerrados of Brazil:** ecology and natural history of a neotropical Savanna. New York: Columbia University Press, 2002. cap. 18, p. 351-367.

CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado:** manual para revegetação. Brasília, DF: Universa, 2005. 187 p.

\_\_\_\_\_. MELO FILHO, B. (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado.** Brasília, DF: Paralelo 15, 1998. 178 p.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J. G. (Ed.). **Fire in the tropical biota:** ecosystem processes and global challenges. Berlin: Springer Verlag, 1990. cap. 6, p. 82-105.

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para a restauração da vegetação de cerrado. In: KAGEYAMA, P. Y. *et al.* (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu: FEPAF, 2003. cap 8, p. 185-203.

\_\_\_\_\_. *et al.* **Manual para recuperação da vegetação de cerrado.** São Paulo: Páginas & Letras, 2003. 19 p.

\_\_\_\_\_.; SILVEIRA, E. R. Recomposição de mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 56, p. 135-144, 1999.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, Lancaster, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

MELO, A. C. G. de *et al.* Biomassa, fixação de carbono e estrutura da vegetação de Cerrado em restauração aos seis anos, Assis, SP.

FELFILI, J. M.; SOUZA-SILVA, J. C.; SCARIOT, A. Biodiversidade, ecologia e conservação do Cerrado: avanços no conhecimento. In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. cap. 1, p. 25-44.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 71, p. 149-154, 2006.

\_\_\_\_\_. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 101-111, 2007.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; KAWABATA, M. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em áreas de cerrado, Assis-SP. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004a. cap. 18, p. 315-324.

\_\_\_\_\_.; VILAS BÔAS, O.; NAKATA, H. Teste de cinco espécies arbóreas para plantio em área de cerrado. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004b. cap. 17, p. 305-314.

MENDONÇA, R. C. *et al.* Flora vascular do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998. cap. 7, p. 289-556.

MIRANDA, D. L. C. **Modelos matemáticos de estoque de biomassa e carbono em áreas de restauração florestal no sudoeste paulista**. 2008. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000.

PINHEIRO, E. S. **Análises ecológicas e sensoriamento remoto aplicados à estimativa de fitomassa de Cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP**. 2008. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

RODRIGUES, R. R.; 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. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 203-215.

\_\_\_\_\_. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de formações ciliares In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. cap. 15.1, p. 235-247.

SAO PAULO (Estado). Ministério Público. **Legislação ambiental**. São Paulo: IMES, 2000. 884 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente. **Cerrado: bases para conservação e uso sustentável das áreas de Cerrado do estado de São Paulo**. São Paulo, 1997. 113 p. (Série PROBIO/SP).

# VARIAÇÃO NAS DIMENSÕES DOS ELEMENTOS ANATÔMICOS DA MADEIRA DE *Eucalyptus dunnii* AOS SETE ANOS DE IDADE<sup>1</sup>

Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM<sup>2</sup>

Hilton Thadeu Zarate do COUTO<sup>3</sup>

Israel Luiz de LIMA<sup>4</sup>

Eduardo Luiz LONGUI<sup>5</sup>

## RESUMO

A variação nas dimensões dos elementos anatômicos do lenho tem efeito marcante sobre a qualidade da madeira e o produto final. A compreensão da variação da madeira nas direções radial e longitudinal do tronco da árvore pode auxiliar pesquisadores das áreas de manejo florestal e de tecnologia de madeira na obtenção de produtos de melhor qualidade. Nesse sentido, foram coletadas amostras de árvores de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade, das classes sociológicas dominante, intermediária e dominada, com o objetivo de verificar as variações dos elementos anatômicos entre as árvores. De cada árvore foram retirados discos de madeira na posição base, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. Em cada disco foram demarcados corpos-de-prova nas posições 0%, 50% e 100% do raio. Os elementos anatômicos foram mensurados por meio de análise de imagens. Os resultados permitiram concluir que: a) das classes sociológicas, a intermediária apresentou fibras mais longas, maiores valores de diâmetro, lume tangencial dos vasos mais curtos e maiores valores em todas as dimensões dos raios; b) com relação à altura da árvore, os maiores valores de diâmetro tangencial, lume e parede das fibras, bem como de altura e largura dos raios foram encontrados na base, e c) na direção radial, todas as dimensões das fibras, comprimento e diâmetro dos vasos, como também a altura e a largura dos raios, foram crescente no sentido medula-casca.

Palavras-chave: *Eucalyptus dunnii*; classe sociológica; elementos anatômicos; variação longitudinal e radial.

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie *Eucalyptus dunnii* é encontrada naturalmente em regiões de baixas altitudes e no fundo de vales em regiões de solos basálticos e nas bordas de florestas tropicais na Austrália (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 1979).

## ABSTRACT

The variation in the dimensions of the anatomical elements of the xylem has a remarkable effect on the quality of wood and on the final product. The comprehension of the wood variation along the radial and longitudinal axis of the tree stem can help forest management and wood technology researchers in getting better quality products from planted forests. In order to gather further information about this subject, wood samples were collected of dominant, intermediate and dominated trees of *Eucalyptus dunnii* at the age of seven years. The aim of this paper was to analyze the dimensional variation of the anatomical elements in the pith-bark and bottom-top directions. From each tree, wood disks were taken from positions correspondent to bottom, 25%, 50%, 75% and 100% of the commercial height. From each disk, samples were obtained from the positions 0%, 50% and 100% of the radius. The anatomical elements were measured through image analysis. The results indicated that: a) of all sociological classes, the intermediary one showed the highest values of fiber length, diameter, lumen and vessel length, vessel diameter, vessels frequency and the highest value for all dimensions; b) concerning to height position in the tree, the highest values of length, diameter of the fibers, frequency high and width of the rays, were found at 50% of commercial height, and c) all fiber dimensions, vessel diameter and length, as well as and height and width of rays increased from pith to bark.

Keywords: *Eucalyptus dunnii*; sociological classes; anatomical elements; pith-bark and bottom-top variation.

Na região de origem, ocorre em solos úmidos, férteis, principalmente de origem basáltica, mas também em solos de origem sedimentar, principalmente naqueles bem drenados. Na Austrália, seu crescimento é considerado um dos mais rápidos entre as espécies do gênero *Eucalyptus*.

(1) Aceito para publicação em março de 2009.

(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: sflorsheim@if.sp.gov.br

(3) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Caixa Postal 99, 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: hzcouto@carpa.ciagri.usp.br

(4) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: israeluizde.lima@yahoo.com.br

(5) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: elongui@if.sp.gov.br

No Brasil, tem-se destacado pelo rápido crescimento, uniformidade dos talhões, forma das árvores e tolerância às geadas. A limitação para plantios comerciais dessa espécie consiste na baixa produção de sementes. Monteiro (1990) afirma que, na região Sul do Brasil, as baixas temperaturas e as geadas criam grandes restrições na ampla utilização das terras para o cultivo do eucalipto, e entre as espécies que apresentam maior tolerância ao frio está o *E. dunnii*. Com base nessa característica, algumas empresas vêm elaborando programas de pesquisas em avaliação silvicultural e de melhoramento para essa espécie.

Carpim & Barrichelo (1983), relatam que a madeira de *E. dunnii* com oito anos de idade apresenta densidade básica de  $0,52 \text{ g/cm}^3$ . Para Silva Júnior (1994), sob o aspecto estritamente tecnológico, a madeira de *E. dunnii* não é considerada como uma excelente fonte de matéria-prima para produção de celulose. Considerando suas principais características silviculturais, tais como, boa resistência à geada, produtividade e forma boa, essa espécie pode ser considerada promissora, especialmente para plantio na região Sul do Brasil. Além disso, apresenta um menor teor de lignina nos cavacos quando comparada ao *E. grandis* que pode ser considerado benéfico uma vez que poderá levar a uma redução do teor de lignina residual na polpa. Pode, ainda, trazer como consequência maior rendimento em celulose por operação de cozimento devido ao maior peso de madeira por unidade de volume de digestor. A possibilidade de utilização da madeira de *E. dunnii* significa mais uma alternativa silvicultural, especialmente para as empresas localizadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Segundo Pereira *et al.* (2000) a madeira de *E. dunnii* é considerada de baixa durabilidade, com densidade básica ao redor de  $0,61 \text{ g/cm}^3$  e de qualidade inferior à de *E. saligna* e *E. microcorys*, quando utilizada como madeira serrada. Porém, no Brasil, Calori & Kikuti (1997) testando propriedades físicas e mecânicas da madeira de *E. dunnii* com 20 anos de idade, em função dos resultados obtidos, recomendam tal madeira para situações em que se exigem resistências mecânicas, para fins estruturais, como assoalhos, parquetes, carrocerias, cabos de ferramentas. Por outro lado, Rocha (2000), concluiu que a utilização de *E. dunnii* para obtenção de madeira serrada em substituição a madeiras nativas, no estudo realizado, não se mostrou viável quando se

deseja madeira em classes de qualidade superiores. Iwakiri *et al.* (2008), concluíram que tanto *E. grandis* quanto *E. dunnii* tem grande probabilidade de uso para a produção de painéis OSB no Brasil.

Trugilho *et al.* (2005) recomendam a utilização da madeira de *E. dunnii*, individualmente, ou em mistura com a madeira de *Pinus elliottii*, na produção de chapas de partículas de madeira aglomerada, o que contribui para incrementar o volume de matéria-prima a ser disponibilizada. Monteiro (1990), estudando o comportamento ao frio de espécies/procedências de *Eucalyptus* na Klabin do Paraná, verificou que as procedências australianas Moleton, Urbenville e Acacia Creek de *E. dunnii*, foram pouco afetadas pelo inverno de 1975 e mostraram bom desenvolvimento nas condições ecológicas brasileiras, particularmente no espaçamento de  $3,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$ .

Para Schneider *et al.* (1997), a espécie responde bem ao crescimento em volume e altura, nas regiões onde ocorrem chuvas de verão bem distribuídas. Por esse motivo tem despertado especial atenção por parte das empresas de celulose, especialmente pela sua densidade, o que se traduz em maior rendimento no processo industrial. Segundo os autores, outra vantagem da espécie é sua resistência ao frio, que pode ser empregada como critério de seleção de *E. dunnii*, para determinadas regiões do País.

De acordo com Rocha *et al.* (2004), a madeira de folhosas normalmente apresenta distribuição dos elementos celulares bastante característica. As dimensões das fibras (comprimento, espessura e o lume) influenciam, diretamente, na densidade básica, determinando a massa de polpa para a produção de papel em um dado volume de madeira (Downes *et al.*, 1997)

Segundo Florsheim *et al.* (2000), além das fibras, outros elementos celulares devem ser estudados, como os vasos e parênquima axial e radial, por fornecerem informações importantes nas características superficiais dos papéis para impressão. Além disso, afetam a movimentação dos líquidos no processo de preservação da madeira e podem ter relação com sua resistência.

O objetivo do presente trabalho foi verificar a variação anatômica no sentido medular-casca e base topo de árvores de diferentes classes sociológicas de *Eucalyptus dunnii*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram amostradas árvores de *Eucalyptus dunnii* Maiden de povoamentos com sete anos de idade plantados no espaçamento 2,5 m x 2,5 m, implantados no município de Telêmaco Borba (PR), de propriedade da Klabin. Foram selecionadas três árvores por classe sociológica, divididas segundo Zobel & Buijtenen (1989) em dominante, intermediária e dominada.

De cada árvore, foram coletadas amostras na forma de discos (método destrutivo) nas posições base, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial. A partir dos discos de madeira foram retiradas amostras com 3 cm de largura, da medula até a casca e obtidos corpos-de-prova (2 cm x 1,5 cm x 2 cm) nos planos transversal, longitudinal tangencial e radial, respectivamente, na região a 0% (medula), a 50 e a 100% (próximo à casca) (FIGURAS 1 e 2).

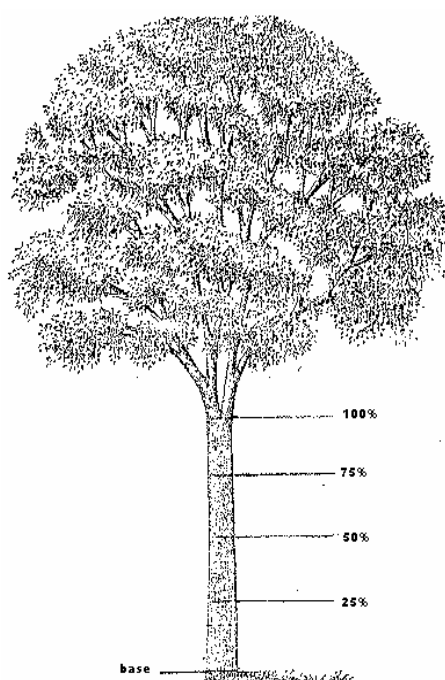


FIGURA 1 – Representação esquemática mostrando locais de retirada dos discos nas diferentes alturas.

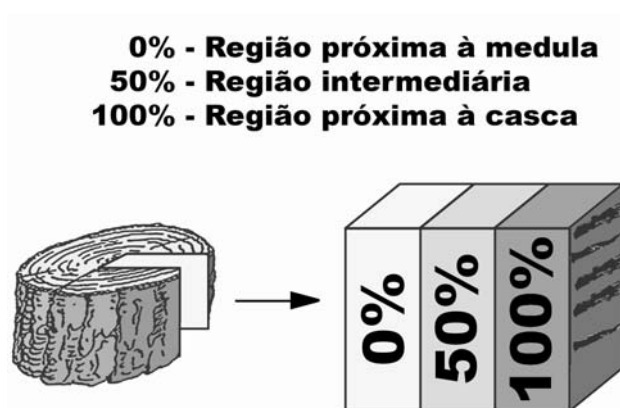


FIGURA 2 – Representação esquemática do local de retirada dos corpos-de-prova para a avaliação anatômica.

Os cortes histológicos dos corpos-de-prova nos três planos foram realizados em micrótomo de deslize e as lâminas histológicas montadas segundo Jeffrey *apud* Johansen (1940).

Foram retirados pequenos fragmentos de madeira de cada corpo-de-prova, dissociados segundo o método de Jeffrey *apud* Johansen (1940) e montadas lâminas provisórias, o que possibilitou a mensuração das dimensões dos elementos celulares, segundo a terminologia recomendada por IAWA (1989) e Comissão Panamericana de Normas Técnicas - COPANT (1974).

A dimensão dos elementos anatômicos foi obtida em equipamento de análise de imagens (microscópio trinocular com câmera e monitor de vídeo), utilizando-se o programa de análise de imagem "Image Pro-plus" para as medições. Obtidas as dimensões das fibras, foram calculados:

- Índice de Runkel (IR) =  $2P/Lu$ ;
- Fração Parede (FP) =  $(2P/D) \times 100$ ;
- Índice de Enfeltramento (EF) =  $(C/D) \times 1000$ , e
- Coeficiente de Flexibilidade (CF) =  $(Lu/D) \times 100$ ,

em que:

- P: Espessura da parede ( $\mu\text{m}$ );
- Lu: Diâmetro do lume ( $\mu\text{m}$ );
- C: Comprimento da fibra ( $\mu\text{m}$ ), e
- D: Diâmetro tangencial da fibra ( $\mu\text{m}$ ).

Visando verificar as diferenças entre as dimensões dos elementos celulares com a classe sociológica, posição axial e radial, foi realizada análise de variância e teste de Tukey.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para as dimensões das fibras, vasos e raios, estão apresentados nas TABELAS 1, 2 e 3, respectivamente. Para as fibras (TABELA 1), verificou-se que o comprimento variou em relação à classe sociológica, posição em altura e posição radial, com valores de F altamente significativos. Quanto às dimensões de diâmetro tangencial, variações altamente significativas foram observadas para classe sociológica e posição radial. A variação foi altamente significativa no lume das fibras para classe sociológica. A parede das fibras apresentou valor de F estatisticamente significativo somente em relação à altura na árvore.

Para as dimensões dos vasos (TABELA 2), verificou-se que os valores de F foram altamente significativos para classe sociológica, altura e posição radial, indicando que existem diferenças para comprimento dos vasos, diâmetro tangencial e frequência por  $\text{mm}^3$  entre as variáveis estudadas.

TABELA 1 – Resultado do teste F na análise de variância para as dimensões das fibras de *E. dunnii* aos sete anos de idade.

Fonte de variação	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro Tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Lume ( $\mu\text{m}$ )	Parede( $\mu\text{m}$ )
	F	F	F	F
Classe sociológica	26,10**	17,45**	10,37**	6,93 <sup>NS</sup>
Altura na árvore	10,22**	3,38 <sup>NS</sup>	3,01 <sup>NS</sup>	5,78*
Posição radial	130,99**	12,25**	6,73 <sup>NS</sup>	4,97 <sup>NS</sup>
C. V. (%)	14,32	13,50	24,90	19,93

Em que: \*\*:  $p < 0,01$ ; \*:  $p < 0,05$ ; NS: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

TABELA 2 – Resultados do teste F da análise de variância para as dimensões dos vasos de *E. dunnii* aos sete anos de idade.

Fonte de variação	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	D. Tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Frequência ( $\text{n}^\circ$ vasos/ $\text{mm}^2$ )
	F	F	F
Classe sociológica	18,56**	33,79**	16,36**
Altura na árvore	38,89**	21,23**	72,02**
Posição radial	107,80**	144,71**	140,44**
C.V. (%)	19,73	16,24	24,41

Em que: \*\*:  $p < 0,01$ ; \*:  $p < 0,05$ ; NS: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

FLORSHEIM, S. M. B. *et al.* Variação nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade.

A análise de variância para as dimensões dos raios (TABELA 3) apresentou valores de F altamente significativos para frequência dos raios/mm nas três variáveis estudadas. A largura dos raios em  $\mu\text{m}$  e em número de células variou apenas para classe sociológica e posição em altura (altamente significativo).

A altura dos raios em número de células indicou resultado altamente significativo para classe sociológica, e quanto à posição em altura na árvore e posição radial, a variação foi significativa. Os valores de altura dos raios em  $\mu\text{m}$  não apresentaram variações estatisticamente significativas em nenhuma das variáveis estudadas.

TABELA 3 – Resultados do teste F na análise de variância para as dimensões dos raios de *E. dunnii* aos sete anos de idade.

Fonte de variação	Altura	Altura	Largura	Largura	Frequência
	( $\mu\text{m}$ )	(n° células)	( $\mu\text{m}$ )	(n° células)	(raios/mm)
	F	F	F	F	F
Classe sociológica	3,22 <sup>NS</sup>	16,61**	11,11**	15,14**	54,39**
Altura na árvore	4,66 <sup>NS</sup>	5,79*	6,71**	13,75**	42,60**
Posição radial	7,42 <sup>NS</sup>	7,80*	1,41 <sup>NS</sup>	2,88 <sup>NS</sup>	296,00**
C.V. (%)	30,24	32,88	39,18	28,68	13,08

Em que: \*\*:  $p < 0,01$ ; \*:  $p < 0,05$ ; NS: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

### 3.1 Fibras

#### 3.1.1 Posição sociológica

Analisando-se a TABELA 4, pode-se observar que a classe intermediária apresenta os maiores valores de comprimento das fibras,

diâmetro tangencial e lume, sendo que as duas primeiras variáveis diferem estatisticamente das outras classes. A classe dominada apresenta o maior valor de parede das fibras, mas não difere estatisticamente do valor encontrado para a classe intermediária. No entanto, o lume é menor e diferente, estatisticamente, das outras classes.

TABELA 4 – Resultado do teste de Tukey para as dimensões das fibras conforme a posição sociológica.

Classe Sociológica	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro Tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Lume ( $\mu\text{m}$ )	Parede ( $\mu\text{m}$ )
Dominada	810,54 <sup>c</sup>	16,22 <sup>b</sup>	7,71 <sup>b</sup>	4,25 <sup>a</sup>
Intermediária	917,32 <sup>a</sup>	17,45 <sup>a</sup>	9,16 <sup>a</sup>	4,15 <sup>a</sup>
Dominante	848,02 <sup>b</sup>	16,63 <sup>b</sup>	8,83 <sup>a</sup>	3,90 <sup>b</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Florsheim *et al.* (2000) encontraram fibras mais longas e com lumes maiores na classe dominada, enquanto maiores diâmetros e paredes mais espessas foram observados na classe dominante. Rocha *et al.* (2004) observaram fibras mais longas e com paredes mais espessas na classe

dominante, já na classe intermediária ocorreram os maiores valores de diâmetro e lume das fibras. Como visto para diferentes espécies do gênero *Eucalyptus*, aos sete anos, quando se avaliam as classes sociológicas, há diferentes padrões de variabilidade para as dimensões das fibras.

A diferença para o comprimento das fibras deve ser levada em consideração, uma vez que, segundo Foelkel & Barrichelo (1975), esta característica influencia determinadamente na resistência dos papéis à tração, ao arrebentamento e ao rasgo. A resistência da celulose e papel tem uma altíssima relação com a espessura da parede da fibra. Segundo Paula (1999), fibras com paredes mais espessas possuem maior teor relativo de celulose do que fibras de paredes finas, desta forma existe uma correlação positiva entre a espessura da parede e o rendimento em produção de celulose.

Levando-se em consideração a afirmação de Shimoyama (1990), de que a espessura da parede e lume das fibras são os fatores que mais influenciam na densidade da madeira, pode-se considerar que a classe dominada tende a apresentar madeira mais densa.

Os valores dos índices de Runkel calculados entre as dimensões das fibras, relacionados com as classes sociológicas, mostram valores maiores de índice de Runkel e índice de enfeltramento para a classe dominante (TABELA 5).

TABELA 5 – Resultados dos índices calculados entre as dimensões das fibras com as classes sociológicas.

Relação	Classe sociológica		
	Dominada	Intermediária	Dominante
Índice de Runkel	1,10	0,91	0,88
Índice de Enfeltramento (%)	52,40	47,56	46,90
Fração Parede (%)	49,97	52,56	50,99
Coefficiente de Flexibilidade (%)	47,53	52,49	53,10

Considerando-se os valores do índice de Runkel, estes podem ser classificados como apropriados, uma vez que Runkel *apud* Paula (1999) propôs a seguinte classificação: fibra com índice até 0,25 é tida como excelente para papel; de 0,25 a 0,50 é muito boa; de 0,50 a 1,00 é boa; de 1,00 a 2,00 regular e, acima de 2,0 não deve ser usada para papel, tendo em vista tratar-se de fibra com paredes espessas ou muito espessas. Conforme Foelkel & Barrichelo (1975), o índice de Runkel se relaciona diretamente com as propriedades da celulose e do papel, e quando seu valor é menor do que a unidade a celulose é bem mais resistente, pois as fibras possuem maior capacidade de interligações.

Em relação à fração parede, as classes estudadas apresentaram valores que variaram de 46,90 a 52,40%, possibilitando a inferência de que a celulose produzida com essas madeiras será de qualidade inferior. Fração parede é um índice que influencia a qualidade da celulose e, de acordo com Foelkel & Barrichelo (1975), valores superiores a 40% não produzem celulose de boa qualidade, porque as fibras são extremamente rígidas, pouco flexíveis e com dificuldades nas interligações das mesmas. Essa relação mantém proporcionalidade positiva com a resistência ao rasgo e negativa com a resistência à tração, ao arrebentamento e com o peso específico. Segundo Brito *et al.* (1976), há uma correlação positiva

entre a fração parede e a resistência ao rasgo. Há controvérsias com relação a resistência à tração.

A classe dominante apresentou maior valor de coeficiente de flexibilidade. Segundo Foelkel & Barrichelo (1975), os maiores valores desse coeficiente caracterizam as fibras mais flexíveis, facilitando as ligações entre as mesmas. O coeficiente de flexibilidade relaciona-se positivamente com a resistência à tração, arrebentamento. Brito *et al.* (1976) acrescentam que maiores valores de coeficiente de flexibilidade refletem em maior massa específica da folha.

### 3.1.2 Posição em altura

As dimensões das fibras variaram de maneira diferente em relação à posição em altura do tronco das árvores estudadas (TABELA 6). Pode-se constatar que os maiores valores de comprimento e diâmetro tangencial das fibras foram observados a 50% da altura comercial e só diferem estatisticamente do menor valor verificado a 100% da altura comercial. Para o lume, o maior valor foi a 25% da altura comercial e difere estatisticamente do menor valor a 100% da altura comercial. O maior valor de parede das fibras foi detectado na base e não difere estatisticamente do valor encontrado a 50% da altura comercial; o menor valor foi a 25% da altura comercial.



TABELA 6 – Resultados do teste de Tukey para as dimensões das fibras de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade conforme a posição em altura.

Altura (%)	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro Tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Lume ( $\mu\text{m}$ )	Parede ( $\mu\text{m}$ )
0 (base)	857,44 <sup>b</sup>	17,05 <sup>a</sup>	8,38 <sup>ab</sup>	4,33 <sup>a</sup>
25	849,05 <sup>b</sup>	16,92 <sup>a</sup>	9,17 <sup>a</sup>	3,87 <sup>c</sup>
50	915,80 <sup>a</sup>	17,13 <sup>a</sup>	8,54 <sup>ab</sup>	4,30 <sup>ab</sup>
75	853,67 <sup>b</sup>	16,39 <sup>ab</sup>	8,46 <sup>ab</sup>	3,96 <sup>bc</sup>
100	786,15 <sup>c</sup>	15,94 <sup>b</sup>	8,02 <sup>b</sup>	3,95 <sup>bc</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Para *E. grandis*, Taylor (1973) detectou pequena variabilidade no comprimento das fibras na altura central das árvores. Bhat *et al.* (1990) avaliaram o comprimento das fibras a 0, 25, 50 e 75% da altura comercial em árvores com três, cinco, sete e nove anos. Segundo esses autores, o comprimento das fibras aumentou conforme a idade. Quanto à variação em altura do tronco, houve um pequeno aumento do comprimento das fibras a 25% da altura, que decresceu, posteriormente, até o topo das árvores.

Florsheim *et al.* (2000) observaram fibras mais longas a 25 e 75% da altura, maiores diâmetros também ocorreram a 25%, o lume e a parede não mostraram variação consistente. Rocha *et al.* (2004) encontraram fibras mais longas entre 25 e 50% da altura, os menores diâmetros ocorreram no topo, os maiores lumes ocorreram até 75% da altura, a espessura da parede não variou estatisticamente.

Urbinati *et al.* (2003), estudando *Terminalia ivorensis*, observaram aumento no comprimento das fibras no sentido do topo, enquanto o lume e a espessura da parede das células não apresentaram diferenças. Os autores sugerem que variações encontradas no sentido axial podem ser interpretadas como reflexo das diferentes idades do câmbio ao longo da altura do tronco. Quilhó *et al.* (2006) encontraram pouca

variação nas dimensões das fibras no sentido axial em híbridos de *E. grandis* com *E. urophylla*. Resultados similares foram relatados por Wilkes (1988) ao estudar a variação anatômica em espécies de eucalipto, para as quais a variação no sentido axial foi menor do que a radial.

Segundo Zobel & Buijtenen (1989) as mudanças no comprimento das fibras variam entre espécies, no entanto, o mais comum é observar fibras mais longas na base das árvores, esta variação pode ser explicada pelo aumento na proporção de lenho juvenil no sentido do topo.

Para *E. dunnii* foi observado decréscimo no comprimento das fibras em direção ao topo. Portanto, se o objetivo é obter fibras mais longas a altura mais indicada para encontrá-las é de 50%.

Na TABELA 7 estão representadas as relações entre as dimensões das fibras e as posições em altura estudadas.

Os maiores valores do índice de Runkel e fração parede foram observados na posição mais baixa do tronco. Esses dados discordam com aqueles encontrados por Shimoyama (1990) para o índice de Runkel. Entretanto, os valores encontrados pela autora para várias espécies do gênero *Eucalyptus*, para índice de enfiamento, foram ligeiramente superiores a 25% e nessa espécie foram a 50% da altura comercial.

TABELA 7 – Resultados dos índices calculados entre as dimensões das fibras e as posições em altura.

Relação	Altura (%)				
	0	25	50	75	100
Índice de Runkel	1,03	0,84	1,00	0,94	0,98
Fração Parede (%)	50,79	45,74	50,20	45,03	49,56
Índice de Enfiamento (%)	50,28	50,18	53,46	52,08	49,31
Coef. de Flexibilidade (%)	49,14	54,19	49,85	51,61	50,31

### 3.1.3 Posição radial

As dimensões das fibras em relação ao posicionamento na direção radial do tronco são crescentes no sentido da medula para a casca, com diferenças estatisticamente significativas para todas as características avaliadas (TABELA 8).

Ao longo dos anos, para espécies diferentes, vários autores detectaram fibras mais longas na região próxima da casca (Bamber & Humphrey, 1963; Brasil & Ferreira, 1972; Malan & Gericher, 1987; Butterfield, 1993; Vital & Della Lucia, 1987; Bhat *et al.*, 1990; Shimoyama, 1990; Baptista *et al.*, 2003; Quilhó *et al.*, 2006). Urbinati *et al.*, (2003) encontraram redução no comprimento das células próximas à casca.

Para todas as características das fibras, Rocha *et al.* (2004) observaram resultados semelhantes para *E. grandis*, ou seja, aumento da medula para a casca. Para Florsheim *et al.* (2000), com exceção do lume das fibras que foi maior na medula, todas as outras características apresentaram seus valores máximos na região da casca.

De acordo com Downes *et al.* (1997), as dimensões das fibras interferem diretamente na densidade da madeira influenciando a massa da polpa na produção de papel. Assim, fibras maiores e com paredes mais espessas podem indicar madeiras com maior densidade, embora esta propriedade também possa ser influenciada pela frequência, diâmetro dos vasos e volume dos raios (Fujiwara *et al.*, 1991; Fujiwara, 1992).

TABELA 8 – Resultados do teste de Tukey para as dimensões das fibras de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade conforme a variação radial.

Posição Radial	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro Tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Lume ( $\mu\text{m}$ )	Parede ( $\mu\text{m}$ )
Medula	740,92 <sup>c</sup>	16,15 <sup>b</sup>	8,04 <sup>b</sup>	3,98 <sup>b</sup>
Intermediária	873,26 <sup>b</sup>	16,68 <sup>b</sup>	8,72 <sup>a</sup>	4,05 <sup>b</sup>
Casca	993,85 <sup>a</sup>	17,68 <sup>a</sup>	9,02 <sup>a</sup>	4,32 <sup>a</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

## 3.2 Vasos

### 3.2.1 Classe sociológica

O comprimento dos vasos mostrou valor máximo na classe intermediária, que não diferiu estatisticamente da classe dominante. O diâmetro tangencial dos vasos apresentou um gradiente aumentando estatisticamente da medula para a casca quando se consideram as classes sociológicas (TABELA 9). A frequência dos vasos foi menor na classe dominante, e estatisticamente diferente das demais classes.

De acordo com alguns autores, maiores diâmetros tangenciais dos vasos normalmente estão

associados a menores frequências (Bamber *et al.*, 1982; Vital & Della Lucia, 1987). Esse padrão foi notado por Florsheim *et al.* (2000), em que a classe dominante apresentou maiores diâmetros e frequências mais baixas, acompanhados de vasos mais curtos. Os resultados aqui encontrados para as classes sociológicas não corroboram essa afirmação, podendo-se observar que a classe intermediária, embora não seja estatisticamente diferente da classe dominante com maior diâmetro dos vasos, apresentou a maior frequência dessas células entre as classes analisadas. Rocha *et al.* (2004) encontraram maiores diâmetros na classe dominante e menores frequências na classe intermediária.

TABELA 9 – Resultado do teste de Tukey para as dimensões e frequência dos vasos de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade conforme a posição sociológica.

Classe sociológica	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Frequência (vasos/ $\text{mm}^2$ )
Dominada	420,11 <sup>b</sup>	94,09 <sup>c</sup>	13,32 <sup>a</sup>
Intermediária	485,35 <sup>a</sup>	103,83 <sup>b</sup>	13,58 <sup>a</sup>
Dominante	463,39 <sup>a</sup>	110,68 <sup>a</sup>	11,55 <sup>b</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.2.2 Posição em altura

Observando-se a TABELA 10, pode-se constatar que o comprimento dos vasos aumentou da base até a 50% da altura comercial, diferindo estatisticamente das outras posições, após esta região o comprimento diminuiu até o topo (100%), onde apresentou valores estatisticamente iguais a 25% da altura, os menores valores foram observados na base.

Os diâmetros tangenciais foram maiores e sem diferenças estatísticas entre as posições 25 – 75%. O maior valor foi observado a 75% e o menor no topo, este, entretanto, não apresentou diferença estatisticamente significativa com o valor observado na base (TABELA 10). A frequência de vasos foi maior a 100% da altura comercial, onde foram registrados os menores valores de diâmetro tangencial.

TABELA 10 – Resultado do teste de Tukey para as dimensões dos vasos de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade conforme a posição em altura.

Altura (%)	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Frequência (vasos/ $\text{mm}^2$ )
0 (base)	384,31 <sup>d</sup>	93,78 <sup>b</sup>	9,78 <sup>d</sup>
25	427,05 <sup>c</sup>	107,63 <sup>a</sup>	11,72 <sup>c</sup>
50	539,94 <sup>a</sup>	108,27 <sup>a</sup>	12,89 <sup>bc</sup>
75	482,75 <sup>b</sup>	109,35 <sup>a</sup>	13,51 <sup>b</sup>
100	442,47 <sup>c</sup>	88,76 <sup>b</sup>	19,10 <sup>a</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Downes *et al.* (1997) reportou correlações significativas e positivas entre o diâmetro dos vasos e a altura da árvore, DAP, volume e comprimento da fibra. Florsheim *et al.* (2000) verificaram, embora sem diferença estatística, vasos mais curtos na base, o diâmetro foi maior entre 25 a 75% da altura e a frequência mostrou um gradiente, sendo maior no topo. Rocha *et al.* (2004) observaram vasos mais longos a 25% da altura comercial, decrescendo até o topo, onde foram registrados os

menores valores; o diâmetro foi menor na base e as maiores frequências ocorreram na base e no topo.

### 3.2.3 Posição radial

Na posição radial os valores de comprimento e diâmetro tangencial dos vasos foram crescentes da medula para a casca e se observou tendência inversa para frequência de vasos por  $\text{mm}^2$ . Todas as dimensões apresentaram diferenças estatisticamente significativas (TABELA 11).

TABELA 11 – Resultado do teste de Tukey para as dimensões dos vasos de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade conforme a posição radial.

Posição radial	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Frequência (vasos/ $\text{mm}^2$ )
Medula	381,62 <sup>c</sup>	86,59 <sup>c</sup>	16,68 <sup>a</sup>
Intermediária	467,76 <sup>b</sup>	103,60 <sup>b</sup>	11,34 <sup>b</sup>
Casca	539,80 <sup>a</sup>	123,32 <sup>a</sup>	9,46 <sup>c</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Vital & Della Lucia (1987) observaram em *E. grandis* e *E. urophylla*, Florsheim *et al.* (2000) em *E. saligna* e Rocha *et al.* (2004) em *E. grandis* aumento no diâmetro e comprimento dos vasos no sentido medula-casca. A tendência em relacionar vasos de maior diâmetro com menores frequências, não observada para as classes sociológicas e variação axial, mostrou-se evidente para a variação radial; Baptista *et al.* (2003), ao caracterizarem a

madeira de híbridos de *E. grandis*, verificaram que o modelo de variação medula-casca mais comum se caracteriza pelo aumento do diâmetro dos vasos e redução da frequência. Resultados similares também foram encontrados para outras espécies por Bamber & Humphrey (1963); Brasil & Ferreira (1972); Malan & Gericher (1987); Bhat *et al.* (1990); Shimoyama (1990); Florsheim *et al.* (2000); Rocha *et al.* (2004) e Urbinati *et al.* (2003).

### 3.3 Raios

#### 3.3.1 Posição sociológica

A TABELA 12 apresenta as dimensões dos raios relacionadas com as classes sociológicas estudadas. Na classe intermediária foram encontrados os maiores valores para altura (em  $\mu\text{m}$  e em número de células) e na classe dominante os maiores valores de largura (em  $\mu\text{m}$  e em número de células) e frequência por milímetro, todos com diferenças estatisticamente significativas entre as outras classes sociológicas.

Florsheim *et al.* (2000) observaram nas árvores da classe dominante raios com os maiores valores de altura, largura e frequência. Rocha *et al.* (2004) descrevem para a classe dominante, os maiores valores para altura (em  $\mu\text{m}$  e em número de células) e largura em ( $\mu\text{m}$ ), todos eles com diferenças estatisticamente significativas entre as outras classes sociológicas. Já a largura em número de células e frequência por milímetro foram maiores na classe dominada. Como visto, para os raios, não é possível estabelecer um padrão entre as diferentes espécies de eucalipto.

TABELA 12 – Resultado do teste de Tukey para dimensões e frequência dos raios de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade conforme a posição sociológica.

Classe Sociológica	Altura ( $\mu\text{m}$ )	Altura (nº células)	Largura ( $\mu\text{m}$ )	Largura (nº células)	Frequência (raios/mm)
Dominada	250,65 <sup>ab</sup>	14,83 <sup>a</sup>	16,56 <sup>b</sup>	1,14 <sup>b</sup>	11,28 <sup>b</sup>
Intermediária	260,89 <sup>a</sup>	15,66 <sup>a</sup>	15,08 <sup>b</sup>	1,08 <sup>b</sup>	10,53 <sup>c</sup>
Dominante	237,20 <sup>b</sup>	13,00 <sup>b</sup>	18,91 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>	12,45 <sup>a</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

#### 3.3.2 Posição em altura

As dimensões do parênquima radial, relacionadas com a posição em altura, estão apresentadas na TABELA 13. Os maiores valores de altura (em  $\mu\text{m}$  e em número de células) foram verificados a 50% da altura comercial. A largura dos raios (em  $\mu\text{m}$  e em número de células) e a frequência dos raios por milímetro apresentaram seus maiores valores na região da base com diferenças estatísticas significativas.

Florsheim *et al.* (2000) observaram os maiores valores das dimensões dos raios na base. Rocha *et al.* (2004) mencionam a presença de raios mais altos e menos frequentes a 50% da altura, a largura dos raios foi maior na base. Urbinati *et al.* (2003) não observaram variação na frequência dos raios no sentido axial, os maiores valores em altura, embora não diferentes estatisticamente, foram encontrados no centro do tronco, sendo os raios mais baixos na base.

TABELA 13 – Resultado do teste de Tukey para dimensões e frequência dos raios de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade conforme a posição em altura.

Posição em altura (%)	Altura ( $\mu\text{m}$ )	Altura (células)	Largura ( $\mu\text{m}$ )	Largura (células)	Frequência (raios/mm)
0	243,55 <sup>ab</sup>	14,42 <sup>a</sup>	19,65 <sup>a</sup>	1,40 <sup>a</sup>	13,15 <sup>a</sup>
25	249,48 <sup>ab</sup>	14,41 <sup>a</sup>	16,49 <sup>bc</sup>	1,14 <sup>b</sup>	11,05 <sup>bc</sup>
50	271,57 <sup>a</sup>	15,97 <sup>a</sup>	16,17 <sup>bc</sup>	1,09 <sup>b</sup>	10,50 <sup>c</sup>
75	251,58 <sup>ab</sup>	14,47 <sup>a</sup>	16,86 <sup>bc</sup>	1,12 <sup>b</sup>	11,02 <sup>bc</sup>
100	218,03 <sup>b</sup>	12,24 <sup>b</sup>	13,61 <sup>c</sup>	1,04 <sup>b</sup>	11,20 <sup>b</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.3.3 Posição radial

Com relação aos valores das dimensões dos raios, relacionados com a posição radial, percebe-se que a altura dos raios em ( $\mu\text{m}$ ) apresentou valores crescentes da medula para a casca e decrescentes, neste mesmo sentido, para altura em número de células, com diferenças estatísticas significantes somente entre os valores encontrados na região da casca nas duas variáveis (TABELA 14). A largura (em  $\mu\text{m}$  e em número de células) apresentou os maiores valores na região da medula, embora não tenha sido observada diferença estatística. A frequência dos raios por milímetro

diminuiu no sentido da casca e seus valores apresentaram diferenças estatísticas significantes.

Florsheim *et al.* (2000) notaram uma tendência dos raios em ficar mais altos e largos da medula para a casca, com menores frequências. Rocha *et al.* (2004) identificaram maiores dimensões e frequência dos raios na região da medula. Urbinati *et al.* (2003) não encontraram variação na altura dos raios no sentido radial. No entanto, a frequência foi menor na região da casca, ou autores sugerem que a variação na frequência de raios, pode ser consequência da redução das iniciais radiais no câmbio, que passa a ter mais iniciais fusiformes, o que aumentaria a proporção de fibras nessa região.

TABELA 14 – Resultado do teste de Tukey para as dimensões dos raios de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade conforme a posição radial.

Posição radial	Altura ( $\mu\text{m}$ )	Altura (células)	Largura ( $\mu\text{m}$ )	Largura (células)	Frequência (raios/mm)
Medula	231,16 <sup>b</sup>	15,07 <sup>a</sup>	17,28 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>	13,48 <sup>a</sup>
Intermediária	250,75 <sup>b</sup>	14,81 <sup>a</sup>	16,10 <sup>a</sup>	1,13 <sup>a</sup>	10,90 <sup>b</sup>
Casca	273,30 <sup>a</sup>	13,33 <sup>b</sup>	17,18 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>	9,25 <sup>c</sup>

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

## 4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- das classes sociológicas estudadas, a intermediária foi aquela que apresentou maiores valores de comprimento, diâmetro e lume de fibras; comprimento, diâmetro tangencial e frequência de vasos e raios mais altos. A classe dominada apresentou as fibras mais espessas e os menores valores de comprimento e diâmetro tangencial de vasos. Na classe dominante foram observados os menores valores de frequência de vasos e os maiores de largura e frequência de raios. A fração parede constatada pode ser caracterizada como produtora de celulose de baixa qualidade em relação ao rasgo e pouca resistência à tração do papel;
- na avaliação axial (base – topo das árvores) observou-se: a 50% da altura comercial verificaram-se fibras mais longas e de maior

diâmetro tangencial e maior comprimento de elementos de vaso; a 75% da altura comercial ocorreram vasos de maiores diâmetros; já a 100% da altura comercial observaram-se fibras mais curtas e com menores diâmetros e lumens, além de maior frequência de vasos. Os raios mais altos e mais largos foram encontrados a 50%, os mais frequentes na base; maiores valores de índice de Runkel e fração parede foram observados nas posições mais baixas do tronco;

- na avaliação radial (medula – casca) observou-se: todas as dimensões das fibras apresentaram tendência crescente neste sentido; os vasos apresentaram tendência crescente para comprimento e diâmetro tangencial e decrescente para frequência; os maiores valores da altura dos raios foram crescentes e mais largos próximos à medula e a frequência apresentou tendência decrescente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAMBER, R. K.; HORNE, R.; GRAHAN-HIGGS, A. Effect of fast growth on the wood properties of *Eucalyptus grandis*. **Australian Forest Research**, Melbourne, n. 12, p. 163-167, 1982.

\_\_\_\_\_.; HUMPHREY, F. R. A. A preliminary study of some wood properties of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Journal of the Institute of Wood Science**, Buckinghamshire, v. 11, n. 1, p. 66-70, 1963.

BHAT, K. M.; BHAT, K. V.; DHAMODARAN, T. K. Wood density and fibre length of *Eucalyptus grandis* grown in Kerala, India. **Wood and Fibre Science**, Kansas, v. 22, n. 1, p. 54-61, 1990.

BRASIL, M. A. M.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., *E. alba* Reinw e *E. grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. **IPEF**, Piracicaba, n. 5, p. 81-90, 1971.

BRITO, J. O; BARRICHELO, L. E. G.; FERREIRA, M. O melhoramento dos caracteres da madeira frente a produção de celulose e papel. **IPEF Boletim Informativo**, Piracicaba, v. 6, n. 19, p. 96-115, 1976.

BUTTERFIELD, R. P. *et al.* Radial variation in wood specific gravity, fibre length and vessel area for two Central American hardwoods: *Hyeronima alchorneoides* and *Vochysia guatemalensis*: natural and plantation-grown trees. **IAWA Journal**, Leiden, v. 14, n. 2, p. 153-161, 1993.

CALORI, J. V.; KIKUTI, P. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos 20 anos de idade. In: EUCALYPTS: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. Colombo: EMBRAPA, 1997. p. 321-326.

CARPIM, M. A.; BARRICHELO, L. E. Variabilidade da densidade de madeira de *Eucalyptus* spp. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABCP, 1983. p. 127-137.

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS - COPANT. **Madeiras, descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira; angiosperma, dicotiledôneas**. Rio de Janeiro, 1974. 15 p.

DOWNES, G. M. *et al.* **Sampling plantation eucalypts for wood and fibre properties**. Australia: CSIRO Publishing, 1997. 132 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Eucalyptus for planting**. Roma, 1979. 677 p.

FLORSHEIM, S. M. B. *et al.* Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 179-191, 2000.

FOELKEL, C. E.; BARRICHELO, L. E. G. **Tecnologia de celulose e papel**. Piracicaba: USP: ESALQ: CALQ, 1975. p. 207.

FUJIWARA, S. Anatomy and properties of Japanese hardwoods II. Variation of dimensions of ray cells and their relation to basic density. **IAWA Bull.**, Leiden. n.s. 13, p. 397-402, 1992.

\_\_\_\_\_. *et al.* Anatomy and properties of Japanese hardwoods I. Variation of dimensions of ray cells and their relation to basic density. **IAWA Bull.**, Leiden, n.s. 12, p. 419-424, 1991.

IAWA COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bull.**, Leiden, v. 10, n. 3, p. 221-259, 1989.

IWAKIRI, S. *et al.* Utilização de madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* para produção de painéis de partículas orientadas – OSB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 265-270, 2008.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

MALAN, F. S.; GERISCHER, G. E. R. Wood property differences in South African grown *Eucalyptus grandis* trees of different growth stress intensity. **Holzforrschung**, Berlin, v. 41, p. 331-335, 1987.

MONTEIRO, R. F. R. Comportamento ao frio de espécies/procedências de *Eucalyptus* na Klabin do Paraná, localizada em Telêmaco Borba. **O Papel**, São Paulo, v. 51, p. 53-65, 1990.

PAULA, J. E. Caracterização anatômica de madeiras nativas do Cerrado com vistas à produção de energia. **Revista Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 26-40, 1999.

FLORSHEIM, S. M. B. *et al.* Variação nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade.

PEREIRA, J. C. D. *et al.* **Características da madeira de algumas espécies de eucaliptos plantadas no Brasil.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113 p. (Embrapa Florestas, Documento, 38).

QUILHÓ, T.; MIRANDA, I.; PEREIRA, H. Within-tree variation in wood fibre biometry and basic density of the urograndis eucalypt hybrid (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*). **IAWA J.**, Leiden, v. 27, n. 3, p. 243-254, 2006.

ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-55, 2004.

ROCHA, M. P. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias. 2000. 185 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Madeira) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SCHNEIDER, P. R. *et al.* Equações de volume para *Eucalyptus dunnii* Maiden, determinadas para a depressão central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 425-228, 1997.

SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* spp.** 1990. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

TAYLOR, F. W. Anatomical wood properties of South African *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 84, p. 20-24, 1973.

TAYLOR, F. W. Difference in the wood of *Eucalyptus grandis* grown in different parts of South Africa. In: IUFRO CONGRESS, 1973, Johannesburg. Johannesburg: IUFRO, 1973. p. 1021-6.

TISCHLER, K. **Improvement of *Eucalyptus camaldulensis* wood.** 1976. 125 f. PhD. Thesis - Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem.

TRUGILHO, P. F. **Tensão de crescimento em árvores vivas de clones de *Eucalyptus* spp e de *Eucalyptus dunnii* Maiden e propriedades da sua madeira.** 2005. 167 f. Tese (Pós-doutorado em Engenharia Florestal) - Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

URBINATI, C. V. *et al.* Variação estrutural quantitativa no lenho de *Terminalia ivorensis* A. Chev., Combretaceae. **Acta bot. bras.**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 421-437, 2003.

VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M. Effect of tree spacing on wood production and wood quality of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophylla* at 52 months. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 11, p. 132-145, 1987.

WILKES, J. Variations of wood anatomy within species of *Eucalyptus*. **IAWA Bulletin**, Leiden, n. 9, p. 13-23, 1988.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. van. **Wood variation: its causes and control.** Berlin: Springer Verlag, 1989. 363 p. (Spring Series in Wood Science).

# COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DE AVES EM DUAS FLORESTAS SECUNDÁRIAS CONTÍGUAS NO SUDESTE DO BRASIL<sup>1</sup>

Alexsander Zamorano ANTUNES<sup>2</sup>

Bruna WYRGUN<sup>3</sup>

Marilda Rapp de ESTON<sup>4</sup>

## RESUMO

Muitas décadas são necessárias até que uma floresta secundária apresente uma estrutura semelhante à de uma área em estágio avançado. Há espécies de aves florestais que dependem de florestas avançadas, enquanto outras utilizam florestas secundárias. Neste trabalho se compara a riqueza de espécies de aves, a estrutura trófica da comunidade e a presença de espécies de distribuição restrita em duas florestas secundárias contíguas, mas com estruturas de vegetação distintas: os parques estaduais Alberto Löfgren - PEAL e Cantareira - PEC. As aves foram amostradas em trajetos efetuados entre agosto de 2005 e dezembro de 2008, e a vegetação foi avaliada a partir de 100 pontos quadrantes por parque. A riqueza e o número de espécies de aves com distribuição restrita foram significativamente maiores no PEC. As guildas insetívoros do sub-bosque, insetívoros terrestres e frugívoros terrestres apresentaram riqueza menor de espécies no PEAL em relação ao PEC. Concluiu-se que a avifauna florestal do PEAL é um subconjunto da avifauna do PEC, que a vegetação menos desenvolvida do primeiro e dificuldades de estabelecimento de populações são as possíveis causas das diferenças observadas entre os parques e que ações de manejo podem aumentar a riqueza no PEAL, o que seria importante regionalmente.

Palavras-chave: Mata Atlântica; guildas; dinâmica fonte-ralo.

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar das florestas neotropicais apresentarem grande capacidade de regeneração, este processo é influenciado pelo tipo e intensidade de uso do solo e pela distância de remanescentes florestais que sirvam de fonte de propágulos, podendo levar mais de 50 anos para que uma área de floresta secundária apresente

## ABSTRACT

Many decades are required to a secondary forest shows a structure similar to an area in advanced stage. Some forest bird species depend on forest in advanced stage, while others use secondary forests. This work compares the richness of bird species, the trophic structure of the community and the presence of species of restricted distribution in two adjacent secondary forests, but with different structures of vegetation: the State Parks Alberto Löfgren - PEAL and Cantareira - PEC. Birds were sampled on paths made between August 2005 and December 2008 and vegetation was evaluated from 100 points per park. The richness and number of bird species with restricted distribution were significantly higher in the PEC. The guilds of the sub-forest insectivores, terrestrial insectivores and frugivores land showed large reductions on species richness in PEAL in relation to the PEC. It is concluded that the forest avifauna of PEAL is a sub-set of the avifauna of the PEC, the vegetation to the first one is least developed and difficulties of establishing populations are the possible causes of the differences observed between the parks and management actions may increase the wealth in the PEAL, what would be important regionally.

Keywords: Atlantic Forest; guilds; source-sink dynamics.

estrutura semelhante à de uma área em estágio avançado de sucessão (Guariguata & Ostertag, 2001; De Walt *et al.*, 2003; Dunn, 2004; Liebsch *et al.*, 2007). Para a Mata Atlântica, um período superior a 150 anos pode ser necessário para que a vegetação apresente características ecológicas semelhantes às da floresta madura, por exemplo, a predominância de espécies zoocóricas (Liebsch *et al.*, 2008).

(1) Aceito para publicação em abril de 2009.

(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: alexza@if.sp.gov.br

(3) Universidade Presbiteriana Mackenzie. Bolsista da FUNDAP. E-mail: brunagt\_1@yahoo.com.br

(4) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: marildarapp@if.sp.gov.br



Com relação à avifauna dessas florestas, é amplamente reconhecido que a riqueza, a composição e a abundância de espécies, assim como a estrutura trófica das comunidades, são influenciadas pela complexidade estrutural da vegetação e pela disponibilidade de recursos. Resultando que certos grupos dependem da existência de floresta em estágio avançado, enquanto outros se beneficiam dos recursos de áreas secundárias (Rahbek, 1997; Borges & Stouffer, 1999; Aleixo, 2001; Blake & Loiselle, 2001; Protomastro, 2001).

O objetivo do presente trabalho foi comparar as comunidades de aves de duas áreas de florestas secundárias contíguas, mas que apresentam diferenças estruturais na vegetação. Especificamente, elas são comparadas em relação à riqueza de espécies, estrutura trófica e à presença de espécies de distribuição restrita.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

As áreas amostradas foram o Parque Estadual Alberto Löfgren - PEAL e os núcleos Águas Claras e Pedra Grande do Parque Estadual da Cantareira - PEC, localizados na zona norte da cidade de São Paulo, com alguns trechos já no município vizinho de Mairiporã. O PEAL, com as coordenadas 23° 27' 41" S e 46° 37' 54" W, e altitude média de 776 m, ocupa uma área de 174 ha, dos quais 35 ha estão abertos à visitação pública (Clauset, 1999). O Parque Estadual da Cantareira - PEC localiza-se entre as coordenadas 23° 22' S e 46° 36' W, ocupando uma área de aproximadamente 7.900 ha, na zona norte do município de São Paulo e partes dos municípios de Caieiras, Mairiporã e Guarulhos, a altitude média na área é de 850 m (Negreiros *et al.*, 1974). A área dos núcleos Águas Claras e Pedra Grande corresponde a 2.832,84 ha ou 37% do PEC. De acordo com Ventura *et al.* (1965/66), o solo dessas Unidades de Conservação é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo-fase rasa (LVr), e o clima é do tipo Cfb, temperado de inverno seco, segundo a classificação climática de Köppen.

A vegetação predominante no PEAL é constituída por talhões de espécies arbóreas nativas e exóticas, tais como *Eucalyptus* spp., *Pinus* spp. e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que apresentam sub-bosque em variados graus de regeneração, formado por espécies vegetais dos estádios de sucessão ecológica inicial e médio da Floresta Ombrófila Densa.

As áreas amostradas estavam distantes da área de uso público. Já nos núcleos amostrados no PEC, a vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa Montana em estágio médio de sucessão (Negreiros *et al.*, 1974) e as amostragens ocorreram durante os dias em que o parque não estava aberto à visitação. Nas duas áreas, a vegetação florestal vem se regenerando desde o final do século XIX.

A porção norte do PEAL é contígua ao PEC, porém a área de uso público, onde a vegetação é constituída basicamente por árvores esparsas e canteiros com plantas ornamentais, se interpõe entre esta e as outras áreas florestais do parque. Ambas as UCs são reconhecidas internacionalmente como uma Área Importante para a Conservação das Aves - IBA (Bencke *et al.*, 2006).

As aves foram amostradas pelo Método de Trajetos (Willis, 1979) entre agosto de 2005 e fevereiro de 2009, totalizando 550 horas de esforço amostral para o PEAL e 450 horas para o PEC. Foram percorridas as trilhas existentes. As espécies foram identificadas através de vocalizações e visualizações, com auxílio de binóculos 8x40. A presença de algumas espécies foi documentada através de gravações de vocalizações, com gravador de fita de rolo Nagra E e microfone direcional Sennheiser MKH 816 T ou com PMD222 Marantz e microfone Sennheiser ME66/K6C.

A nomenclatura científica adotada é a do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2008). Os nomes populares apresentados são, na sua maioria, os sugeridos por Willis & Oniki (1991). Apenas espécies dependentes de florestas e diurnas foram consideradas (Parker III *et al.*, 1996). Como uma maneira de avaliar a estrutura trófica das comunidades das UCs, as aves foram agrupadas nas guildas propostas por Willis (1979), com algumas adaptações, e foram classificadas quanto à distribuição geográfica, restrita ou ampla, de acordo com Bencke *et al.* (2006).

Para indicar a estrutura da vegetação nas áreas, foram amostrados, através do método dos pontos quadrantes (Durigan, 2003), os parâmetros densidade de árvores (indivíduos/ha), área basal total (m<sup>2</sup>/ha), DAP médio (cm) e altura média (m). Foram efetuados 100 pontos por UC. Esses parâmetros foram comparados entre as áreas seguindo a fórmula utilizada por Aleixo (1999) e considerando-se o PEC como a menos perturbada: (PEAL – PEC)/PEC x 100.

A similaridade entre as áreas (Magurran, 1988) foi calculada através do Índice de Sørensen (Is). Para avaliar as diferenças na riqueza de espécies, na estrutura trófica e na presença de

espécies de distribuição restrita entre as UCs, foi utilizado o teste  $\chi^2$ .

A FIGURA 1 apresenta a localização da área de estudo.

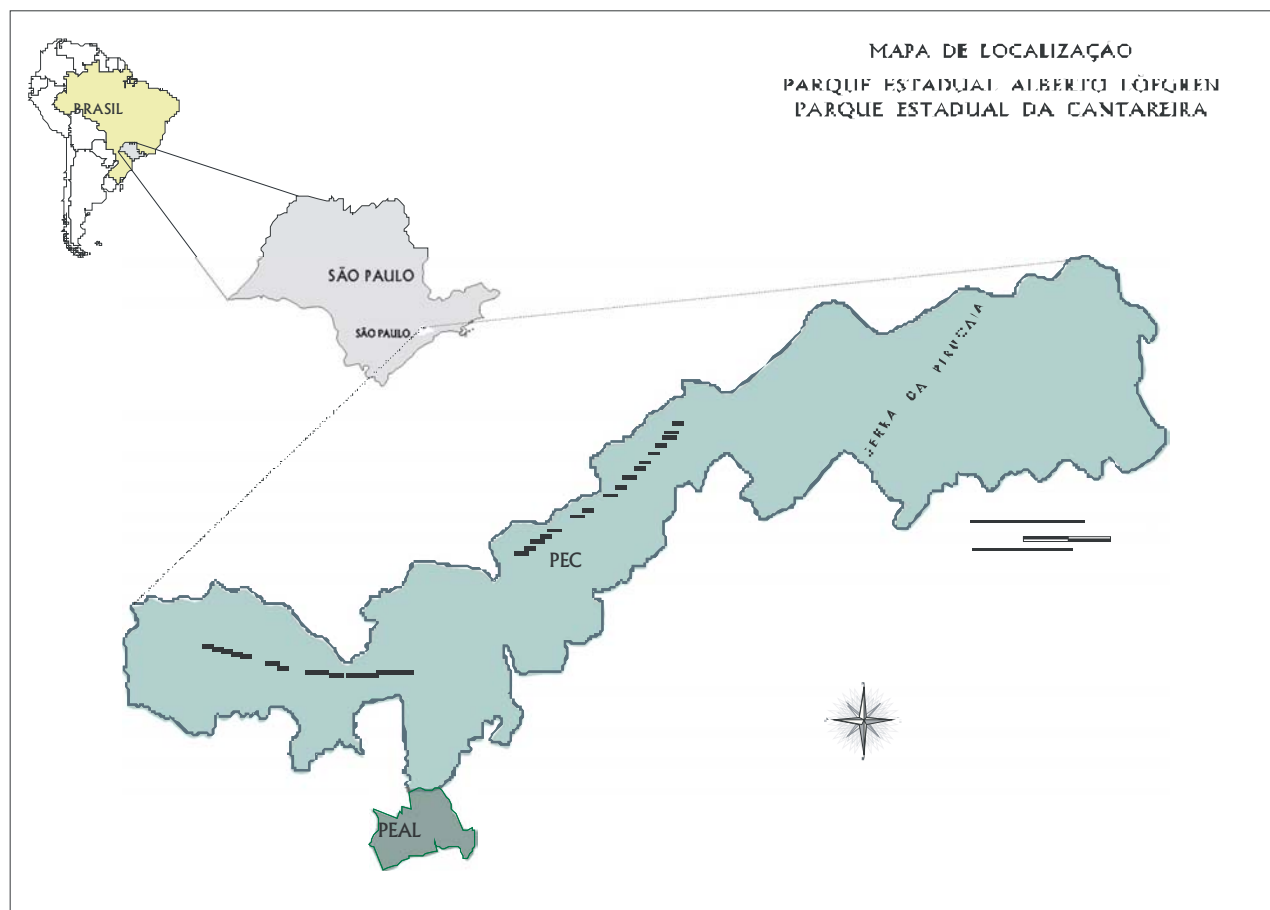


FIGURA 1 – Localização da área de estudo.

### 3 RESULTADOS

Foram registradas 87 espécies no PEAL e 138 no PEC (TABELA 1), tais riquezas diferiram significativamente ( $\chi^2 = 11,11$  g. l. 1,  $P = 0,0009$ ). A comunidade do PEAL representa 63% da avifauna do PEC e a similaridade entre as áreas é alta ( $Is = 0,77$ ). A estrutura da vegetação diferiu entre as duas áreas (TABELA 2), o PEAL apresentou basicamente uma maior densidade de árvores enquanto o PEC uma maior área basal.

Entre as espécies detectadas no PEAL, 12 não apresentam populações estabelecidas,

tendo sido registrados apenas indivíduos isolados por períodos relativamente curtos: *Tinamus solitarius*, *Odontophorus capueira*, *Micrastur semitorquatus*, *Hypoedaleus guttatus*, *Drymophila ferruginea*, *Myrmeciza squamosa*, *Chamaeza campanisona*, *Sclerurus scansor*, *Automolus leucophthalmus*, *Philydor atricapillus*, *Cacicus chrysopterus* e *Cacicus haemorrhous*. Outras duas foram observadas apenas sobrevoando o PEAL em algumas ocasiões: *Leucopternis lacernulatus* e *Pionopsitta pileata*. Para *Schiffornis virescens* foi obtido um único registro, um indivíduo que colidiu com uma janela. Essas 15 espécies não foram consideradas nas análises posteriores.

TABELA 1 – Aves florestais registradas nos Parques Estaduais da Cantareira e Alberto Löfgren (PEAL). Guildas: CA = Carnívoros; FD = Frugívoros do Dossel; FT = Frugívoros Terrestres; GTA = Granívoros dos Taquarais; ID = Insetívoros do Dossel; ISU = Insetívoros do Sub-bosque; ITA = Insetívoros dos Taquarais; ITE = Insetívoros Terrestres; ITG = Insetívoros de Troncos e Galhos; NI = Nectarívoros Insetívoros; OD = Ontívoros do Dossel; OS = Ontívoros do Sub-bosque; R = espécie com distribuição geográfica restrita.

Táxon	Nome Popular	Guilda	Distribuição	PEAL	PEC
<b>Ordem Tinamiformes</b>					
<b>Família Tinamidae</b>					
<i>Tinamus solitarius</i> (Vieillot, 1819)	macuco	FT	R	X	X
<i>Crypturellus obsoletus</i> (Temminck, 1815)	inhambu-guaçu	FT		X	X
<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	inhambu-chintã	FT		X	X
<b>Galliformes</b>					
<b>Cracidae</b>					
<i>Penelope obscura</i> Temminck, 1815	jacuguaçu	FD		X	X
<b>Odontophoridae</b>					
<i>Odontophorus capueira</i> (Spix, 1825)	uru-capueira	FT	R	X	X
<b>Falconiformes</b>					
<b>Accipitridae</b>					
<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	gavião-de-cabeça-cinza	CA			X
<i>Leucopternis lacernulatus</i> (Temminck, 1827)	gavião-pombo-pequeno	CA	R	X	X
<i>Pernohierax leucorhous</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	gavião-de-sobre-branco	CA			X
<i>Spizaetus tyrannus</i> (Wied, 1820)	gavião-pega-macaco	CA			X
<b>Falconidae</b>					
<i>Micrastur ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	falcão-caburé	CA			X
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	falcão-relógio	CA		X	X
<b>Columbiformes</b>					
<b>Columbidae</b>					
<i>Patagioenas plumbea</i> (Vieillot, 1818)	pomba-amargosa	FD			X
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	FT		X	X
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	juriti-gemedeira	FT		X	X
<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	juriti-piranga	FT			X

continua

continuação – TABELA I

Táxon	Nome Popular	Guilda	Distribuição	PEAL	PEC
<b>Psittaciformes</b>					
<b>Psittacidae</b>					
<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1817)	tiriba-de-testa-vermelha	FD	R	X	X
<i>Brotheris tirica</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rico	FD	R	X	X
<i>Pionopsitta pileata</i> (Scopoli, 1769)	cuiú-cuiú	FD	R	X	X
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca-verde	FD		X	X
<b>Cuculiformes</b>					
<b>Cuculidae</b>					
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	ID		X	X
<b>Apodiformes</b>					
<b>Trochilidae</b>					
<i>Phaethornis eurynome</i> (Lesson, 1832)	rabo-branco-de-garganta-rajada	NI	R	X	X
<i>Aphantochroa cirrochloris</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-cinza	NI	R	X	X
<i>Florisuga fusca</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-preto	NI	R	X	X
<i>Thalurania glaucopsis</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-frente-violeta	NI	R	X	X
<i>Leucochloris albicollis</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-papo-branco	NI	R	X	X
<i>Amazilia versicolor</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-banda-branca	NI		X	X
<i>Clytolaema rubricauda</i> (Boddaert, 1783)	beija-flor-rubi	NI	R		X
<b>Trogoniformes</b>					
<b>Trogonidae</b>					
<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucuá-variado	OD	R		X
<b>Galluliformes</b>					
<b>Bucconidae</b>					
<i>Malacoptila striata</i> (Spix, 1824)	barbudo-rajado	ISU	R	X	X
<b>Piciformes</b>					
<b>Ramphastidae</b>					
<i>Ramphastos vitellinus</i> Lichtenstein, 1823	tucano-de-bico-preto	FD		X	X
<i>Ramphastos dicolorus</i> Linnaeus, 1766	tucano-de-bico-verde	FD	R	X	X
<i>Pteroglossus bailloni</i> (Vieillot, 1819)	araçari-banana	FD	R		X

continua

continuação – TABELA 1

Táxon	Nome Popular	Guilda	Distribuição	PEAL	PEC
<b>Picidae</b>					
<i>Picumnus temminckii</i> Lafresnaye, 1845	picapau-anão-de-coleira	ITG	R	X	X
<i>Melanerpes flavifrons</i> (Vieillot, 1818)	benedito	ITG	R		X
<i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	picapau-manchado	ITG	R	X	X
<i>Piculus aurulentus</i> (Temminck, 1821)	picapau-verde-dourado	ITG	R	X	X
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	picapau-carijó	ITG		X	X
<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788)	picapau-velho	ITG		X	X
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	picapau-de-banda-branca	ITG		X	X
<i>Campephilus robustus</i> (Lichtenstein, 1818)	picapau-rei	ITG	R		X
<b>Passeriformes</b>					
<b>Thamnophilidae</b>					
<i>Hypodaleus guttatus</i> (Vieillot, 1816)	chocão-carijó	ID	R	X	X
<i>Batara cinerea</i> (Vieillot, 1819)	matracão	ITA			X
<i>Mackenziaena leachii</i> (Such, 1825)	borralhara-assobiadora	ITA	R		X
<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	choca-da-mata	ISU		X	X
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa	ISU		X	X
<i>Myrmotherula gularis</i> (Spix, 1825)	choquinha-estrelada	ISU	R		X
<i>Herpilochmus rufimarginatus</i> (Temminck, 1822)	chorozinho-de-asa-ruiva	ID		X	X
<i>Drymophila ferruginea</i> (Temminck, 1822)	dituí	ITA	R	X	X
<i>Drymophila ochropyga</i> (Hellmayr, 1906)	trovoada-ocre	ITA	R		X
<i>Pyriglena leucoptera</i> (Vieillot, 1818)	olho-de-fogo-do-sul	ISU	R		X
<i>Myrmeciza squamosa</i> Pelzeln, 1868	formigueiro-da-grota	ITE	R	X	X
<b>Conopophagidae</b>					
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831)	chupa-dente-marrom	ITE	R	X	X
<b>Grallariidae</b>					
<i>Grallaria varia</i> (Boddaert, 1783)	tovacuçu-malhado	ITE		X	X
<b>Rhinocryptidae</b>					
<i>Scytalopus notorius</i> Raposo, Stopiglia, Loskot & Kirwan, 2006	macuquinho-serrano	ITA	R		X
<b>Formicariidae</b>					
<i>Chamaeza campanisona</i> (Lichtenstein, 1823)	tovaca-campainha	ITE		X	X
<i>Chamaeza meruloides</i> Vigors, 1825	tovaca-cantador	ITE	R		X

continua

continuação – TABELA 1

Táxon	Nome Popular	Guilda	Distribuição	PEAL	PEC
<b>Scleruridae</b>					
<i>Sclerurus scansor</i> (Menetries, 1835)	vira-folha-vermelho	ITE	R	X	X
<b>Dendrocolaptidae</b>					
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde	ITG		X	X
<i>Xiphocolaptes albicollis</i> (Vieillot, 1818)	cochi-de-garganta-branca	ITG		X	X
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	arapaçu-de-bico-preto	ISU		X	X
<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	ITG	R	X	X
<i>Lepidocolaptes falcinellus</i> (Cabanis & Heine, 1859)	arapaçu-escamoso-do-sul	ITG	R		X
<b>Furnariidae</b>					
<i>Synallaxis ruficapilla</i> Vieillot, 1819	pichororé	ISU	R	X	X
<i>Cranioleuca pallida</i> (Wied, 1831)	joão-pálido	ID	R	X	X
<i>Phacellodomus ferrugineigula</i> (Pelzeln, 1858)	joão-botina	ISU	R		X
<i>Anabacerthia amaurotis</i> (Temminck, 1823)	limpa-folha-miúdo	ISU	R		X
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832)	limpa-folha-quiete	ISU			X
<i>Philydor atricapillus</i> (Wied, 1821)	limpa-folha-coroado	ISU	R	X	X
<i>Philydor rufum</i> (Vieillot, 1818)	limpa-folha-de-testa-canela	ID			X
<i>Anabazenops fuscus</i> (Vieillot, 1816)	limpa-folha-de-coleira	ITA	R		X
<i>Automolus leucophthalmus</i> (Wied, 1821)	barranqueiro-de-olho-branco	ISU	R	X	X
<i>Lochmias nematura</i> (Lichtenstein, 1823)	joão-de-riacho	ITE		X	X
<i>Heliobletus contaminatus</i> Berlepsch, 1885	trepadorzinho	ITG	R		X
<i>Xenops minutus</i> (Sparman, 1788)	bico-virado-miúdo	ITG			X
<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821	bico-virado-carijó	ITG		X	X
<b>Tyrannidae</b>					
<i>Mionectes rufiventris</i> Cabanis, 1846	abre-asa-de-cabeça-cinza	OS	R		X
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	abre-asa-cabeçudo	ISU		X	X
<i>Hemitriccus diops</i> (Temminck, 1822)	maria-de-olho-falso	ITA	R		X
<i>Hemitriccus orbitatus</i> (Wied, 1831)	maria-tiririzinha	ISU	R		X
<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i> (Lafresnaye, 1846)	tororó	ISU			X
<i>Todirostrum poliocephalum</i> (Wied, 1831)	ferreirinho-teque-teque	ID	R	X	X
<i>Phyllomyias burmeisteri</i> Cabanis & Heine, 1859	poaieiro-do-sul	OD			X

continua

continuação – TABELA 1

Táxon	Nome popular	Guilda	Distribuição	PEAL	PEC
<b>Tyrannidae</b>					
<i>Phyllomyias griseicapilla</i> Sclater, 1862	poaieiro-serrano	OD	R		X
<i>Phylloscartes ventralis</i> (Temminck, 1824)	borboletinha	OD			X
<i>Phylloscartes eximius</i> (Temminck, 1822)	barbudinho-do-sul	ISU	R		X
<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	maria-cigarra	ISU	R	X	X
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta	ID		X	X
<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho-de-garganta-branca	ISU		X	X
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado	ISU		X	X
<i>Legatus leucophaius</i> (Vieillot, 1818)	bentevi-pirata	OD			X
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bentevi-rajado	OD		X	X
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	OD		X	X
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	bentevi-peitica	OD		X	X
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	maria-irré	ID			X
<i>Attila rufus</i> (Vieillot, 1819)	tinguaçu-de-cabeça-cinza	OS	R		X
<b>Cotingidae</b>					
<i>Procnias nudicollis</i> (Vieillot, 1817)	araponga	FD	R	X	X
<i>Pyroderus scutatus</i> (Shaw, 1792)	pavó	FD	R	X	X
<b>Pipridae</b>					
<i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw & Nodder, 1793)	tangará-dançarino	OS	R	X	X
<b>Tityridae</b>					
<i>Oxyruncus cristatus</i> Swainson, 1821	bico-agudo	OD			X
<i>Schiffornis virescens</i> (Lafresnaye, 1838)	flautim-verde	OS	R	X	X
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	araponguinha-de-rabo-preto	OD		X	X
<i>Pachyrhamphus castaneus</i> (Jardine & Selby, 1827)	caneleiro-castanho	ID		X	X
<i>Pachyrhamphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	ID		X	X
<i>Pachyrhamphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-crista	ID		X	X
<b>Vireonidae</b>					
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	ID		X	X
<i>Vireo olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	juruvicara-oliva	OD		X	X
<i>Hylophilus poicilotis</i> Temminck, 1822	vite-vite-coroado	ID	R		X

continua

continuação – TABELA 1

Táxon	Nome Popular	Guilda	Distribuição	PEAL	PEC
<b>Turdidae</b>					
<i>Turdus flavipes</i> (Vieillot, 1818)	sabiá-una	OS		X	X
<i>Turdus subalaris</i> (Seeböhm, 1887)	sabiá-ferreiro	OS		X	X
<i>Turdus rufigularis</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	OS		X	X
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	OS		X	X
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	OS		X	X
<b>Coerebidae</b>					
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	NI		X	X
<b>Thraupidae</b>					
<i>Orchesticus abeillei</i> (Lesson, 1839)	tié-castanho	OD	R		X
<i>Orthogonyx chloricterus</i> (Vieillot, 1819)	catirumbava	OD	R		X
<i>Trichothraupis melanops</i> (Vieillot, 1818)	tié-de-topete	OS		X	X
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	tié-da-mata	OS		X	X
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	gurundi	OS	R		X
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinza	OD		X	X
<i>Pipraeidea melanonota</i> (Vieillot, 1819)	saíra-viúva	OD		X	X
<i>Tangara seledon</i> (Statius Muller, 1776)	saíra-de-sete-cores	OD	R		X
<i>Tangara desmaresti</i> (Vieillot, 1819)	saíra-da-serra	OD	R		X
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha	OD		X	X
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	OD		X	X
<i>Hemithraupis ruficapilla</i> (Vieillot, 1818)	saíra-ferrugem	OD	R		X
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	figuinha-de-rabo-castanho	OD		X	X
<b>Emberizidae</b>					
<i>Haplospiza unicolor</i> Cabanis, 1851	catatau	GTA	R		X
<i>Sporophila frontalis</i> (Verreaux, 1869)	pichocho	GTA	R		X
<b>Cardinalidae</b>					
<i>Saltator fuliginosus</i> (Daudin, 1800)	bico-de-pimenta	OD	R		X
<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro-de-asa-verde	OD		X	X

continua



continuação – TABELA I

Táxon	Nome Popular	Guilda	Distribuição	PEAL	PEC
<b>Parulidae</b>					
<i>Parula pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita-do-sul	ID		X	X
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula-coroado	ISU		X	X
<i>Basileuterus leucoblepharus</i> (Vieillot, 1817)	pula-pula-assobiador	ITE	R	X	X
<b>Icteridae</b>					
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	japiim-guaxe	OD		X	X
<i>Cacicus chrysopterus</i> (Vigors, 1825)	japiim-soldado	OD		X	X
<b>Fringillidae</b>					
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	OD		X	X
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	gaturamo-verdadeiro	OD		X	X
<i>Euphonia pectoralis</i> (Latham, 1801)	ferro-velho	OD	R	X	X

TABELA 2 – Parâmetros indicadores da estrutura da vegetação nos parques estaduais Alberto Löfgren - PEAL e da Cantareira - PEC.

Parâmetro	PEAL	PEC	Porcentagem de Variação
Densidade de árvores (indivíduos/ha)	1941,39	1189,67	- 63,18
Área Basal Total (m <sup>2</sup> /ha)	15,69	32,00	50,96
DAP médio (cm)	18,71	19,48	3,95
Altura média (m)	5,20	6,22	16,40

As 72 espécies regulares no PEAL foram agrupadas em nove guildas (TABELA 3) e outras três guildas adicionais foram reconhecidas para a comunidade do PEC: carnívoros, granívoros dos taquarais e insetívoros dos taquarais. Apesar da riqueza não diferir significativamente entre guildas (TABELA 3), observa-se que o PEAL apresentou número menor de espécies em todas as guildas quando comparado ao PEC e que para três delas a diferença foi acentuada, 50% para os insetívoros do sub-bosque e insetívoros terrestres e 72% para os frugívoros terrestres (FIGURA 2).

Quanto à distribuição das espécies, 24 (33%) do PEAL podem ser consideradas como de distribuição restrita, enquanto 66 (48%) do PEC o são, e esses valores diferiram significativamente ( $\chi^2 = 18,67$  g. l. 1,  $P < 0,0001$ ). Portanto, a comunidade do PEAL apresentou uma diferença de 64% na riqueza de espécies restritas em relação ao PEC. O número de espécies de distribuição mais ampla também diferiu entre as áreas ( $\chi^2 = 4,41$  g. l. 1,  $P = 0,036$ ), porém a riqueza do PEAL foi apenas 34% menor do que a do PEC, 48 e 72 espécies respectivamente.

TABELA 3 – Riqueza de espécies por guilda para os parques estaduais Alberto Löfgren - PEAL e da Cantareira - PEC, com a redução na riqueza do PEAL em relação ao PEC.

Guilda	PEC Número de Espécies	PEAL Número de Espécies (Redução em %)	$\chi^2$
Carnívoros	6	–	–
Frugívoros do Dossel	11	8 (27)	0,47
Frugívoros Terrestres	7	2 (72)	2,77
Granívoros dos Taquarais	2	–	–
Insetívoros do Dossel	14	9 (36)	1,08
Insetívoros do Sub-bosque	20	10 (50)	3,33
Insetívoros dos Taquarais	7	–	–
Insetívoros Terrestres	8	4 (50)	2,27
Insetívoros de Troncos e Galhos	15	9 (40)	1,50
Nectarívoros Insetívoros	8	6 (25)	0,28
Onívoros do Dossel	28	16 (43)	3,27
Onívoros do Sub-bosque	12	8 (33)	0,80

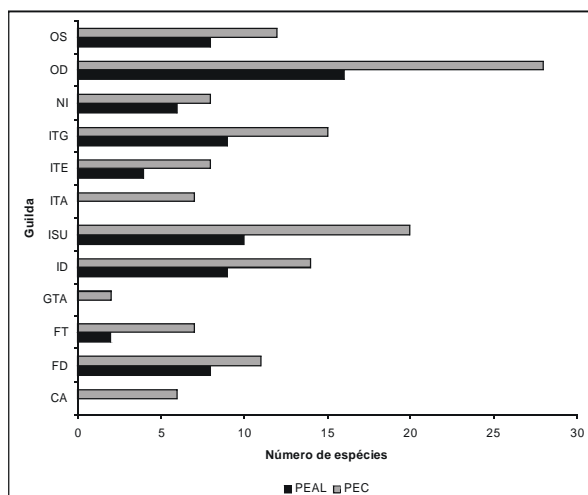


FIGURA 2 – Representação das guildas nas comunidades de aves dos parques estaduais Alberto Löfgren - PEAL e da Cantareira - PEC. Guildas: CA = Carnívoros; FD = Frugívoros do Dossel; FT = Frugívoros Terrestres; GTA = Granívoros dos Taquarais; ID = Insetívoros do Dossel; ISU = Insetívoros do Sub-bosque; ITA = Insetívoros dos Taquarais; ITE = Insetívoros Terrestres; ITG = Insetívoros de Troncos e Galhos; NI = Nectarívoros Insetívoros; OD = Onívoros do Dossel e OS = Onívoros do Sub-bosque.

#### 4 DISCUSSÃO

Devido ao esforço amostral efetuado no PEAL, foi possível separar acuradamente as espécies regulares das ocasionais, o que é muito importante para a comparação entre comunidades de áreas contíguas (Petit *et al.*, 1999).

As diferenças na riqueza e na composição de espécies entre as UCs estão provavelmente relacionadas às diferenças em área, estrutura da vegetação, ausência ou redução de certos habitats (ex. moitas de taquara nativas) ou recursos e dificuldade de dispersão. Os resultados apóiam a constatação de que espécies com distribuição geográfica restrita são mais sensíveis a essas alterações do que espécies com distribuição ampla (Aleixo, 2001; Harris & Pimm, 2004, 2007; Antunes, 2007).

Diferenças nas taxas de predação de algumas espécies, também podem influenciar nos padrões observados, pois no PEAL a densidade de predadores provavelmente é maior do que no PEC, devido à grande população de cães e gatos domésticos errantes. Espécies terrestres de grande porte são mais vulneráveis a esse impacto e guildas que incluem membros com essas características apresentaram uma riqueza bem menor no PEAL. A competição com tais predadores generalistas

pode ser responsável pela ausência de populações residentes de aves florestais carnívoras no PEAL, como por exemplo falcões do gênero *Micrastur*.

Para algumas espécies, ocorre uma dinâmica populacional “fonte-ralo” (Pulliam, 1988), já que os indivíduos provenientes do PEC (fonte) conseguem se dispersar até o PEAL (ralo), mas não estabelecem populações: *Tinamus solitarius*, *Odontophorus capueira*, *Hypoedaleus guttatus*, *Drymophila ferruginea*, *Myrmeciza squamosa*, *Chamaeza campanisona*, *Sclerurus scansor*, *Automolus leucophthalmus* e *Philydor atricapillus*. Indícios de que as dificuldades de dispersão/estabelecimento podem ser tão importantes quanto a disponibilidade de recursos na composição da comunidade do PEAL, o que sugere nichos vagos, surgem da observação de alterações no comportamento de forrageio de certas espécies residentes. Por exemplo, *Basileuterus culicivorus* que forrageia sobre a folhagem desde próximo ao solo até o dossel no PEAL, enquanto no PEC se restringe ao sub-bosque. Essa possível liberação ecológica dessa espécie foi relatada anteriormente, para um fragmento florestal do município de Campinas, por Aleixo & Vielliard (1995). Para o PEAL, esse comportamento foi observado tanto em áreas com sub-bosque aberto quanto em áreas em que este é denso,

muito similar ao observado no PEC, demonstrando que a densidade da vegetação não é um fator limitante e sim que esta espécie explora os recursos nos diferentes níveis da floresta, provavelmente devido à ausência de outras espécies de aves com comportamento de forrageio semelhante e que ocupariam os estratos superiores.

## 5 CONCLUSÕES

A avifauna do PEAL é um subconjunto da comunidade de aves do PEC, dominada por espécies de ampla distribuição geográfica.

Tanto as diferenças na estrutura da vegetação quanto na disponibilidade de recursos e densidade de predadores de médio porte entre os Parques influenciam na colonização do PEAL.

O manejo do PEAL visando ao controle de predadores exóticos, o aumento da conectividade e o esforço para tornar a vegetação mais similar à do PEC, poderiam aumentar a riqueza local e favorecer o aumento da população de várias espécies na região, já que existem poucos remanescentes florestais no entorno do PEC.

## 6 AGRADECIMENTOS

À Ana Maria Rodrigues dos Santos pelo auxílio na coleta de dados no PEC. Aos gestores das UCs, Ana Lúcia Arromba do PEAL e Fernando Décio do PEC, pelo apoio à pesquisa e à Fátima Marino pela confecção do mapa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIXO, A. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. **Condor**, Santa Clara, v. 101, n. 2, p. 537-548, 1999.

\_\_\_\_\_. Conservação da avifauna da Floresta Atlântica: efeitos da fragmentação e a importância de florestas secundárias. In: ALBUQUERQUE, J. L. B. *et al.* (Ed.). **Ornitologia e conservação** – da ciência às estratégias. Tubarão: Unisul, 2001. p. 199-206.

\_\_\_\_\_.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 493-511, 1995.

ANTUNES, A. Z. Riqueza e dinâmica de aves endêmicas da Mata Atlântica em um fragmento de floresta estacional semidecidual no sudeste do Brasil. **Rev. Bras. Orn.**, São Leopoldo, v. 15, n. 1, p. 61-68, 2007.

BENCKE, G. A. *et al.* (Org.). **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil. Parte I – Estados do domínio da Mata Atlântica**. São Paulo: SAVE Brasil, 2006. 494 p.

BLAKE, J. G.; LOISELLE, B. A. Bird assemblages in second-growth and old-growth forests, Costa Rica: perspectives from mist nets and point counts. **Auk**, Boston, v. 118, n. 2, p. 304-326, 2001.

BORGES, S. H.; STOUFFER, P. C. Bird communities in two types of anthropogenic successional vegetation in Central Amazonia. **Condor**, Santa Clara, v. 101, n. 3, p. 529-536, 1999.

CLAUSET, L. R. **Paisagem paulista: áreas protegidas**. São Paulo: Empresa das Artes, 1999. 185 p.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Listas das aves do Brasil**. Versão 05/10/2008. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 17 dez. 2008.

DE WALT, S. J.; MALIAKAL, S. K.; DENSLOW, J. S. Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 182, p. 139-151, 2003.

DUNN, R. R. Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 18, n. 2, p. 302-309, 2004.

DURIGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: CULLEN Jr., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora UFPR, 2003. p. 455-479.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 148, p. 185-206, 2001.

HARRIS, G. M.; PIMM, S. L. Bird species tolerance of secondary forest habitats and its effects on extinction. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 18, n. 6, p. 1607-1616, 2004.

HARRIS, G. M.; PIMM, S. L. Range size and extinction risk in forest birds. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 22, n. 1, p. 163-171, 2007.

LIEBSCH, D.; GOLDENBERG, R.; MARQUES, M. C. M. Florística e estrutura de comunidades vegetais em uma cronosequência de Floresta Atlântica no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 983-992, 2007.

\_\_\_\_\_.; MARQUES, M. 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. **Biological Conservation**, Barking, v. 141, n. 6, p. 1117-1125, 2008.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179 p.

NEGREIROS, O. C. *et al.* **Plano de manejo para o Parque Estadual da Cantareira**. São Paulo: Instituto Florestal, 1974. 58 p. (Bol. Técn. IF, 10).

PARKER III, T. A.; STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W. Ecological and distributional databases. In: STOTZ, D. F. *et al.* (Ed.). **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago: University of Chicago Press, 1996. p. 113-436.

PETIT, L. J. *et al.* Bird communities of natural and modified habitats in Panama. **Ecography**, Lund, v. 22, p. 292-304, 1999.

PROTOMASTRO, J. J. A test for preadaptation to human disturbances in the bird community of the Atlantic Forest. In: ALBUQUERQUE, J. L. B. *et al.* (Ed.). **Ornitologia e conservação – da ciência às estratégias**. Tubarão: Unisul, 2001. p. 179-198.

PULLIAM, H. R. Sources, sinks, and population regulation. **American Naturalist**, Chicago, v. 132, n. 5, p. 652-661, 1988.

RAHBECK, C. The relationship among area, elevation and regional species richness in neotropical birds. **American Naturalist**, Chicago, v. 149, n. 5, p. 875-902, 1997.

VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M. A. M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 4/5, p. 57-140, 1965/66.

WILLIS, E. O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. **Pap. Avuls. Zool**, São Paulo, n. 33, p.1-25, 1979.

\_\_\_\_\_.; ONIKI, Y. **Nomes gerais para as aves brasileiras**. Américo Brasiliense: Gráfica da Região, 1991. 55 p.

# GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS BRASILEIRAS\*

Márcia Balistiero FIGLIOLIA\*\*  
Ivor Bergemann de AGUIAR\*\*\*  
Antônio da SILVA\*\*

## RESUMO

Tendo em vista a necessidade de contribuir para o estabelecimento de protocolo de análise específico para cada espécie, o presente estudo teve como objetivo complementar os estudos sobre germinação de sementes já existentes em literatura, avaliando o efeito de diferentes condições de temperatura e umidade para *Guazuma ulmifolia* (mutamba), umidade e luz para *Dimorphandra mollis* (faveira) e temperatura e luz para *Anadenanthera colubrina* var. *colubrina* (angico branco). As sementes de *G. ulmifolia* foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado durante 45 minutos e colocadas para germinar em substratos umedecidos com 30 e 60 mL de água destilada, nas temperaturas constante de 30°C e alternada de 20-30°C, sob luz branca. As sementes de *D. mollis* foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado durante 60 minutos e colocadas para germinar a 30°C, em substrato umedecido com 30, 60 e 90 mL de água destilada. As sementes de *A. colubrina* var. *colubrina* foram colocadas para germinar sem tratamento pré-germinativo em substrato umedecido com 60 mL de água destilada, nos regimes de temperatura constante (15, 20, 25 e 30°C) e alternada (20-30°C). As sementes das duas últimas espécies foram também submetidas à ausência de luz e ao fotoperíodo de 8 horas sob luz dos espectros branco, vermelho e vermelho-extremo. Para todas as espécies foi utilizada a vermiculita como substrato e foram avaliados a porcentagem final e o índice de velocidade de germinação das sementes. A análise estatística detectou efeito significativo dos fatores testados para as três espécies estudadas e os resultados obtidos sugerem que, em condições naturais, as sementes de *G. ulmifolia* estão adaptadas para germinar melhor em clareiras, as de *D. mollis* sob o dossel e as de *A. colubrina* var. *colubrina* tanto em clareiras como sob o dossel. O teste de germinação, utilizando a vermiculita como substrato, pode ser conduzido nas seguintes condições: (a) a 30°C com 30 mL de água, para *G. ulmifolia*; (b) com 90 mL de água, na ausência de luz ou sob luz branca, para *D. mollis*; (c) a 20°C, 25°C ou 20-30°C, sob luz branca, para *A. colubrina* var. *colubrina*.

Palavras-chave: semente florestal; análise de sementes; temperatura; luz; umidade do substrato.

## ABSTRACT

In order to complement the information about seed germination available in literature and to contribute for the establishment of protocol of analysis for three Brazilian arboreal species, in this work the effects of different conditions of temperature and substrate moisture content for *Guazuma ulmifolia*, substrate moisture content and light for *Dimorphandra mollis*, and temperature and light for *Anadenanthera colubrina* var. *colubrina*, were evaluated. Seeds of *G. ulmifolia* were scarified with concentrated sulfuric acid for 45 minutes and released to germinate in substrate moistened with 30 and 60 mL of distilled water, at constant (30°C) and alternating (20-30°C) temperatures, under white light. Seeds of *D. mollis* were scarified with concentrated sulfuric acid for 60 minutes and placed to germinate at 30°C in substrate moistened with 30, 60 and 90 mL of distilled water. Seeds of *A. colubrina* var. *colubrina* were placed to germinate without pretreatment in substrate moistened with 60 mL of distilled water at constant (15°C, 20°C, 25°C e 30°C) and alternating (20-30°C) temperatures. Seeds of the two last species were also submitted to darkness and to 8 hours photoperiod under white, red and far-red light. For all the studied species vermiculite was used as substrate and both final percentage and speed of germination index of seeds were evaluated. Significant effect of the tested factors was found for the three species and the obtained results suggest that under natural conditions, seeds of *G. ulmifolia* are able to germinate better in light gap, seeds of *D. mollis* under canopy, and seeds of *A. colubrina* var. *colubrina* either in light gap or under canopy. The germination test, using vermiculite as substrate, can be performed at the following conditions: 30 mL of water at 30°C for *G. ulmifolia*, 90 mL of water in darkness or under white light for *D. mollis*, and at 20°C, 25°C and 20-30°C, under white light, for *A. colubrina* var. *colubrina*.

Keywords: forest seed; analysis of seeds; temperature; light; substrate moisture content.

(\*) Aceito para publicação em abril de 2009.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mails: mafigliolia@if.sp.gov.br; asilva@if.sp.gov.br

(\*\*\*) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Produção Vegetal, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: ivor@netsite.com.br (Bolsista do CNPq).

## 1 INTRODUÇÃO

Os principais fatores do ambiente que controlam a germinação das sementes são a temperatura, a luz e a umidade do solo (Baskin & Baskin, 1988). As pesquisas sobre os fatores que influenciam a germinação das sementes são importantes não apenas sob o ponto de vista tecnológico, voltado a determinar as condições a serem adotadas no teste padrão de germinação, mas também sob o ponto de vista ecofisiológico, que possibilita compreender o comportamento das espécies em condições naturais.

*Guazuma ulmifolia*, *Dimorphandra mollis* e *Anadenanthera colubrina* var. *colubrina* são três espécies arbóreas nativas do Brasil recomendadas para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas (Lorenzi, 2002; Carvalho, 2003; São Paulo, 2008) por serem consideradas espécies características dos estágios iniciais da sucessão e apresentarem rápido crescimento (Pio Correia, 1926; Barbosa & Macedo, 1993). Essas espécies também produzem madeira com potencial para múltiplos usos e são utilizadas no paisagismo e na arborização de parques e praças (Lorenzi, 2002; Carvalho, 2003).

*Guazuma ulmifolia* Lam., conhecida popularmente como mutamba, pertence à família Sterculiaceae, é de rápido crescimento e pode alcançar de 8 a 16 m de altura. Ocorre naturalmente desde a Amazônia até o Paraná, especialmente na Floresta Latifoliada Estacional Semidecidual (Durigan *et al.*, 1997; Lorenzi, 2002). O fruto é capsular, lenhoso, muricado, seco e indeiscente, de formato elipsóide; as sementes são bitementadas e tégmicas, com embrião contínuo, axial e curvado (Araújo Neto & Aguiar, 1999). Os frutos são muito apreciados por macacos e outros animais, sendo indispensáveis na recomposição de áreas (Lorenzi, 2002). Suas sementes possuem tegumento impermeável à água, necessitando ser escarificadas para superação da dormência e obtenção de maior porcentagem de germinação (Araújo Neto & Aguiar, 2000). Os efeitos da temperatura e da luz foram estudados por Araújo Neto & Aguiar (2000) e Araújo Neto *et al.* (2002).

*Dimorphandra mollis* Benth., conhecida popularmente por faveira, pertencente à família Caesalpiniaceae, pode atingir de 8 a 14 m de altura.

É característica do Cerrado e Campo Cerrado, de ocorrência natural em quase todo o cerrado do Brasil Central; a casca é rica em tanino (Lorenzi, 2002). Do fruto podem ser extraídos componentes importantes para a indústria farmacêutica (Chaves & Usberti, 2003).

O fruto é um legume lenhoso, achatado, seco e indeiscente; as sementes são eurispérmicas, na maioria oblonga ou reniforme, com testa lisa e dura, de coloração variando de marrom-claro a vermelho-telha (Ferreira *et al.*, 2001). O tegumento das sementes é impermeável à água e tratamentos pré-germinativos foram testados por Zpevak (1994), Paula *et al.* (2008) e Scalón *et al.* (2007). O efeito da temperatura foi estudado por Zpevak (1994) e Scalón *et al.* (2007), que verificaram bom desempenho germinativo das sementes na temperatura constante de 30°C; outros fatores, porém, que afetam a germinação, como a qualidade de luz e a umidade do substrato, ainda não foram estudados.

*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina*, conhecida popularmente por angico-branco (Carvalho, 2003) ou angico-vermelho, pertencente à família Mimosaceae, pode atingir de 10 a 20 m de altura. É uma planta decídua, heliófila, pioneira e ocorre naturalmente desde o Maranhão, Piauí até o Paraná, na Floresta Estacional Semidecidual, principalmente acima de 400 m de altitude e, também, nas regiões mais altas da encosta atlântica. Suas flores são melíferas e o fruto é um legume seco e deiscente, que se abre por meio de uma única fenda, liberando sementes escuras, brilhantes, achatadas e circulares, sem dormência (Lorenzi, 2002; Carvalho, 2003).

Pesquisas com *A. colubrina* var. *colubrina* foram desenvolvidas para estudar a influência do envelhecimento acelerado (Garcia *et al.*, 2004) e do potencial osmótico (Rego *et al.*, 2007) na germinação das sementes. Nesses dois trabalhos, o teste de germinação foi conduzido apenas sob luz contínua e no regime de temperatura constante. Não foram estudados, contudo, os efeitos de diferentes condições de luz e regimes de temperatura.

Complementando as pesquisas sobre a germinação das sementes dessas espécies, este trabalho teve por objetivo estudar os efeitos da umidade do substrato e temperatura para *G. ulmifolia*, da umidade do substrato e qualidade de luz para *D. mollis* e da temperatura e qualidade de luz para *A. colubrina* var. *colubrina*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas neste trabalho foram extraídas de frutos maduros coletados nas Unidades do Instituto Florestal, pertencente à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Os frutos de *G. ulmifolia* Lam. foram coletados no Parque Estadual de Porto Ferreira, e os de *D. mollis* Benth. e os de *A. colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina*, nas Estações Experimentais de Assis e de Santa Rita do Passa Quatro, respectivamente. As características edafo-climáticas dessas Unidades estão descritas em Ventura *et al.* (1965/66). Após a extração, as sementes foram levadas para o Laboratório de Sementes do Instituto Florestal, em São Paulo, onde as atividades experimentais foram realizadas.

Para as três espécies foram utilizados como substrato 30 g de vermiculita de granulometria média e os testes de germinação foram conduzidos em germinadores de câmara tipo B.O.D. As sementes e as plântulas foram avaliadas e contadas diariamente. Foram consideradas normais as plântulas cujas estruturas essenciais (raiz, epicótilo e eófilos) estavam bem desenvolvidas, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). As sementes de *G. ulmifolia* apresentaram, inicialmente, o teor de água de 8,02%, as de *D. mollis*, 7,95% e as de *A. colubrina* var. *colubrina*, 14,1%. Os testes tiveram duração de 28 dias para *G. ulmifolia* e para *D. mollis*, e de 14 dias para *A. colubrina* var. *colubrina*; foram encerrados quando as sementes remanescentes no substrato não apresentavam nenhum intumescimento ou se encontravam mortas.

As sementes de *G. ulmifolia* foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado por 45 minutos (recomendação de Araújo Neto & Aguiar, 2000) e colocadas para germinar a 30°C sob luz branca (recomendações de Araújo Neto *et al.*, 2002). O substrato vermiculita foi umedecido com 30 e 60 mL de água destilada e os testes de germinação foram conduzidos também na temperatura alternada de 20-30°C.

As sementes de *D. mollis* foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado durante 60 minutos e colocadas para germinar a 30°C, de acordo com Zpevak (1994). O substrato foi umedecido com 30, 60 e 90 mL de água destilada e os testes de germinação foram conduzidos na ausência de luz e na presença de luz dos espectros branco, vermelho e vermelho-extremo.

As sementes de *A. colubrina* var. *colubrina* foram colocadas para germinar sem tratamento pré-germinativo em substrato umedecido com 60 mL de água destilada, em germinadores regulados para os regimes de temperatura constante (15, 20, 25 e 30°C) e alternada (20-30°C). Para cada temperatura, as sementes foram submetidas à ausência de luz e à presença de luz dos espectros branco, vermelho e vermelho-extremo.

Para as diferentes condições de luz testadas foram adotados os procedimentos descritos por Barros *et al.* (2005), tanto para a obtenção da qualidade de luz quanto para a instalação e avaliação dos testes de germinação. Na presença de luz o fotoperíodo foi de 8 horas e no caso da temperatura alternada, nos experimentos realizados com *G. ulmifolia* e *A. colubrina* var. *colubrina*, o período luminoso correspondeu à temperatura mais elevada.

Foram avaliados a porcentagem final e o índice de velocidade de germinação das sementes, este último calculado utilizando-se a fórmula de Maguire (1962). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Foi adotado o esquema fatorial 2 x 2 (dois volumes de água e duas temperaturas) para *G. ulmifolia*, 3 x 4 (três volumes de água e quatro condições de luz) para *D. mollis* e 5 x 4 (cinco temperaturas e quatro condições de luz) para *A. colubrina* var. *colubrina*. Os dados em porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{\%}$ , para fins de análise estatística, mas nas tabelas estão apresentados sem transformação. A comparação entre as médias foi feita com a aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutamba)

Houve efeito significativo de forma isolada, dos fatores testados, na porcentagem e na velocidade de germinação das sementes de mutamba, mas a interação entre eles não foi significativa.

As sementes germinaram em maiores porcentagem e velocidade na temperatura constante de 30°C quando comparada com a temperatura alternada de 20-30°C (TABELA 1). Esse comportamento confirma os resultados obtidos por Araújo Neto & Aguiar (2000).



TABELA 1 – Porcentagem e índice de velocidade (IVG) de germinação das sementes de *Guazuma ulmifolia* semeadas em substrato umedecido com 30 e 60 mL de água, a 30°C e 20-30°C, sob fotoperíodo de luz branca.

Parâmetro	Temperatura		Umidade do substrato		Coeficiente de variação (%)
	30°C	20-30°C	30 mL	60 mL	
Germinação (%)	66 a	58 b	69 a	55 b	8,15
Velocidade (IVG)	1,09 a	0,79 b	1,00 a	0,88 b	10,55

Em cada linha, para cada fator testado, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Testando temperaturas constantes que variaram de 10 a 45°C, em intervalos de 5°C, Araújo Neto *et al.* (2002) constataram que as temperaturas de 25 e 30°C se encontram dentro da faixa ótima para a germinação das sementes de mutamba. Estudando o efeito da luz a 30°C, os autores verificaram que a ausência de luz e a luz do espectro vermelho-extremo inibiram a germinação das sementes.

Com relação ao umedecimento do substrato vermiculita testado neste trabalho, as sementes de mutamba apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação quando o substrato foi umedecido com 30 mL de água (TABELA 1). Maior volume de água (60 mL) configurou-se como excessivo, provavelmente acarretando diminuição na disponibilidade de oxigênio e comprometimento do processo metabólico, com conseqüente redução da germinação, efeitos comentados por Borges & Rena (1993) para as sementes de modo geral.

Segundo Amaral (1986), nos testes de germinação o substrato deve permanecer suficientemente umedecido durante o período de duração do teste, mas nunca envolvendo as sementes com uma película de água, que pode restringir a respiração das sementes. A quantidade de água necessária para a embebição das sementes geralmente é pequena e a difusão da água ocorre em baixo gradiente de energia no sentido de alto para baixo potencial hídrico (Bewley & Black, 1994).

O melhor desempenho germinativo das sementes de mutamba foi observado quando se utilizou 30 mL de água a 30°C, o que mostra que as sementes estariam mais adaptadas para germinar em ambiente quente e seco, características das clareiras, onde a temperatura é maior e a umidade do solo é menor (Bazzaz & Pickett, 1980). Essa espécie é classificada por Ferretti *et al.* (1995) como secundária inicial, portanto, pertencente aos estádios iniciais da sucessão secundária, cujas sementes germinam melhor em clareiras.

### 3.2 *Dimorphandra mollis* Benth. (faveira)

Foi verificado efeito significativo do volume de água adicionado ao substrato e da qualidade de luz, tanto para a porcentagem como para o índice de velocidade de germinação das sementes de faveira, e a interação entre estes fatores também foi significativa.

Em todas as condições de luz testadas, as sementes germinaram em menor porcentagem e mais lentamente em substrato umedecido com 30 mL de água. As sementes germinaram em maior porcentagem e mais rapidamente na ausência de luz e sob luz branca, em substratos umedecidos com 90 mL de água. Comparando os substratos umedecidos com 60 e 90 mL de água, não houve diferença estatística entre as condições de ausência de luz e sob luz vermelha (TABELAS 2 e 3).

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de. SILVA, A. da. Germinação de sementes de três espécies arbóreas brasileiras.

TABELA 2 – Porcentagem de germinação das sementes de *Dimorphandra mollis* semeadas em substrato umedecido com 30, 60 e 90 mL de água, a 30°C e submetidas a diferentes condições de luz.

Qualidade de luz	Umidade do substrato		
	30 mL	60 mL	90 mL
Ausência de luz	8 <i>bB</i>	53 <i>aA</i>	60 <i>aA</i>
Branca	17 <i>aC</i>	37 <i>bB</i>	55 <i>aA</i>
Vermelha	23 <i>aB</i>	33 <i>bA</i>	32 <i>bA</i>
Vermelha-extremo	0 <i>cC</i>	22 <i>cB</i>	35 <i>bA</i>
Coeficiente de variação (%)		13,42	

Em cada coluna, para cada fator testado, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

TABELA 3 – Índice de velocidade de germinação das sementes de *Dimorphandra mollis* semeadas em substrato umedecido com 30, 60 e 90 mL de água, a 30°C e submetidas a diferentes condições de luz.

Qualidade de luz	Umidade do substrato		
	30 mL	60 mL	90 mL
Ausência de luz	0,09 <i>b B</i>	0,57 <i>a A</i>	0,64 <i>a A</i>
Branca	0,18 <i>ab C</i>	0,39 <i>b B</i>	0,59 <i>a A</i>
Vermelha	0,25 <i>a B</i>	0,35 <i>bc A</i>	0,32 <i>b A</i>
Vermelha-extremo	0,00 <i>c C</i>	0,23 <i>c B</i>	0,37 <i>b A</i>
Coeficiente de variação (%)		22,87	

Em cada coluna, para cada fator testado, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Considerando o volume de água adicionado ao substrato, melhor desempenho germinativo foi constatado na ausência de luz, em substratos umedecidos com 60 e 90 mL de água, e sob luz branca, em substratos umedecidos com 90 mL de água. Esses resultados evidenciam que as sementes são indiferentes à luz, pois germinaram tanto na presença quanto na ausência de luz; no entanto, necessitam de maior umidade no solo para melhor germinação. A baixa disponibilidade de água, associada à ausência de luz,

não foi suficiente para promover a germinação, concordando com a proposição de Mayer & Poljakoff-Mayber (1982) e Borges & Rena (1993) de que a temperatura, a água, a luz e o oxigênio são os fatores externos que mais influenciam a germinação, ocasionando respostas diferenciadas das sementes a estes fatores. Concorda, também, com a colocação feita por Figliolia (2005), de que a sensibilidade das sementes a esses fatores está associada ao papel ecológico da espécie no processo de sucessão secundária em florestas tropicais.

Estudando o efeito da temperatura na germinação das sementes de faveira, Zpevak (1994) testou as temperaturas constantes de 12 a 39°C, em intervalos de 3°C, e verificou que a faixa ótima foi de 27 a 33°C, com a máxima germinabilidade ocorrendo a 30°C. Recentemente, Scalón *et al.* (2007) compararam os regimes de temperatura constante (25°C) e alternada (20-30°C) e obtiveram maiores valores de porcentagem e índice de velocidade de germinação na temperatura constante.

Assim, quando for adotada a temperatura de 30°C, os testes de germinação das sementes de *D. mollis* devem ser conduzidos em vermiculita umedecida com 90 mL de água destilada, com fotoperíodo de 8 horas sob luz branca (lâmpadas fluorescentes de germinadores de câmara convencionais). Essa condição de luz é comum nos laboratórios de rotina e facilita as avaliações, que não precisam ser feitas sob luz verde de segurança (Barros *et al.*, 2005).

Em condições naturais as sementes deverão apresentar germinação lenta e desuniforme, uma vez que sob luz dos espectros vermelho predominante nas clareiras, bem como vermelho-extremo predominante sob o dossel (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1984), o desempenho germinativo das sementes foi inferior. Considerando o volume de água adicionado ao substrato, as sementes deverão germinar melhor sob o dossel, onde a umidade do solo é maior

(Bazzaz & Pickett, 1980) e o regime de temperatura constante é predominante (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1984).

### 3.3 *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina* (angico-branco)

A porcentagem de germinação das sementes de angico-branco foi influenciada pela temperatura e pela qualidade de luz, mas não houve interação significativa entre estes fatores.

As sementes germinaram em maior porcentagem a 20°C do que 30°C, porém, elevada germinação também foi observada a 25°C e a 20-30°C. Considerando as diferentes condições de luz, as sementes germinaram em maior porcentagem sob luz branca do que na ausência de luz, mas não diferiu da luz dos espectros vermelho e vermelho-extremo (TABELA 4).

Quanto ao índice de velocidade de germinação, houve efeito significativo da interação entre os dois fatores (TABELA 5). Nas temperaturas constantes de 15, 25 e 30°C não houve efeito das qualidades de luz na germinação das sementes, uma vez que não diferiram estatisticamente entre si. As sementes germinaram mais rapidamente a 20°C, sob luz branca e vermelha, do que na ausência de luz; a 20-30°C, sob luz vermelha, a germinação foi mais rápida do que na ausência de luz.

TABELA 4 – Porcentagem de germinação das sementes de *Anadenanthera colubrina* var. *colubrina* semeadas em substrato umedecido com 60 mL de água destilada, submetidas à ausência de luz e à luz dos espectros branco, vermelho, vermelho-extremo, sob diferentes temperaturas.

Temperatura	%G	Qualidade de luz	%G
15°C	53 <i>ab</i>	Ausência de luz	49 <i>b</i>
20°C	61 <i>a</i>	Branca	64 <i>a</i>
25°C	57 <i>ab</i>	Vermelha	56 <i>ab</i>
30°C	49 <i>b</i>	Vermelha-extremo	55 <i>ab</i>
20-30°C	60 <i>ab</i>		
Coeficiente de variação:		13,53%	

Em cada coluna, para cada fator testado, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

TABELA 5 – Índice de velocidade de germinação de *Anadenanthera colubrina* var. *colubrina* semeadas em substrato umedecido com 60 mL de água destilada, submetidas à ausência de luz e à luz dos espectros branco, vermelho, vermelho-extremo, sob diferentes temperaturas.

Temperatura	Qualidade de luz			
	Ausência	Branca	Vermelha	Vermelha-extremo
15°C	1,71 b A	2,32 b A	1,76 b A	2,00 a A
20°C	2,07 ab B	3,59 a A	3,35 a A	2,78 a AB
25°C	2,52 ab A	3,20 ab A	3,53 a A	2,57 a A
30°C	2,96 a A	3,02 ab A	2,97 a A	2,25 a A
20-30°C	2,06 ab B	3,09 ab AB	3,52 a A	2,63 a AB
Coeficiente de variação:	21,79%			

Em cada coluna, para cada fator testado, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Sob luz do espectro vermelho-extremo, não houve efeito da temperatura na velocidade de germinação das sementes e sob luz vermelha as sementes germinaram mais lentamente a 15°C. Na ausência de luz as sementes germinaram mais rapidamente a 30°C do que a 15°C e sob luz branca apresentaram maior velocidade de germinação a 20°C do que a 15°C.

O comportamento referente à porcentagem e à velocidade de germinação indica que as sementes de angico-branco serão capazes de germinar tanto em condições de clareiras, onde predominam a temperatura alternada e a luz não filtrada, como sob o dossel, onde predominam a temperatura constante e a luz filtrada pela vegetação (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1984).

A menor porcentagem de germinação obtida a 30°C e o menor índice de velocidade de germinação obtido a 15°C estão de acordo com as colocações feitas por Carvalho & Nakagawa (2000). Segundo esses autores, temperatura acima da ótima acelera a velocidade do processo, porém, desorganizando-o, de modo que o total de sementes que consegue completá-lo diminui. Por outro lado, temperatura abaixo da ótima tende a reduzir a velocidade do processo, podendo também levar a uma redução no total de germinação. As temperaturas constantes ótimas foram as de 20 e 25°C, que conduziram a maiores valores de porcentagem e velocidade de germinação (TABELAS 4 e 5).

A temperatura alternada de 20-30°C não diferiu dessas duas temperaturas constantes, podendo também ser considerada ótima.

O angico-branco foi enquadrado por Ferretti *et al.* (1995) numa transição entre secundária inicial e tardia. As espécies secundárias, também denominadas oportunistas, geralmente produzem sementes que apresentam poucas restrições com relação aos fatores que afetam a germinação (Piña-Rodrigues *et al.*, 1990; Kageyama & Viana, 1991), devendo germinar de forma similar tanto em clareiras quanto sob o dossel.

#### 4 CONCLUSÕES

Nas condições adotadas no presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir que:

- o teste de germinação com as sementes das espécies estudadas poderá ser conduzido: (a) 30°C em substrato umedecido com 30 mL de água para *G. ulmifolia*; (b) em substrato umedecido com 90 mL de água, na ausência de luz ou sob luz branca, para *D. mollis*, e (c) a 20°C, 25°C ou 20-30°C, sob luz branca, para *A. colubrina* var. *colubrina*;
- em condições naturais, as sementes de *G. ulmifolia* deverão germinar melhor em clareiras, as de *D. mollis* sob o dossel, e as de *A. colubrina* var. *colubrina* tanto em clareiras como sob o dossel.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D. M. I. Padronização de testes em laboratório com sementes florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: ABRATES, 1986. p. 267-283.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B. Desarrollo ontogénico de plântulas de *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae). **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 47, n. 4, p. 785-790, 1999.

\_\_\_\_\_. Germinative pretreatments to dormancy break in *Guazuma ulmifolia* Lam. seeds. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 58, p. 15-24, 2000.

ARAÚJO NETO, J. C. *et al.* Temperaturas cardiais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 460-465, 2002.

BARBOSA, J. M.; MACEDO, C. **Essências florestais nativas de ocorrência no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica: Fundação Florestal, 1993. 125 p.

BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'álho) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 75, n. 2, p. 286-305, 1988.

BAZZAZ, F. A.; PICKETT, S. T. A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 11, p. 287-310, 1980.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Some ecophysiological aspects of germination. In: \_\_\_\_\_. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. p. 273-292.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 83-135.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNAD: CLAV, 1992. 365 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes. In: \_\_\_\_\_. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 128-166.

CARVALHO, P. E. R. Angico-branco: *Anadenanthera colubrina* var. *colubrina*. In: \_\_\_\_\_. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. p. 91-97.

CHAVES, M. M. F.; USBERTI, R. Previsão da longevidade de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 557-564, 2003.

DURIGAN, G. *et al.* *Guazuma ulmifolia* Lam. In: \_\_\_\_\_. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1997. p. 33.

FERREIRA, R. A. *et al.* Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. – faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 303-309, 2001.

FERRETTI, A. R. *et al.* Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 73-77, 1995.

FIGLIOLIA, M. B. **Ecologia da germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu) – Fabaceae em viveiro e sob dossel de floresta ombrófila densa, São Paulo, SP**. 2005. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas.) - Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1991. p. 197-215.

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de. SILVA, A. da. Germinação de sementes de três espécies arbóreas brasileiras.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 384 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Factors affecting germination. In: \_\_\_\_\_. **The germination of seeds**. Oxford: Pergamon Press, 1982. p. 22-49.

PAULA, L. V. *et al.* Superação da dormência em sementes de faveira *Dimorphandra mollis*. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 58., 2006, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SBPC: UFSC, 2006. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra>>. Acesso em: 5 jun. 2008.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; COSTA, L. G. S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS: SBEF, 1990. p. 676-684.

PIO CORREIA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1926. v. 6.

REGO, S. S. *et al.* Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan (angico-branco) – Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 549-551, 2007.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA nº 008, de 31 de janeiro de 2008. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 1 fev. 2008. Seção I, p. 31.

SCALON, S. P. Q. *et al.* Potencial germinativo de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. em armazenamento, tratamentos pré-germinativos e temperatura de incubação. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 321-328, 2007.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiología ecológica de las semillas de árboles de la selva tropical: um reflexo de su ambiente. **Ciência**, Santo Domingo, n. 35, p. 191-201, 1984.

VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M. A. M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 4/5, n. 4, p. 57-140, 1965/66.

ZPEVAK, F. A. **Efeitos do ácido abscísico, potencial hídrico, temperatura e tratamento para quebra de dormência na germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.** 1994. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.



SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**  
TRABALHANDO POR VOCE