



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO FLORESTAL



# REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 19	n. 2	p. 65 - 213	dez. 2007
------------------	-----------	-------	------	-------------	-----------

**GOVERNADOR DO ESTADO**

José Serra

**SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE**

Francisco Graziano Neto

**DIRETOR GERAL**

Cláudio Henrique Barbosa Monteiro

**COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**

Waldir Joel de Andrade

Marilda Rapp de Eston

Antônio da Silva

Dimas Antonio da Silva

Eliane Akiko Honda

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla

Giselda Durigan

Gláucia Cortez Ramos de Paula

Israel Luiz de Lima

João Aurélio Pastore

Miguel Luiz Menezes Freitas

Yara Cristina Marcondes

**PUBLICAÇÃO SEMESTRAL/SEMESTRAL PUBLICATION**

**SOLICITA-SE PERMUTA**

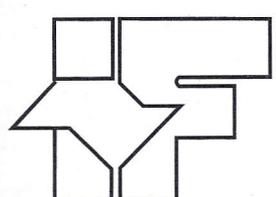
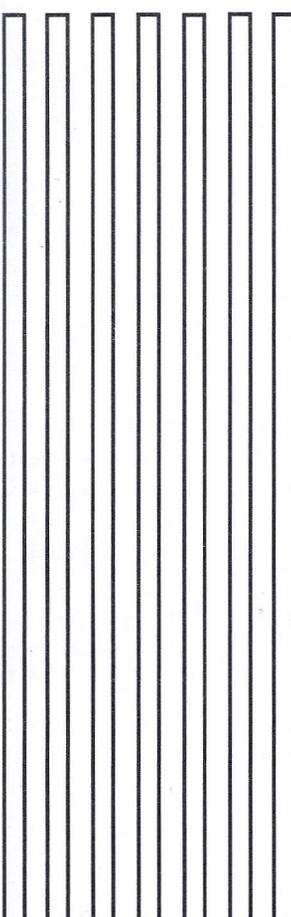
**EXCHANGE DESIRED**

**ON DEMANDE L'ÉCHANGE**

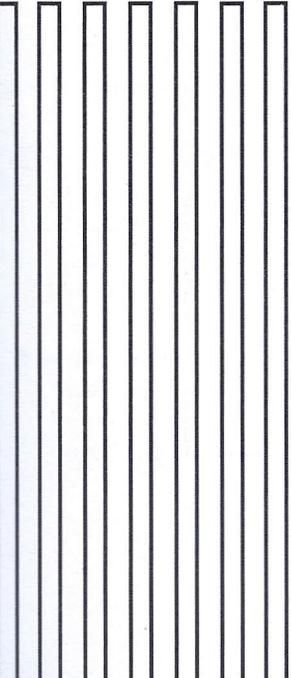
Biblioteca do  
Instituto Florestal  
Caixa Postal 1322  
01059-970 São Paulo, SP  
Brasil  
Fone: (11) 2231-8555  
nuinfo@if.sp.gov.br



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO FLORESTAL



# REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL



Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 19	n. 2	p. 65 - 213	dez. 2007
------------------	-----------	-------	------	-------------	-----------

## COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Waldir Joel de Andrade  
Marilda Rapp de Eston  
Antônio da Silva  
Dimas Antonio da Silva  
Eliane Akiko Honda  
Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla  
Giselda Durigan  
Gláucia Cortez Ramos de Paula  
Israel Luiz de Lima  
João Aurélio Pastore  
Miguel Luiz Menezes Freitas  
Yara Cristina Marcondes

## APOIO/SUPPORT

Carlos Eduardo Spósito (Revisão)  
Sandra Valéria Vieira Gagliardi (Revisão)

## CONSULTORES DESTA EDIÇÃO:

Angélica Midori – Fundação Florestal	Léo Zimback – Instituto Florestal
Carla Daniela Câmara – IPEF	Maria de Jesus Robim - Instituto Florestal
Dulcinéia de Carvalho – Universidade Federal de Lavras	Maria Teresa Zugliani Toniato – Instituto Florestal
Édson Possidônio Teixeira – Instituto Agrônômico	Mario Luiz Teixeira de Moraes – UNESP – Ilha Solteira
Eduardo Luis Martins Catarino – Instituto de Botânica	Maurício Ranzini – Instituto Florestal
Frederico Alexandre Roccia dal Pozzo Arzolla – Instituto Florestal	Norberto Peporini Lopes – USP – Ribeirão Preto
Jane Gonçalves Mengaldo Snow – ITAL	Omar Yazbek Bitar – IPT
Jane Vasconcellos – Secretaria Estadual do Meio Ambiente - RS	Paulo Eduardo Telles dos Santos – Embrapa Florestas
José Fernando Durigan – UNESP – Jaboticabal	Reginaldo Brito da Costa – Univ. Católica Dom Bosco
Karina Martins – Embrapa – Centro de Pesq. Agroflor. do Acre	Vânia Regina Pivello – Instituto de Biociências - USP

## 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)
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)	

COMPOSTO NO INSTITUTO FLORESTAL  
dezembro, 2007

## SUMÁRIO/CONTENTS

	p.
Pomar de sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All. Seedling seed-orchard from selection within progenies of <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All. Miguel Luiz Menezes FREITAS; Alexandre Magno SEBBENN; Antonio Carlos Scatena ZANATTO; Eurípedes MORAES .....	65-72
Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de <i>Platymiscium floribundum</i> Vog. (sacambu) colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica. Chemical and chemical-physics characterization of seeds' oil of <i>Platymiscium floribundum</i> Vog. (sacambu) collected evolution state and stage of fruit's maturation. Maria Isabel VALLILO; Miriam F. S. CARUSO; Emy TAKEMOTO; Sabria-Aued PIMENTEL .....	73-80
Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. Frugivory and seed predation by birds in Alberto Löfgren State Park, São Paulo, Southeast Brazil. Felipe Yamada FONSECA; Alexsander Zamorano ANTUNES	81-91
Seleção dentro de progênies de <i>Eucalyptus resinifera</i> aos 21 anos de idade em Luiz Antônio – SP. Selection within progenies of <i>Eucalyptus resinifera</i> at 21 years old in Luiz Antônio – SP. Aida Sanae SATO; Alexandre Magno SEBBENN; Eurípedes MORAES; Antonio Carlos Scatena ZANATTO; Miguel Luiz Menezes FREITAS .....	93-100
Conservação <i>ex situ</i> e pomar de sementes em banco de germoplasma de <i>Balfourodendron riedelianum</i> . <i>Ex situ</i> conservation and seed-orchard of a germplasm bank of <i>Balfourodendron riedelianum</i> . Alexandre Magno SEBBENN; Miguel Luiz Menezes FREITAS; Antonio Carlos Scatena ZANATTO; Eurípedes MORAES; Marcela Aparecida de MORAES .....	101-112
Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> em Luiz Antônio – SP. Genetic variation for silvicultural traits in open-pollinated progenies of <i>Eucalyptus camaldulensis</i> in Luiz Antônio – SP. Marcela Aparecida de MORAES; Antonio Carlos Scatena ZANATTO; Eurípedes MORAES; Alexandre Magno SEBBENN; Miguel Luiz Menezes FREITAS .....	113-118
Efeito da idade e da posição radial na densidade básica e dimensões dos traqueídeos da madeira de <i>Pinus taeda</i> L. Effect of age and of the radial position in the basic density and dimensions of the tracheids of the wood of <i>Pinus taeda</i> L. Rita de Cássia SOUSA; Érika Pinheiro GIOVANINI; Israel Luiz de LIMA; Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM; José Nivaldo GARCIA .....	119-127
O escaravelho <i>Megasoma gyas</i> (Herbst, 1775), espécie ameaçada de extinção, no Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP. The elephant beetle <i>Megasoma gyas</i> (Herbst, 1775), threatened species, in Carlos Botelho State Park, Sete Barras, SP, Brazil. Alexsander Zamorano ANTUNES; Marilda Rapp de ESTON; Ana Maria Rodrigues dos SANTOS .....	129-135
Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP. Monitoring of riparian forest restoration plantings: micro basin of ribeirão São João, Mineiros do Tietê, São Paulo State, Brazil. Érica Daniela IGNÁCIO; Cláudia Mira ATTANASIO; Maria Teresa Zugliani TONIATO .....	137-148

## ERRATA

REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL – v. 19, n. 2, dez. 2007

Página	Onde se lê:	Leia-se:
Verso da página de rosto	<p><b>CONSULTORES DESTA EDIÇÃO:</b></p> <p>Carla Daniela Câmara – IPEF            Eduardo Luis Martins Catarino – Instituto de Botânica            Jane Gonçalves Mengaldo Snow – ITAL            Norberto Peporini Lopes – USP – Ribeirão Preto</p>	<p><b>CONSULTORES ESTA EDIÇÃO:</b></p> <p>Carla Daniela Câmara – Instituto Florestal            Eduardo Luis Martins Catharino – Instituto de Botânica            Jane Gonçalves Menegaldo Snow – ITAL            Norberto Peporine Lopes – USP – Ribeirão Preto</p>
p. 149, 1ª coluna, RESUMO, 14ª linha	<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm	<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.
p. 149, ABSTRACT, 14ª linha	<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm	<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.
p. 156, TABELA 1, 2ª coluna, 27ª linha	<i>Cereus fernambucensis</i> Lem.	<i>Cereus pernambucensis</i> Lem.
p. 164, 1ª coluna, 4º parágrafo, 4ª linha	Gesneriaceae, Orchidaceae e Piperaceae (1 cada)	Gesneriaceae, Orchidaceae e Piperaceae (uma cada)
p. 164, 2ª coluna, 1º parágrafo, 5ª linha	ao hábito epifítico comum nesta família	ao hábito epifítico comum nestas famílias
p. 165, 1ª coluna, 3º parágrafo, 1ª e 2ª linhas	A laurácea <i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm	A laurácea <i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.
p. 166, 1ª coluna, 1º parágrafo, 10ª e 11ª linhas	com os levantamentos realizados na Fazenda da Folha Larga (Urbanetz, 2005) e 22,69% no Parque Estadual da Ilha do Cardoso	com os levantamentos realizados na Fazenda da Folha Larga (Urbanetz, 2005) e 22,69% com o Parque Estadual da Ilha do Cardoso
p. 166, 2ª coluna, 2º parágrafo, 15ª e 16ª linhas	ainda assim de 19% a 39% das espécies arbóreas	ainda assim 19% a 39% das espécies arbóreas

Flora vascular do Parque Estadual Xixová-Japui, Setor Paranapuã, São Vicente, Baixada Santista, SP. Vascular flora of the Xixová-Japui State Park, Paranapuã Sector, São Vicente, Santos Lowland, SP. Claudio de MOURA; João Aurélio PASTORE; Geraldo Antônio Daher Corrêa FRANCO .....	149-172
A Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes do Parque Estadual de Porto Ferreira na modalidade autoguiada. The Interpretative Trail of the Giant Trees of Porto Ferreira State Park in the self-guided trail modality. Adriana Fernandes MENDES; Sonia Aparecida de SOUZA; Marlene Francisca TABANEZ .....	173-188
Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado. Hydrological processes in different riparian forest restoration models in cerrado domain. Karine Baldo de GÊNOVA; Eliane Akiko HONDA; Giselda DURIGAN	189-200
Aves endêmicas e ameaçadas de extinção da Estação Ecológica de Xitué e a contribuição do taquaruçu <i>Guadua tagoara</i> (Nees) Kunth para a riqueza local. Endemic and threatened birds of the Xitué Ecological Station and the contribution of the bamboo <i>Guadua tagoara</i> (Nees) Kunth to local richness. Alexsander Zamorano ANTUNES; Marilda Rapp de ESTON .....	201-213

## POMAR DE SEMENTES POR MUDAS A PARTIR DA SELEÇÃO DENTRO EM TESTE DE PROGÊNIES DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.\*

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

### RESUMO

A conservação genética de espécies arbóreas é fundamental para que as futuras gerações possam usufruir os recursos fornecidos atualmente por estas espécies. Contudo, a manutenção de populações em bancos de germoplasma *ex situ* não garante por si só a conservação dessas espécies. Uma estratégia possível é a transformação de bancos de germoplasma em pomares de sementes. Assim, neste trabalho, estimaram-se parâmetros genéticos em um teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, e propôs-se um plano de seleção dentro de progênies, objetivando transformar o teste de progênies em um pomar de sementes. O teste de progênies foi instalado em maio de 1988, na Estação Experimental de Luiz Antônio, do Instituto Florestal de São Paulo, utilizando-se 28 progênies de polinização aberta, seis repetições, e parcelas de cinco plantas. O ensaio foi avaliado em junho de 2005, 17 anos após o seu plantio, para os caracteres altura total, DAP, forma do tronco, volume cilíndrico e sobrevivência. Pela análise de variância detectaram-se diferenças significativas entre progênies. Os coeficientes de variação genética foram relativamente altos para os caracteres DAP (6,3%) e volume (12,9%), e baixo para forma do tronco (1,4%). Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais e dentro de progênies variaram de baixos a moderados (0,02 a 0,15), indicando que há possibilidade de melhoramento genético pela seleção massal no ensaio e dentro de progênies. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies variou de baixo a alto (0,20 a 0,52), o que indica bom controle genético dos caracteres, alto potencial evolutivo para seleção natural e a possibilidade de ganhos com a seleção entre as melhores progênies. De acordo com a estimativa do número *status*, o proposto pomar de sementes pode produzir sementes com ampla variabilidade genética e baixa endogamia.

Palavras-chave: melhoramento florestal; conservação genética; variabilidade genética; número *status*; parâmetros genéticos; aroeira.

### ABSTRACT

The genetic conservation of tree species is essential for that the future generations can usufruct the resources given by these species in present days. However, *ex situ* germoplasm collections do not guarantee the species genetic conservation. One strategy is transforming the germoplasm banks in seed-orchards. Thus, in this study, genetic parameters were estimated in a progeny test of *Myracrodruon urundeuva* and a scheme based on the selection within progenies was proposed aiming to use the progeny test as a seed-orchard. The progeny test was implanted in May 1988, at the Luiz Antônio Experimental Station, of the São Paulo Forestry Institute, using 28 open-pollinated progenies, six repetition and five plants per plot. Trees were evaluated for DBH, height, stem form, cylindrical volume and survival in July 2005, 17 years after planting. Significant difference among progenies for DBH was detected by variance analysis. The coefficient of genetic variation was relatively high for DBH (6.3%) and cylindrical volume (12.9%) and low for stem form (1.4%). The coefficients of heritabilities at plant level and within progenies ranged from low to moderate (0.02 to 0.15), indicating low possibility of tree breeding throughout massal selection within progeny. The coefficient of heritability at progeny level was substantial (ranged between the traits from 0.20 to 0.52), indicating a good genetic control of the traits, high evolutionary potential for natural selection and the possibility of genetic gains with the selection among the best progenies. According to estimative of *status* number, the proposed seed-orchard can produce seeds with wide genetic variability and low inbreeding.

Key words: tree breeding; genetic conservation; genetic variability; *status* number; genetic parameters; aroeira.

(\*) Aceito para a publicação em agosto de 2007.

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

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais ricos em recursos naturais no planeta e é considerado megadiverso. Sua flora é marcada por grande diversidade de espécies arbóreas, que constituem importante fonte de recursos genéticos, e, se bem utilizadas, podem trazer benefícios socioeconômicos para o país. Porém, o bem maior, que é o benefício ambiental, vem diminuindo com a intensa exploração dessas riquezas naturais. A utilização das espécies ocorre em nível regional, em que a população tipicamente extrativista explora os produtos que cada espécie pode gerar (Ribeiro *et al.*, 1994).

Dentre as muitas espécies arbóreas de ocorrência nas florestas da região Sudeste brasileira, que vêm sofrendo interferência antrópica, destaca-se *Myracrodruon urundeuva* (aroeira preta). A espécie é encontrada do Estado do Ceará ao Paraná e em toda a região Centro-Oeste (Rizzini, 1971; Lorenzi, 1992). A espécie também ocorre na Bolívia, Paraguai e Argentina, sendo, contudo, o Brasil o centro de origem (Nogueira *et al.*, 1983; Santin & Leitão Filho, 1991). *M. urundeuva* é uma espécie dióica, polinizada por insetos, decídua, heliófita, seletiva xerófila, característica de terrenos secos e rochosos, ocorrendo em agrupamentos densos, tanto em formações abertas e muito secas, de solos pedregosos, como em formações muito úmidas e fechadas, da Caatinga à Floresta Pluvial Tropical, passando por formações do Cerrado (Lorenzi, 1992; Santin & Leitão Filho, 1991). Apresenta potencial de uso econômico no paisagismo, na extração de tanino, como medicinal e madeireira (Santin & Leitão Filho, 1991).

O estudo da variação genética dentro de populações, por meio da análise de caracteres quantitativos em testes de progênies, é de grande importância, uma vez que permite determinar a proporção da variação genética adaptativa que pode responder a alterações ambientais ou pode ser explorada em programas de melhoramento florestal. Por exemplo, em temas de conservação genética, um elevado coeficiente de herdabilidade para um caráter adaptativo indica que este tem alto controle genético e que a população tem variação genética suficiente para responder à seleção natural imposta pelo ambiente (Hamrick, 2004), ou ainda, em termos de melhoramento florestal, para ser explorada pela seleção artificial.

Assim, a estimativa de parâmetros genéticos como coeficientes de variação genética e herdabilidade é fundamental para conhecer o potencial evolutivo de uma população, tanto para a conservação como para o melhoramento genético.

O presente estudo teve como finalidade estimar parâmetros genéticos para os principais caracteres poligênicos silviculturais em um teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva*. O teste foi implantado com o principal objetivo de conservação *ex situ* dos recursos genéticos de uma população da espécie. Assim, mais especificamente, procurou-se: *i)* avaliar a distribuição da variação genética entre e dentro de progênies; *ii)* quantificar o potencial evolutivo da população a partir de caracteres quantitativos; *iii)* selecionar genótipos para comporem um pomar de sementes por mudas, e *iv)* quantificar o número *status* da população atual e após a seleção dentro de progênies.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material Genético

Em 1987, sementes resultantes de polinização aberta foram coletadas de 28 árvores matrizes de *Myracrodruon urundeuva*, espaçadas por pelo menos 100 m entre si, em uma população natural localizada em Selvíria, MS, ao redor das coordenadas 20° 19' S e 51° 26' W. Na coleta das sementes a identidade das progênies foi preservada, posteriormente foram semeadas em sacos de polietileno e transplantadas para o campo em 1988.

### 2.2 Local de Experimentação e Delineamento Experimental

O teste de progênies foi instalado na Estação Experimental de Luiz Antonio-SP, do Instituto Florestal de São Paulo, localizada nas coordenadas 21° 40' S, 47° 49' W, em altitude de 550 m, com clima tropical (Cwa, segundo classificação de Köppen), temperatura média anual do mês mais quente de 22,7 °C e do mês mais frio de 17,2 °C, inverno seco e precipitação média anual de 1280 mm (Ventura *et al.*, 1965/1966). O relevo do local é plano com inclinação em torno de 5% e solo do tipo Latossolo Roxo (Ventura *et al.*, 1965/1966). O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com 6 repetições, 28 progênies (tratamentos) e 5 plantas por parcela, obedecendo ao espaçamento 3,0 x 3,0 m. Adotou-se uma bordadura de duas linhas da mesma espécie.

O ensaio foi mensurado aos 17 anos de idade para o diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (h), forma do tronco (variando de 1 – tronco muito tortuoso e bifurcado a 5 – tronco reto sem bifurcação, danos e doenças), volume e sobrevivência. Os valores da forma do tronco e sobrevivência foram transformados por raiz quadrada, para análise de variância. O volume cilíndrico individual foi calculado conforme Sebbenn *et al.* (1994) pela expressão  $V_c = [(\pi DAP^2)/4]h$ , sendo *DAP*: diâmetro à altura do peito (cm) e *h*: altura total da planta (m).

### 2.3 Análise de Variância e Estimativa de Componentes de Variância

Análises de variância foram realizadas para verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre as progênies para os caracteres avaliados, através do procedimento GLM, do programa SAS (SAS, 1999). Para a estimativa de componentes de variância, utilizou-se o procedimento VARCOMP, associado ao método REML (*Restricted Maximum Likelihood*), do programa estatístico SAS (SAS, 1999).

A escolha do método REML para estimar os componentes da variância deve-se ao desbalanceamento experimental em termos do número desigual de árvores sobreviventes por parcela. Para as análises de variância e estimativa de componentes de variância, adotou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + e_{ij} + d_{ijk}$$

em que:  $Y_{ijk}$  = performance média do *k*-ésimo indivíduo, do *j*-ésimo bloco, da *i*-ésima progênie;  $m$  = média geral da variável em análise;  $t_i$  = efeito da *i*-ésima progênie ( $i = 1, 2, \dots, I$ );  $b_j$  = efeito do *j*-ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, J$ );  $e_{ij}$  = efeito da interação entre a *i*-ésima progênie do *j*-ésimo bloco, ou efeito ambiental da *ij*-ésima parcela;  $d_{ijk}$  = efeito do *k*-ésimo indivíduo dentro da *ij*-ésima parcela. Todos os efeitos do modelo foram assumidos como aleatórios, sendo que  $K$  é o número de árvores por progênie,  $J$  é o número de blocos,  $I$  é o número de progênies e  $\bar{K}$  é a média harmônica do número de árvores por parcela. O esquema da análise de variância para um modelo balanceado é apresentado na TABELA 1.

TABELA 1 – Esquema da análise de variância para cada caráter em nível de plantas individuais para um delineamento balanceado de blocos ao acaso.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	$J-1$	$QM_{\text{blocos}}$	–
Progênies	$I-1$	$QM_{\text{progênies}}$	$\sigma_d^2 + \bar{K} \sigma_e^2 + J \bar{K} \sigma_p^2$
Resíduo	$(J-1)(I-1)$	$QM_{\text{resíduo}}$	$\sigma_d^2 + \bar{K} \sigma_e^2$
Dentro de progênies	$J I \sum_{i=1}^p (\bar{K} - 1)$	$QM_{\text{dentro}}$	$\sigma_d^2$

Em que:  $J$  = número de blocos;  $I$  = número de progênies;  $\bar{K}$  = média harmônica do número de plantas por parcela;  $p$  = número de parcelas.

Foram estimados os seguintes componentes de variância:  $\hat{\sigma}_p^2$  = variância genética entre progênies;  $\hat{\sigma}_e^2$  = variância devida à interação entre progênies e repetições (variância ambiental);  $\hat{\sigma}_d^2$  = variância fenotípica dentro de progênies;  $\hat{\sigma}_F^2$  = variância fenotípica total;  $\hat{\sigma}_A^2$  = variância genética aditiva entre progênies. A variância genética fenotípica foi estimada por  $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2$ ; a variância genética aditiva foi estimada com base na expressão:

$\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$ , sendo  $\hat{r}_{xy}$  a estimativa do coeficiente de parentesco ou covariância genética aditiva entre plantas dentro de progênies, devido ao fato de que prévio estudo do sistema de reprodução em populações da espécie. Moraes *et al.* (2004) detectaram forte desvio da hipótese de cruzamentos aleatórios e que grande parte das progênies eram parentes no grau de irmãos completos. Os autores estimaram que o coeficiente médio de parentesco dentro de progênies era de 0,342.

## 2.4 Estimativa de Herdabilidades e Coeficiente de Variação Genética

As definições e cálculos dos coeficientes de herdabilidade, coeficiente de variação genética e ganhos na seleção seguem Namkoong (1979).

*Herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ):*

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2};$$

*Herdabilidade entre progênies ( $h_m^2$ ):*

$$\hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{KJ}};$$

*Herdabilidade dentro de progênies ( $h_d^2$ ):*

$$\hat{h}_d^2 = \frac{(1 - \hat{r}_{xy})\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2};$$

*Coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ):*

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\hat{m}}.100,$$

sendo  $\hat{m}$  a estimativa da média do caráter.

## 2.5 Resposta à Seleção

Como esse teste de progênies foi implantado com o intuito de conservar a presente população *ex situ*, este trabalho propõe um método de seleção que preserve a variação genética entre progênies, mas explore a variação dentro de progênies e permita a transformação do ensaio em um pomar de sementes por mudas. Visto que apenas uma árvore de cada parcela será selecionada para compor a população de recombinação, a resposta esperada na seleção dentro de progênies foi estimada para a intensidade de seleção de 20% das árvores dentro das progênies ( $id = 1,2711$ ).

Ressalta-se que, como a espécie é dióica e os sexos ocorrem em plantas separadas, e o ensaio é composto por seis blocos, serão selecionadas três plantas masculinas e três plantas femininas de cada progênie, a fim de maximizar o tamanho efetivo populacional. A resposta à seleção dentro de progênies foi calculada pela expressão:

$$\hat{R}_{ed} = i\hat{\sigma}_d\hat{h}_d^2.$$

A resposta à seleção em porcentagem [ $R_{ed}$  (%)] foi estimada por:

$$\hat{R}_{ed} (\%) = \frac{\hat{R}_{ed}}{\hat{m}}.100,$$

em que,  $\hat{m}$  é a média do caráter.

## 2.6 Coancestria de Grupo, Número Status

Adicionalmente, para conhecer a representatividade genética da população, estimou-se o número *status* antes e após a seleção. O número *status* refere-se ao número de indivíduos de uma população de cruzamentos aleatórios, sem endogamia e parentesco, que a população em análise representa (Lindgren *et al.*, 1996). Essa estimativa foi realizada com base na expressão proposta por Lindgren *et al.* (1996):  $\hat{N}_s = 0,5/\hat{\Theta}_{xy}$ , em que  $\Theta_{xy}$  é o coeficiente de coancestria do grupo e foi estimado utilizando-se a expressão:

$$\hat{\Theta}_{xy} = \frac{[mn0,5(1+F) + \hat{\theta}_{xy}mn(n-1)]}{(mn)^2},$$

em que,  $F$  é o coeficiente de endogamia na população parental (assumido como zero),  $\theta_{xy}$  é o coeficiente médio de coancestria dentro das progênies,  $m$  é o número de progênies e  $n$  é o número de plantas por progênie. Como um prévio estudo, Moraes *et al.* (2004) indicaram que progênies de polinização da espécie são compostas por misturas de meios-irmãos e irmãos-completos. Assim, assumiu-se o coeficiente de coancestria médio dentro de progênies de 0,171.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Experimentação e Variação entre Progênies

As análises de variância revelaram valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste *F*, para o efeito de blocos, para todos os caracteres avaliados (TABELA 2). Esse resultado indica que o delineamento experimental adotado foi adequado para controlar o ambiente. Para o efeito de progênies, apenas o caráter DAP apresentou diferenças significativas entre progênies,

o que indica a possibilidade de ganhos genéticos efetivos em diâmetro, pela seleção das melhores progênies.

O caráter sobrevivência não apresentou variação significativa entre progênies, demonstrando que a mortalidade foi homogênea entre as progênies e aparentemente não está associada a uma origem materna. A taxa de sobrevivência aos 17 anos foi de 74%, valor este que pode ser considerado alto e indicativo da adaptação da população às condições ambientais da região de Luiz Antônio, SP.

TABELA 2 – Análise de variância (graus de liberdade e quadrados médios) para os caracteres DAP, altura, forma do tronco (Forma) e volume cilíndrico por árvore, em progênies de *M. urundeuva* aos 17 anos de idade, em Luiz Antônio, SP.

Fonte de variação	GL	DAP (cm)	Altura (m)	Forma	Volume (m <sup>3</sup> )	Sobrevivência
Blocos	5	112,274**	161,5961**	1,2764**	0,0018**	0,0792**
Progênies	27	27,749*	14,8835	0,0560	0,0004	0,0205
Resíduo	122	17,4017	17,7578	0,0446	0,0003	0,0220
Dentro	469	10,5713	3,8948	0,0405	0,0001	–
Média		13,09	11,51	1,40	0,0186	74%
IMA		0,77	0,68	–	0,0010	–

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

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

IMA = incremento médio anual.

#### 3.2 Taxa de Crescimento

Comparando-se o incremento médio anual - IMA em altura das árvores de *Myracrodruon urundeuva* com o observado em outros ensaios realizados com a mesma espécie (Freitas *et al.*, 2006; Baleroni *et al.*, 2003; Sebbenn & Etori, 2001; Moraes *et al.*, 1992), constata-se que com o avanço da idade, os testes apresentam uma diminuição do incremento médio. Esse menor crescimento pode ter sido causado por diferenças ambientais e por diferenças na idade das plantas. Em relação a diferenças na idade, em geral, árvores cultivadas crescem mais rapidamente nos primeiros anos, sendo que o IMA vai se reduzindo com o desenvolvimento da árvore. Alguns estudos com *M. urundeuva*, como os desenvolvidos por Baleroni *et al.* (2003),

que implantaram testes de progênies procedentes de Selvíria-MS (0,49 a 0,69 m de IMA), Aramina-SP (0,53 a 0,56 m de IMA) e Bauru-SP (0,61 a 0,67 m de IMA) resultaram, de maneira geral, em incrementos médios anuais em altura total da planta mais baixos que os obtidos neste ensaio, porém, resultados superiores foram evidenciados por Sebbenn & Etori (2001) em estudo de teste de progênie oriundo de Iacanga-SP aos oito anos (0,90 m), Moraes *et al.* (1992) com os testes de progênies oriundos de Selvíria e Bauru, que foram precursores dos trabalhos acima mencionados, avaliados aos quatro anos de idade, com incrementos médios anuais em altura total da planta de 0,92 e 0,97 m, respectivamente, assim como o trabalho de Freitas *et al.* (2006) em plantio puro em Selvíria-MS, aos 4 anos de idade, com 1,08 m.

### 3.3 Estimativa de Parâmetros Genéticos

O caráter altura de plantas apresentou variação genética nula entre progênies devido à presença de correlação intraclasse, portanto não foi possível estimar parâmetros genéticos.

Detectou-se maior variação dentro de progênies ( $\sigma_d^2$ , TABELA 3). Essa variação, que é de origem fenotípica, contém um componente genético aditivo, um dominante e um ambiental. Isso explica a maior magnitude desse componente de variação. A seleção dentro de progênies explorará a parte da variação genética aditiva, que é a única parte que será transmitida para a descendência.

O coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) foi alto para volume (12,9%), seguido pelo detectado em DAP (6,3%), e baixo para forma (1,4%). Esses resultados indicam a possibilidade de progressos genéticos com a seleção entre progênies, em especial para os caracteres volume cilíndrico e DAP.

Em geral, as estimativas dos coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais e dentro de progênies (TABELA 3) variaram entre baixa e moderadas magnitudes (variando entre 0,02 e 0,15), porém, foram baixas principalmente para o caráter forma do tronco.

Esse resultado sugere um baixo controle genético dos caracteres e a pequena possibilidade de se obterem progressos genéticos por meio de seleção. Porém, o coeficiente de herdabilidade entre médias de progênies variou de mediano (0,20) a relativamente alto (0,52), o que sugere um substancial controle genético nos caracteres e, conseqüentemente, a possibilidade de ganhos genéticos com a seleção das melhores progênies. A população conservada *ex situ* apresenta potencial evolutivo para responder à pressão de seleção natural decorrente de mudanças ambientais. A magnitude desse coeficiente de herdabilidade também indica que maiores ganhos poderiam ser obtidos pela seleção baseada em DAP e volume cilíndrico. Entretanto, como já mencionado, o objetivo deste teste de progênies foi a conservação *ex situ* e não o melhoramento em si. Assim, o esquema de seleção proposto visa apenas explorar a variação fenotípica presente dentro de progênies, a eliminação do parentesco dentro das parcelas e a produção de sementes com ampla variabilidade genética para fins de reflorestamentos ambientais. Os ganhos genéticos estimados para esse esquema podem variar de baixo (0,33% para forma do tronco) a moderado (6,5% para volume), em plantios com a espécie aos 17 anos de idade, em locais com condições ambientais similares às apresentadas na Estação Experimental de Luiz Antônio.

TABELA 3 – Estimativa de parâmetros genéticos para os caracteres DAP, altura, forma do tronco (Forma) e volume cilíndrico por árvore, em progênies de *M. urundeuva*, aos 17 anos de idade, em Luiz Antônio, SP.

Parâmetros	DAP (cm)	Altura (m)	Forma	Volume (m <sup>3</sup> )
Variância entre progênies – $\sigma_p^2$	0,6872	–	0,0004	0,0000
Variância ambiental – $\sigma_e^2$	1,7087	3,5508	0,0012	0,0000
Variância fenotípica dentro – $\sigma_d^2$	10,5943	3,9361	0,0404	0,0001
Coeficiente de variação genética – $CV_g$ (%)	6,33	–	1,40	12,95
Herdabilidade individual – $h_i^2$	0,15	–	0,03	0,10
Herdabilidade entre progênies – $h_m^2$	0,52	–	0,20	0,37
Herdabilidade dentro de progênies – $h_d^2$	0,12	–	0,02	0,08
Resposta à seleção dentro de progênies – $R_d$	0,52	–	0,00	0,00
Resposta total à seleção – $R_{ed}$ (%)	3,94	–	0,33	6,56

### 3.4 Pomar de Sementes por Mudanças

Os resultados sugerem que o número *status* retido no teste de progênies é de aproximadamente 77, ou seja, as 28 progênies, compostas cada uma por aproximadamente 30 descendentes (~ 840 indivíduos), representam 77 árvores de uma população da espécie em que não existe parentesco nem endogamia. O esquema de seleção proposto, de manter uma árvore por parcela, isto é, cinco árvores por progênie, reduziu o número *status* para 62. Ou seja, as 168 árvores (20% de 840), remanescentes do desbaste seletivo, representam 62 árvores não endogâmicas e não aparentadas de uma população. Ressalta-se que, embora a seleção tenha reduzido o número *status* em aproximadamente 19% [ $1 - (62/77)$ ] e, portanto, também seu potencial evolutivo, este número aumentou a relação entre o número censo ( $n$ ) e o número *status*,  $N_s$  ( $N_s / n$ ) passou de 0,092 (77/~ 840 plantas) antes da seleção para 0,369 (62/168) após a seleção. Isso significa que, embora a população tenha sido reduzida, seu parentesco interno também foi reduzido. Logo, pode-se esperar menor endogamia nas sementes coletadas na população selecionada.

## 4 CONCLUSÕES

- I - Existe variação genética entre progênies para o caráter diâmetro à altura do peito;
- II - O material genético testado, de acordo com os coeficientes de herdabilidade, tem alto potencial evolutivo e utilidade para exploração em programas de melhoramento genético, e
- III - O esquema de seleção proposto no teste de progênies, baseado na seleção da melhor planta de cada parcela, com intuito de transformar o ensaio em um pomar de sementes por mudas, poderá produzir sementes com ampla variabilidade genética e baixa endogamia.

## 5 AGRADECIMENTO

O autor Alexandre Magno Sebbenn agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Produtividade em Pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALERONI, C. R. S. *et al.* Variação genética em populações naturais de aroeira em dois sistemas de plantio. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 125-136, 2003.
- FREITAS, M. L. M. *et al.* Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes sistemas de cultivo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 319-329, 2006.
- HAMRICK, J. L. Response of forest trees to global environmental changes. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 197, p. 323-335, 2004.
- LINDGREN, D.; GEA, L.; JEFFERSON, P. Loss of genetic diversity by status number. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 45, p. 52-59, 1996.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1992. p. 74.
- MORAES, M. L. T.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Correlated matings in dioicous tropical tree, *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Forest Genetics**, Zvolen, v. 11, n. 1, p. 53-59, 2004.
- MORAES, M. L. T. *et al.* Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* – (Fr. All.) Engl.-Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 1241-1245. (**Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 4, Edição especial).
- NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington, D.C.: Forest Service, 1979. 342 p. (Technical Bulletin, 1588).
- NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* Conservação genética de essências nativas através de ensaios de progênie e procedência. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1982. p. 391-397. (**Silvicultura**, São Paulo, v. 8, 1983).
- RIBEIRO, J. F. *et al.* Espécies arbóreas de usos múltiplos na região do cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1994, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: EMBRAPA-CNPq/CPAF, 1994. v. 1, p.335-356.

FREITAS, M. L. M. *et al.* Pomar de sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

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

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

SANTIN, D. A.; LEITÃO FILHO, H. de F. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Alemão (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 14, p. 133-145, 1991.

SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. de C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênes misto. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2001.

SEBBENN, A. M. *et al.* Variação genética em progênes de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na Região de Bebedouro-SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 6, n. único, p. 63-73, 1994.

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.

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO DAS SEMENTES DE  
*Platymiscium floribundum* Vog. (SACAMBU),  
COLHIDAS NA FASE DE DESENVOLVIMENTO E NA ÉPOCA DE MATURAÇÃO FISIOLÓGICA\***

Maria Isabel VALLILO\*\*  
Miriam F. S. CARUSO\*\*\*  
Emy TAKEMOTO\*\*\*  
Sabria-Aued PIMENTEL\*\*\*

**RESUMO**

Frutos de *Platymiscium floribundum* Vog. - Fabaceae (sacambu) foram colhidos no Parque Estadual Alberto Löffgren, na cidade de São Paulo, em agosto e novembro de 2004, correspondendo a diferentes condições climáticas e de amadurecimento. As sementes foram analisadas com o objetivo de se avaliar os teores de lipídios, ácidos graxos e tocoferóis, em duas épocas de colheita. Os lipídios foram extraídos com éter etílico por soxhlet. A identificação e quantificação dos ácidos graxos e tocoferóis foram feitas por cromatografia a gás (CG), com detetor de ionização de chama e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com detetor de fluorescência, respectivamente. Obteve-se maior teor de lipídios (23,6 g 100 g<sup>-1</sup>) no estágio de maturação fisiológica das sementes. Não se observou diferenças relevantes no perfil de ácidos graxos nas duas épocas de colheita; no entanto, os teores de alfa e gama tocoferóis, expressos mg 100 g<sup>-1</sup>, apresentaram mudanças consideráveis com o amadurecimento das sementes, havendo um aumento na concentração de 27,7 para 42,8 alfa (α) tocoferóis e de 68,9 para 88,1 gama (γ) tocoferóis, o mesmo não ocorrendo com beta (β) e delta (δ) tocoferóis, que permaneceram praticamente inalterados com o amadurecimento das sementes.

Palavras-chave: *Platymiscium floribundum*; sementes; óleo vegetal; ácidos graxos; tocoferóis.

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos básicos sobre a composição química de frutos e sementes de espécies arbóreas, nativas ou exóticas, tornam-se progressivamente necessários à medida que se constata a crescente demanda de madeiras e de outros produtos de florestas tropicais com potencial valor econômico.

Nesse contexto, podemos deduzir que informações sobre dispersão de sementes florestais, dormência, além da avaliação da composição

**ABSTRACT**

*Platymiscium floribundum* Vog. - Fabaceae (sacambu) fruits have been collected in the Parque Estadual Alberto Löffgren in São Paulo city, in August and November 2004, corresponding both to different climatic conditions and of maturity. The seeds have been analyzed in order to determine lipids, fatty acids and tocopherols rates, in the two seasonal maturation phases. The lipids have been extracted with ethyl ether for soxhlet. Fatty acids and tocopherol identification and quantification have been made by gas chromatograph (GC), with flame ionization detector and high performance liquid chromatography (HPLC) with fluorescence detector, respectively. The results showed high level of lipid (23.6 g 100 g<sup>-1</sup>) in the phase of greatest maturation of fruits. No considerable difference was observed in the profile of fatty acids in the two phases studied; however, the level of alpha and gamma tocopherols, expressed in mg 100 g<sup>-1</sup>, has presented considerable changes by the ripeness of the fruits, increasing the concentration from 27.7 to 42.8 (alpha) and from 68.9 to 88.1 (gamma); the same did not happened with beta and delta tocopherols, that had practically remained unchanged by the ripening of the fruits.

Key words: *Platymiscium floribundum*; seeds; vegetable oil; fatty acids; and tocopherols.

química nos vários estádios de amadurecimento das sementes colaboram para o conhecimento fundamental das espécies e dos fatores bióticos e abióticos que afetam seu desenvolvimento, fornecendo subsídios para o aproveitamento desses produtos como recurso alimentar para o homem e avifauna. Além disso, servem como fonte alternativa para as indústrias agroquímicas, produtoras de óleos, e também, para aquelas que, atualmente, estão produzindo combustível verde (biodiesel).

(\*) Parte do trabalho apresentada na VI Reunião do Instituto Adolfo Lutz, realizada em São Paulo-SP, no período de 3 a 6 de outubro de 2005. Aceito para publicação em setembro de 2007.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: maria-vallilo@ig.com.br.

(\*\*\*) Instituto Adolfo Lutz, Caixa Postal 355, 01246-902, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: spimentel@ial.sp.gov.br; E-mail: micaruso@ial.sp.gov.br; E-mail: etakemot@ial.sp.gov.br

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

Nessa perspectiva, este trabalho apresenta dados sobre o teor e as características físicas e químicas do óleo extraído das sementes de *P. floribundum* Vog., sacambu, espécie nativa brasileira da família Fabaceae (subfamília Faboideae), com ocorrências nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, estendendo-se pela floresta pluvial da encosta Atlântica até Santa Catarina (Joly, 1975; Lorenzi, 1992). Em algumas regiões, é popularmente conhecida como rabugem, jacarandá-do-litoral, jacarandá, jacarandá-vermelho.

Segundo Lorenzi (1992), essa espécie floresce nos meses de março a abril. Os frutos, na forma de vagem (FIGURA 1), amadurecem nos meses de outubro a dezembro, produzindo anualmente poucas sementes viáveis.

Observações feitas pelos pesquisadores Dr. João Batista Baitello e Osny Tadeu de Aguiar registradas nas exsicatas depositadas no Herbário Dom Bento Pickel do Instituto Florestal, sob os números SPSF 7244 (03/11/1982) e SPSF 026 050 (04/11/1999), com espécies coletadas no Parque Estadual Alberto Löfgren em São Paulo, relatam a presença de indivíduos com flores amarelas brilhantes e frutos verdes, quando jovens, e marrons, na fase mais madura, nos meses de maio a julho.

Dados da literatura têm demonstrado que na época próxima à maturidade fisiológica dos frutos, os nutrientes amido, hemicelulose, lipídios e proteínas são acumulados nas sementes. As variações nos teores desses elementos, bem como na taxa de respiração, são alguns índices bioquímicos mais relevantes e mais estudados no processo de maturação de sementes florestais (Pinã-Rodrigues & Aguiar, 1993).

Algumas hipóteses tentam explicar a perda de germinação de sementes. Uma delas são os estudos com sementes de *Pinus* realizados por Kaloyeras (1958), que demonstram a existência de relação entre a perda do poder germinativo e o desenvolvimento da rancidez do óleo. Mirov *apud* Kaloyeras (1958), atribuiu esse fato à presença de ácidos graxos insaturados, principalmente do ácido linoléico, que é oxidado

nos processos bioquímicos da respiração das sementes, provocando a rancidez do óleo e a perda do vigor germinativo das sementes, quando armazenadas em condições ambientes de temperatura e de luz.

Destacando a importância fitoquímica da espécie, Militão *et al.* (2005; 2006) e Falcão *et al.* (2005) relatam a presença de isoflavonóides com potencial farmacológico e atividades biológicas antivirais, antifúngicas, bem como resultados promissores para a prevenção de câncer.

A escassez de valores referentes à qualidade do óleo das sementes de *P. floribundum* objetivou sua caracterização química, através de técnicas cromatográficas, esperando que os resultados obtidos possam contribuir para o entendimento dos processos de maturação fisiológica e conservação das sementes e, criar possibilidades de sua utilização para fins industriais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material

Frutos de *P. floribundum* (FIGURA 1) foram colhidos de aproximadamente 20 indivíduos adultos, no Parque Estadual Alberto Löfgren pertencente ao Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, situado na zona norte da cidade de São Paulo entre as coordenadas geográficas de 23° 27' 38" S e 46° 38' 12" W, e altitude média de 775 m (Silva, 2005).

Para obtenção das amostras, a coloração dos frutos foi utilizada como índice visual da maturidade fisiológica (Silva, 2005).

Os frutos foram levados à Seção de Silvicultura desse Instituto, onde as sementes foram beneficiadas, testadas quanto à germinação e posteriormente armazenadas em câmara fria (T = 5 °C; UR = 80%), conforme estudos feitos por Silva (2005). Para as análises físico-químicas do óleo das sementes foi utilizado, aproximadamente, 1 kg de frutos de cada época de colheita.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

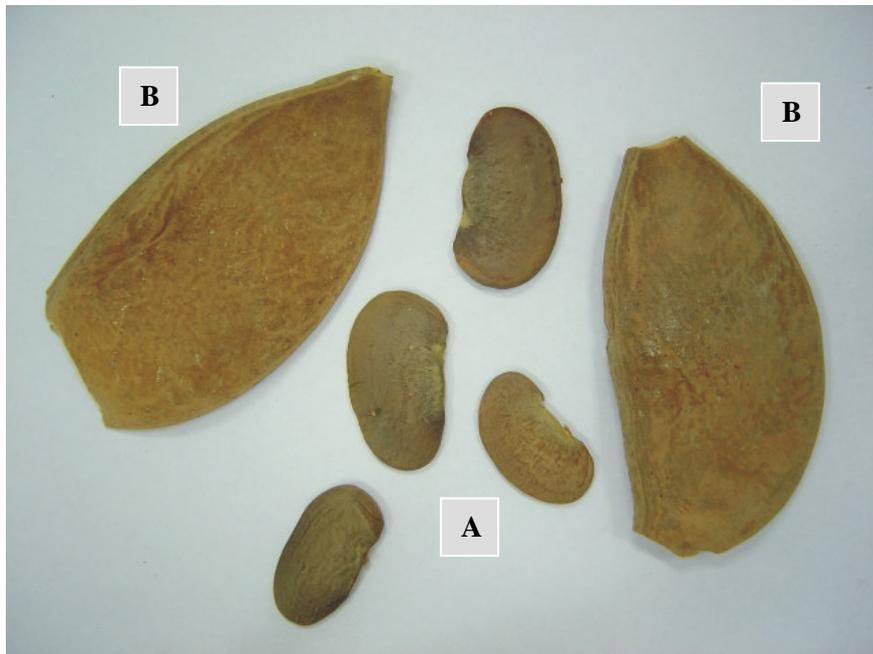


FIGURA 1 – *P. floribundum* Vog. (sacambu): A – sementes e B – frutos.

## 2.2 Métodos

Para extração do óleo, as sementes foram retiradas dos frutos manualmente com auxílio de bisturi, trituradas e homogeneizadas em processador doméstico.

A determinação dos ácidos graxos que compõem o óleo foi feita após extração a quente em extrator de Soxhlet e éter etílico - PA, conforme descrito em métodos físico-químicos e para análise de alimentos (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

Para a quantificação dos tocoferóis, o óleo foi extraído a frio com éter etílico - PA, segundo Stansby & Lemon (1937).

A esterificação dos ácidos graxos foi realizada conforme o recomendado pela International Union of Pure and Applied Chemistry - IUPAC (1987), método 2301. Esses foram analisados em cromatógrafo a gás, marca Shimadzu, modelo GC-17A, com detetor de ionização de chama. Os componentes foram separados em coluna capilar de sílica fundida SP-2560 23 de 100 m, com diâmetro interno de 0,25 cm e espessura do filme de 0,25  $\mu\text{m}$ .

Foram obedecidas as seguintes condições de operação: temperatura programada da coluna: 45 °C (4 min), taxa de aquecimento 13 °C  $\text{min}^{-1}$  até 175 °C (27 min), taxa de aquecimento 4 °C  $\text{min}^{-1}$  até 215 °C (35 min); temperatura do injetor: 220 °C; temperatura do detetor: 220 °C; gás de arraste: hidrogênio; velocidade linear do gás de arraste de 15  $\text{cm s}^{-1}$ ; razão de divisão da amostra 1:50.

Os ácidos graxos foram identificados através da comparação dos tempos de retenção das amostras com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos. A quantificação foi feita por normalização de área.

Os tocoferóis foram separados e quantificados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), de acordo com o método AOCS Ce 8-89 (American Oil Chemists' Society, 1998).

Os índices de saponificação e de refração a 40 °C foram feitos conforme a técnica recomendada (Instituto Adolfo Lutz, 2005). O índice de iodo foi determinado pelo método AOCS Cd 1-25 (American Oil Chemists' Society, 1998).

Os reagentes químicos utilizados no trabalho foram de grau analítico, e as determinações foram feitas em triplicatas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise quantitativa do óleo das sementes de *P. floribundum* permitiu identificar e quantificar, através da técnica da cromatografia a gás, onze compostos entre ácidos graxos saturados (AGS), de estrutura química C16:0, C18:0, C20:0, C22:0 e C24:0, e ácidos graxos insaturados (AGI), de estrutura C16:1, C18:1, C18:2, C18:3; C20:1, C22:1 (FIGURA 2).

O teor mais elevado de lipídio foi obtido quando as sementes atingiram a maturidade fisiológica (23,6 g 100 g<sup>-1</sup>), que é superior ao encontrado por Oliveira *et al.* (2005) para *Platymiscium pubescens* Micheli, espécie de cerrado (4,67 g 100 g<sup>-1</sup>). Nas sementes colhidas em desenvolvimento de *P. floribundum* (agosto de 2004), o valor encontrado foi de 13,0 g 100 g<sup>-1</sup> (TABELA 1).

TABELA 1 – Teores de lipídios e sua composição em ácidos graxos, do óleo das sementes de *P. floribundum* (sacambu), colhidas em fase de desenvolvimento (16/08/04) e na época de maturação fisiológica (01/11/04), expresso em % de óleo.

Data	16/08/04		01/11/04	
Lipídios	13%		23,6%	
	m ± dp	CV	m ± dp	CV
Ácidos graxos	m ± dp	CV	m ± dp	CV
Palmítico (C16:0)	4,93 ± 0,05	0,94	4,00 ± 0,10	2,64
Palmitoléico (C16:1, ω-7)	0,13 ± 0,01	1,05	0,09 ± 0,01	5,63
Esteárico (C18:0)	0,64 ± 0,01	1,60	1,00 ± 0,01	0,90
Oléico (C18:1, ω-9)	21,1 ± 0,4	1,80	21,40 ± 0,83	3,90
Linoléico (C18:2, ω-6)	43,64 ± 0,81	1,86	40,84 ± 1,52	3,73
Linolênico (C18:3, ω-3)	4,60 ± 0,01	2,06	4,13 ± 0,21	5,10
Araquídico (C20:0)	0,32 ± 0,01	2,10	0,43 ± 0,02	4,34
Gadoléico (C20:1, ω-9)	0,54 ± 0,01	2,03	0,50 ± 0,03	5,48
Behênico (C22:0)	5,52 ± 0,13	2,27	5,52 ± 0,27	4,81
Erúico (C22:1, ω-9)	2,30 ± 0,05	2,33	1,92 ± 0,09	4,93
Lignocérico (C24:0)	4,43 ± 0,06	1,30	4,04 ± 0,18	4,34
AGS	15,8		15,0	
AGI	72,2		68,9	

m = média de três determinações; dp = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; AGS = ácidos graxos saturados; AGI = ácidos graxos insaturados.

Essa diferença era esperada, visto que no processo fisiológico da maturação das sementes, o maior acúmulo dos componentes ocorre no estágio, estruturalmente, mais maduro das sementes, onde os metabólitos primários estão em concentrações elevadas. A diferença encontrada nos teores de lipídios, entre as duas espécimens do mesmo gênero e família botânica, deve-se, provavelmente, a diferenças entre as espécies. Por outro lado, sabe-se que a fertilidade do solo, estágio de maturação das sementes, carga genética e condições climáticas, podem causar variações significativas, tanto no conteúdo de lipídios quanto na

composição de ácidos graxos dos óleos (Senanayake & Shahidi, 2000; Rahamatalla *et al.*, 2001).

No entanto, não foram observadas diferenças relevantes quanto ao perfil em ácidos graxos do óleo, nas duas fases de maturação fisiológica (FIGURA 2 e TABELA 1), mas se observou a predominância de ácidos graxos insaturados (AGI) nas duas fases fisiológicas das sementes como 72,21 g 100 g<sup>-1</sup> e 68,88 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Os ácidos oléico – C18:1 (ω-9), com teores entre 21,1 e 21,4 g 100 g<sup>-1</sup>, e linoléico – C18:2 (ω-6), com teores entre 40,8 a 43,6 g 100 g<sup>-1</sup>, destacam-se como componentes majoritários do óleo.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

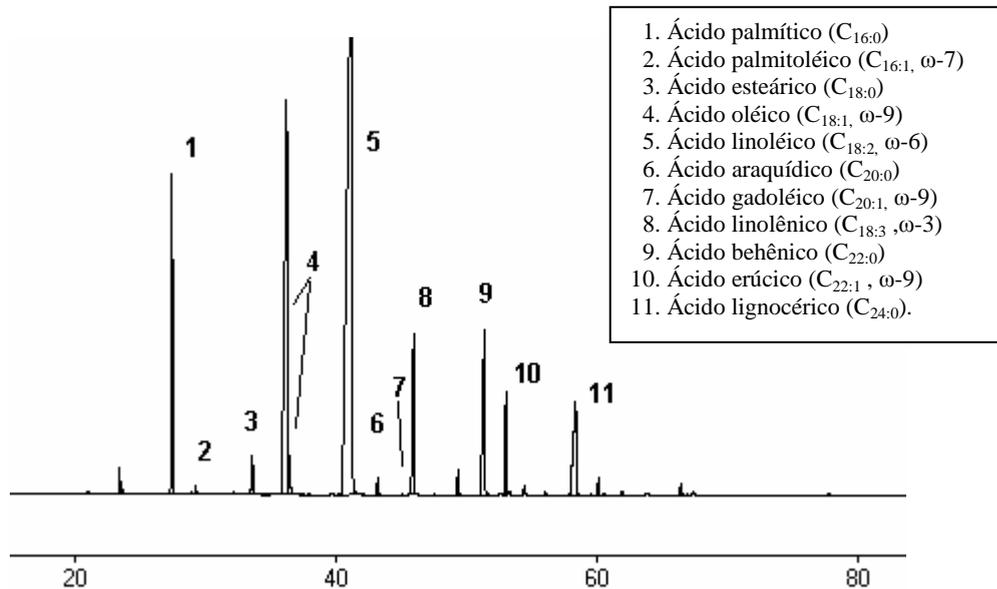


FIGURA 2 – Perfil cromatográfico de ésteres metílicos dos ácidos graxos do óleo das sementes de *P. floribundum*, na fase de maturação fisiológica, obtido por CG com detetor de ionização de chama.

Comparando-se os resultados obtidos por Mayworm *et al.* (1998), com espécimens dessa mesma família botânica (Fabaceae), mas de ocorrência em “caatinga”, como *Erythrina velutina* Willd, *Canavalia brasiliensis* (Mat.) Benth. e *Poecilanthe ulei* (Harms) Arroyo & Pudd., podem-se observar variações significativas quanto aos teores de óleo (11,2; 1,2 e 21,1 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente). Com relação aos ácidos graxos, o principal componente observado nessas espécies é o ácido oléico, o qual apresentou variação significativa entre elas de 51,0; 53,5 e 35,0 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Na espécie *P. floribundum*, de ocorrência em floresta pluvial de Mata Atlântica, predominou o ácido linoléico (TABELA 1). Esse resultado vem corroborar com as afirmações feitas por Senanayake & Shahidi, (2000) e Rahamatalla *et al.* (2001), em relação à variação da composição química em indivíduos da mesma família botânica, mas de gêneros, espécies e biomas diferentes.

Segundo Vianni & Braz-Filho (1996), o ácido oléico é um dos ácidos graxos mais amplamente distribuído na natureza e produzido no organismo humano. Por outro lado, o homem é incapaz de biossintetizar alguns ácidos graxos da família dos ω-6 e ω-3 (ácidos graxos poliinsaturados), como é o caso dos ácidos linoléico e linolênico, considerados ácidos graxos essenciais. Como mostra a TABELA 1, os valores desses componentes obtidos no óleo das sementes da

espécie *P. floribundum* foram similares àqueles encontrados no óleo de soja indicado no Codex Alimentarius (2005).

Analisando-se as propriedades físico-químicas do óleo para uso como alimento, verificou-se que os índices de refração ( $n_D^{40}$  1,467) e de iodo ( $I_I = 111$  g 100 g<sup>-1</sup>) do óleo de *P. floribundum*, no estágio em que as sementes atingiram a maturidade fisiológica estão, segundo o Codex Alimentarius (2005), próximos ao óleo de girassol ( $n_D^{40} = 1,467 - 1,469$ ) e de milho ( $I_I = 108-116$  g 100 g<sup>-1</sup>) e praticamente iguais ao do óleo de *Lecythis pisonis* Camb. (sapucaia), ou seja:  $n_D^{40}$  1,465 e  $I_I = 117$  g de iodo 100 g<sup>-1</sup>, (Vallilo *et al.*, 1999). No entanto, o índice de saponificação (157 mg KOH 100 g<sup>-1</sup> de óleo), é inferior ao apresentado pelas sementes dessas espécies reportadas na literatura e àquelas listadas na Resolução n° 270 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2005), que fixa os padrões de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais, para fins alimentícios.

Quanto à presença de tocoferóis (vitamina E) na fração lipídica não saponificável do óleo (FIGURA 3), os valores encontrados para os isômeros alfa (α) e gama (γ) tocoferóis, aumentaram com o amadurecimento das sementes. No entanto, o inverso ocorreu com os isômeros beta (β) e delta (δ) tocoferóis, que diminuíram antes das sementes atingirem a maturidade fisiológica, conforme mostra a TABELA 2.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

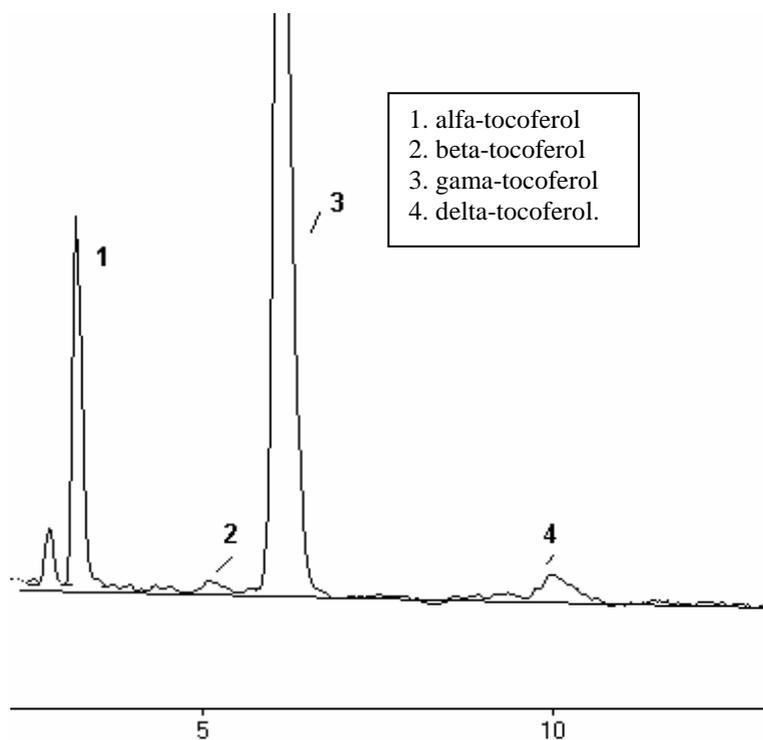


FIGURA 3 – Perfil cromatográfico dos tocoferóis presentes no óleo das semente de *P. floribundum*, na fase de maturação fisiológica, obtido por CLAE com detetor de fluorescência.

TABELA 2 – Teores de diferentes tocoferóis no óleo das sementes de *P. floribundum* Vog. (Fabaceae), colhidas em fase de desenvolvimento (18/08/2004) e na época de maturação fisiológica (01/11/2004).

Tocoferóis	18/08/2004 (mg 100 g <sup>-1</sup> )	01/11/2004 (mg 100 g <sup>-1</sup> )
Alfa (α)	27,7	42,8
Beta (β)	0,8	0,0
Gama (γ)	68,9	88,2
Delta (δ)	2,4	1,8

Comparando-se os resultados obtidos por Firestone (1999) para óleos de mesa, verificou-se que os valores de alfa e gama-tocoferóis encontrados no óleo de *P. floribundum* estão próximos aos dos óleos de girassol (40,0 – 95,0 mg 100 g<sup>-1</sup>) e de gergelim (52,1 – 98,3 mg 100 g<sup>-1</sup>), enquanto os teores de beta e de delta-tocoferóis se aproximam aos do óleo de gergelim (0 – 2,1 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente).

No óleo de *P. floribundum* destaca-se o gama-tocoferol, encontrado em maior quantidade nas duas épocas de colheita.

A importância da presença de tocoferóis em concentrações relativamente elevadas no óleo das sementes de *P. floribundum* deve-se à sua propriedade antioxidante, que, de certa maneira, contribuem para a estabilidade oxidativa de óleos poliinsaturados.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

Sabe-se, através da literatura, que a atividade antioxidante decresce do composto delta para alfa-tocoferol, sendo este último o que apresenta maior atividade de vitamina E, cuja função em processos fisiológicos no metabolismo humano é combater a formação de radicais livres e, por conseguinte, o envelhecimento celular (Hemeda & Klein, 1990; Six, 1994).

#### 4 CONCLUSÕES.

A utilização das sementes de *P. floribundum*, como fonte nutricional, mostra-se promissora em decorrência de seu teor lipídico, presença de ácidos graxos insaturados e essenciais, e tocoferóis no óleo. Esses nutrientes apresentaram níveis similares aos óleos de espécies vegetais, de amplo uso na alimentação humana e/ou animal, como o da soja.

Os resultados indicam que os teores de lipídio, e de alfa e gama-tocoferóis são dependentes da maturação das sementes, que ao atingirem a maturidade fisiológica, apresenta maior potencial de exploração comercial.

A presença de antioxidantes naturais, alfa e gama-tocoferóis, no óleo, provavelmente colaboram para a sua estabilização oxidativa.

Complementando este estudo e visando avaliar o potencial alimentício das sementes de *P. floribundum*, estudos posteriores devem ser realizados com esta possível fonte alimentar, com relação às proteínas e a fatores tóxicos e antinutricionais.

#### 5 AGRADECIMENTOS

À Seção de Silvicultura do Instituto Florestal de São Paulo, pela doação das sementes.

À Sra. Sebastiana Dutra de Souza Revoredo da Silva, Oficial de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica, pelo auxílio no trabalho de laboratório.

Ao Marcelo Rouanet, do Instituto de Saúde, pela revisão do texto em inglês.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 5th ed. Champaign, 1998. (A.O.C.S Official Method Ce 8-89).

BRASIL. Resoluções RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p. 372-373.

CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO). **Codex standards for named vegetable oils, CODEX STAN 210 (revision 2005)**. Rome, 2005.

FALCÃO, M. J. C. *et al.* Cytotoxic flavonoids from *Platymiscium floribundum*. **Journal of Natural Products**, Washington, D.C., v. 68, p. 423-426, 2005.

FIRESTONE, D. **Physical and characteristics of oils fats and waxes**. Champaign: AOCS Press, 1999. p. 56-101.

HEMEDA, H. M.; KLEIN, B. R. Effects of naturally antioxidants on peroxidase activity of vegetable extracts. **Journal of Food Science**. Chicago, v. 55, n. 1, p. 184-185, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos e para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: ANVISA, 2005. 1018 p.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY - IUPAC. **Standard methods for analysis of oils, fats and derivatives**. 7th ed. Boston: Blackwell Scientific Publications, 1987. (Method 2.301). (Report of IUPAC Working Group WG 2/87).

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. Ilustração de Irina Gemtchujnikov. 2 ed. São Paulo: Nacional: Editora da Universidade de São Paulo, 1975. 777 p.

KALOYERAS, S. A. Rancidity as a factor in the loss of viability of pine and other seeds. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**. Champaign, v.35, p.176-179, 1958.

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

MAYWORM, M. A. S. *et al.* Seeds of species from the "caatinga": proteins, oils and fatty acid contents. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 299-303, 1998.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

MILITÃO, G. C. G. *et al.* Antimitotic properties of pterocarpans isolated from *Platymiscium floribundum* on sea urchin eggs. **Letter Planta Med.**, Stuttgart, v. 71, p. 683-685, 2005.

MILITÃO, G. C. G. *et al.* Induction of apoptosis by pterocarpans from *Platymiscium floribundum* in HL-60 human leukemia cells. **Life Science**, Tucson, v. 78, n. 20, p. 2409-2417, 2006.

OLIVEIRA, G. de. *et al.* Purificação e caracterização de  $\alpha$ -galactosidases de sementes de *Platymiscium pubescens* Micheli. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 535-543, 2005.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, T. B. Maturação e dispersão In: AGUIAR, T. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 215-274.

RAHAMATALLA, A. B. *et al.* Changes in fatty acids composition during seed growth and physicochemical characteristics of oil extracted from four safflower cultivars. **Plants Food for Human Nutrition**, London, v. 56, n. 4, p. 385-395, 2001.

SENANAYAKE, N. S. P. J.; SHAHIDI, F. Lipid components of borage (*Borago officinalis* L.) seeds and their changes during germination. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 77, n. 1, p. 55-61, 2000.

SILVA, M. C. C. de. **Fenologia, maturação fisiológica e aspecto da germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. no Parque Estadual Alberto Löfgren, Instituto Florestal, São Paulo, SP.** 2005. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

SIX, P. Current research in natural food antioxidants. **Food Technology**, Chicago, v. 5, n. 6, p. 679-687, 1994.

STANSBY, M. E.; LEMON, J. M. Quantitative determination of oil in fish flesh. **Indian Engineering Chemistry**, Easton, v. 9, n. 7, p. 341-3, 1937.

VALLILO, M. I. *et al.* *Lecythis pisonis* Camb nuts oil characterization, fatty acids and minerals. **Food Chemistry**, Barking, v. 66, p. 197-200, 1999.

VIANNI, R.; BRAZ-FILHO, R. Ácidos graxos naturais: importância e ocorrência em alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 400-407, 1996.

# FRUGIVORIA E PREDÇÃO DE SEMENTES POR AVES NO PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖFGREN, SÃO PAULO, SP\*

Felipe Yamada FONSECA\*\*  
Alexsander Zamorano ANTUNES\*\*\*

## RESUMO

As aves são importantes dispersoras e predadoras de sementes. O estudo de comunidades de aves frugívoras-granívoras e dos vegetais por elas utilizados é ainda pouco freqüente no Brasil. Esse conhecimento pode auxiliar na definição de estratégias para a conservação dessas espécies e mesmo servir de subsídios para programas de restauração ecológica. O objetivo do presente projeto foi pesquisar o consumo de frutos e sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo–SP. A coleta dos dados ocorreu entre setembro de 2006 e março de 2007, e foi realizada a partir de percursos pelas trilhas existentes e realização de observações focais. Foram analisados: a riqueza de aves visitantes por planta, o tipo de recurso utilizado (polpa, arilo, sementes, etc.) por cada espécie e a importância de cada espécie de ave para a comunidade vegetal. Foram registradas 38 espécies de aves ingerindo frutos e sementes de 16 espécies vegetais, 9 delas exóticas. Os sabiás foram os principais dispersores de sementes, mas aves de grande porte, como *Penelope obscura*, parecem ser importantes para plantas com frutos grandes. A dispersão de vegetais exóticos pode prejudicar a flora nativa local.

Palavras-chave: ecologia trófica; interações; Mata Atlântica; vegetais exóticos.

## 1 INTRODUÇÃO

Várias espécies de animais consomem frutos e sementes (ex. formigas, lagartos, peixes), entretanto, a frugivoria e a granivoria são mais disseminadas entre as aves e os mamíferos. Esses animais podem dispersar as sementes para longe da planta-mãe, local sujeito a intensa predação pela ação de insetos e mamíferos, além da competição de recursos com a própria planta-mãe. A dispersão, assim, aumenta consideravelmente as chances de sobrevivência das plântulas. Algumas espécies atuam como predadores de sementes, participando do controle populacional das espécies vegetais

## ABSTRACT

Birds are important seed dispersers and seed predators. Studies of frugivorous-granivorous communities and plants used by them are scarce in Brazil. These can help conservation and vegetation recovery programs. We investigated the fruit and seed consumption by birds in Alberto Löfgren State Park, from September 2006 to March 2007. We collected data throughout transects and by focal observations, analyzing bird richness, resource utilized by birds (pulp, aril, seeds, etc.) and the bird importance to plant community. We recorded 38 bird species eating fruits and seeds of 16 plant species, 9 exotic plants. The thrushes were the most important plant visitors and likely have a great contribution to the seed dispersal. However, large birds like *Penelope obscura* were important to large seeded species. The dispersal of exotic plants can disturbed the local native biota.

Key words: Atlantic Forest; exotic plants; interactions; trophic ecology.

(Howe & Primack, 1975; Janzen *et al.*, 1976; Stiles, 1985). A dispersão de sementes é fundamental, também, para a troca de genes, aumentando a variabilidade genética das populações vegetais (Jordano *et al.*, 2006). Portanto, a frugivoria, a dispersão e a predação de sementes são processos essenciais para os ecossistemas. Na co-evolução com os animais, muitas espécies de vegetais desenvolveram frutos que exibem cores vistosas e polpas ou outras estruturas carnosas e suculentas, tais como arilos, caracterizando a chamada síndrome de dispersão zoocórica (Pijl, 1972). Em algumas florestas tropicais, o percentual de plantas que possuem sementes adaptadas à zoocoria pode estar entre 50 e 90% (Fleming, 1987).

(\*) O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Brasil. Aceito para publicação em setembro de 2007.

(\*\*) Discente do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Metodista de Piracicaba. Bolsista do CNPq. E-mail: felipe-yamada@hotmail.com

(\*\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: alexsanderantunes@ig.com.br

Entretanto, poucas espécies de animais são estritamente frugívoras, a maioria das espécies que utilizam frutos pode ser classificada como onívora, incluindo folhas, flores e outros animais na dieta (Moermond & Denslow, 1985).

A composição e a abundância de indivíduos em comunidades de aves frugívoras são afetadas por variações nas características dos habitats, tais como estrutura da vegetação (Willson *et al.*, 1982, Karr & Freemark, 1983), florística e distribuição de recursos (Loiselle & Blake, 1993), estágio sucessional da vegetação (Johns, 1991), fragmentação e deterioração de habitat (Willis, 1979) e pela caça e captura para gaiola. Espécies de grande porte são mais afetadas, justamente as espécies capazes de dispersar as sementes maiores (Willis, 1979). As consequências de reduções populacionais e extinções locais dessas espécies levam, também, à perda de interações bióticas (Janzen, 1974) e podem ser desastrosas para os vegetais zoocóricos (Silva & Tabarelli, 2000).

Dentre os frugívoros neotropicais, as aves contribuem com maior número de espécies, e algumas famílias são altamente dependentes de frutos (Cotingidae e Cracidae). Muitas vezes, observa-se um padrão assimétrico das interações ave-planta, onde, poucas espécies de aves podem interagir com muitas espécies vegetais, ou poucos vegetais interagirem com muitas aves (Jordano, 1987).

Entender como os animais influenciam as populações vegetais e como a distribuição dos recursos oferecidos pelos vegetais afeta a diversidade de animais, são temas importantes para a conservação e o manejo da vida silvestre (Galetti *et al.*, 2003). Por exemplo, os animais que dispersam as sementes são muito importantes para a restauração de ambientes degradados (Wunderle Jr., 1997; Pizo, 2004).

No Brasil, muitos trabalhos abordam a frugivoria/dispersão de sementes considerando apenas uma espécie de ave ou de planta (Guimarães, 2003; Machado & da Rosa, 2005; Francisco & Galetti, 2001). Ainda são poucos os estudos que abordam as interações entre comunidades de aves que se alimentam de frutos e sementes e as espécies vegetais utilizadas (Galetti & Pizo, 1996; Silva & Tabarelli, 2000; Silva *et al.*, 2002; Fadini & Marco Jr., 2004).

O objetivo geral deste trabalho foi pesquisar o consumo de frutos e sementes por aves em uma área reflorestada no Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. Considerando que nessa área estão presentes espécies vegetais nativas e exóticas, os objetivos específicos foram:

- 1) determinar quantas e quais as espécies de aves que consomem frutos e sementes;
- 2) determinar quantas e quais as espécies de vegetais utilizadas por aves frugívoras e granívoras;
- 3) analisar a importância de cada espécie de ave como consumidora de frutos e sementes, e como dispersora potencial de sementes;
- 4) verificar se ocorrem diferenças no número de interações ave-planta, entre espécies de vegetais nativos da região e espécies vegetais exóticas e
- 5) verificar possíveis variações sazonais nas interações.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área administrativa do Instituto Florestal, Parque Estadual Alberto Löfgren - PEAL (FIGURA 1), São Paulo-SP (23° 27' 43" S, 46° 37' 59" W; 723 m de altitude). A área do PEAL é de 174 ha. A vegetação nessa área é constituída, basicamente, por reflorestamento com espécies vegetais nativas e exóticas, na maioria das vezes, apresentando um sub-bosque bem desenvolvido. O PEAL é contíguo ao Parque Estadual da Cantareira, que ocupa uma área de 7.900 ha. As duas Unidades de Conservação são consideradas, internacionalmente, uma "IBA", ou seja, Área Importante para a Conservação das Aves (Bencke *et al.*, 2006).

Foram percorridas as "trilhas" (estradas, aceiros entre talhões, etc.) existentes à procura de vegetais com frutos maduros e que estivessem sendo visitados por aves. Ao serem encontrados, tiveram sua localização registrada com GPS (Garmin e-Trex Summit) e se procedeu às observações. O método utilizado foi o de observação focal, que consiste em se permanecer próximo à planta, registrando as aves visitantes, bem como o seu comportamento (Lehner, 1979). As observações foram iniciadas ao amanhecer, sendo interrompidas quando cessava a atividade das visitantes, sendo que em algumas ocasiões foram retomadas ao final da tarde. A coleta de dados se iniciou em setembro de 2006 e ocorreu até março de 2007. Quanto à sazonalidade, foram feitas amostragens em três períodos: 1) início da estação chuvosa, setembro a novembro; 2) auge da estação chuvosa, dezembro a fevereiro, e 3) final da estação chuvosa, março a maio. Foram obtidos dados de temperatura média mensal e precipitação mensal na estação meteorológica do PEAL.

Em campo foram anotados em planilha:

- 1) data e período de observação em horas;
- 2) espécie visitante;
- 3) número de indivíduos;
- 4) horário de visita;
- 5) tempo de permanência na planta;
- 6) número de frutos e/ou sementes consumidos;
- 7) modo de apanhar e manipular o fruto, e
- 8) agressões intra e interespecíficas.

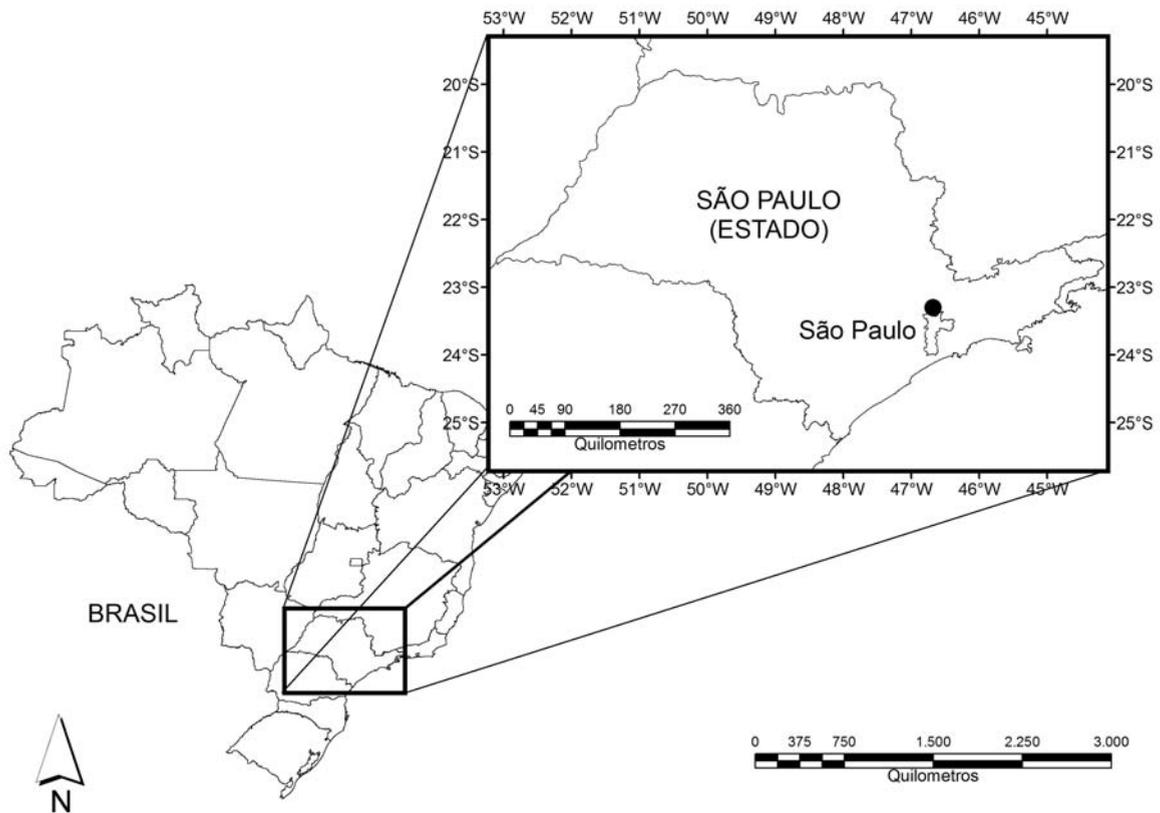


FIGURA 1 – Localização da área de estudo, Parque Estadual Alberto Löfgren.

Foram utilizados, para auxiliar na identificação das espécies de aves, binóculos 8x40 e guia de campo (Develey & Endrigo, 2004). As aves foram classificadas quanto ao hábito alimentar e migratório segundo Sick (1997). O peso das espécies foi obtido em Magalhães (1999) e a partir de capturas de aves efetuadas no P. E. Cantareira (Antunes e Santos, dados inéditos). As espécies vegetais tiveram ramos coletados, para identificação através de consulta à bibliografia especializada ou aos pesquisadores da Seção de Ecologia Florestal e do Herbário “D. Bento Pickel”, do Instituto Florestal. Para cada espécie vegetal, foram retirados dez frutos ou sementes (referidos como diásporos), que tiveram seu diâmetro medido com paquímetro.

Foi calculado um índice de importância de cada ave para a comunidade de vegetais (Murray, 2000; Silva *et al.*, 2002):

$$IJ = \sum [(C_{ij}/T_i)/S]$$

em que:  $T_i$  é o número total de espécies de aves que se alimentam dos frutos da planta  $i$ ;  $S$  é o número total de espécies de plantas amostradas;

$C_{ij}$  é igual a 1 se a espécie de ave  $j$  consome os frutos da espécie de planta  $i$ , ou zero se não consome. O valor de  $I$  varia entre zero, para espécies que não interagem com nenhuma planta, a 1 para as que consomem frutos de todas as plantas contidas na amostra. Esse índice mede a importância de cada ave em relação às demais, alcançando altos valores para espécies que não só estabelecem muitas interações, mas também um grande número de interações exclusivas (Murray, 2000).  $IJ$  foi multiplicado por 100, para facilitar a visualização e comparação entre valores.

As correlações entre o diâmetro médio do diásporo e o total de espécies de aves visitantes, e entre o peso médio das aves visitantes e o número de espécies vegetais consumidas, foram testadas estatisticamente através do coeficiente de postos de Spearman ( $r_s$ ). A diferença nos números de espécies de aves visitantes entre vegetais com frutos maiores e menores do que 10 mm foi testada através de  $\chi^2$  com fator de correção de Yates para um grau de liberdade. Foram considerados significativos valores de  $P < 0,05$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trinta e oito espécies de aves foram registradas consumindo frutos de dezesseis espécies vegetais na área do Parque Estadual Alberto Löfgren (TABELAS 1 e 2). Dentre as espécies cujos frutos foram consumidos, nove são exóticas e estão indicadas na TABELA 2. *Eugenia uniflora* é nativa do Brasil, porém não ocorre naturalmente na região da Serra da Cantareira e por isso foi considerada exótica neste trabalho. Com exceção de *Pinus patula* e *Hovenia dulcis*, que tiveram suas sementes predadas por psitacídeos, todas as espécies vegetais pesquisadas apresentam a síndrome de dispersão zocórica (Pijl, 1972), ou seja, seus frutos contêm características atrativas para as aves como coloração e/ou disposição nos galhos entre outras.

No total, foram registradas 164 interações das 608 possíveis (espécies de aves x espécies vegetais). Dessas, 94 (57%) foram interações com vegetais nativos e 70 (43%) com exóticos. *Tersina viridis* foi a única espécie de ave que não foi observada interagindo com vegetais nativos, consumindo frutos da exótica *Ficus benjamina*. Dez espécies de aves interagiram apenas com vegetais nativos. Portanto, vinte e sete espécies de aves interagiram tanto com vegetais exóticos quanto com nativos (TABELA 1). O elevado número de interações com espécies exóticas é preocupante, devido à possibilidade de dispersão de sementes desses vegetais para áreas de vegetação nativa, como o contíguo Parque Estadual da Cantareira. O estabelecimento de populações de espécies exóticas pode gerar competição com espécies nativas e prejudicar toda a biota. Tal fato já é notado para o pau-de-incenso *Pittosporum undulatum*, muito freqüente tanto no PEAL quanto na Cantareira (Antunes, observação pessoal), espécie considerada invasora em várias localidades do Sul do Brasil (Instituto Hórus, 2007).

A TABELA 2 apresenta o número de interações estabelecidas pelos vegetais, sendo *Alchornea sidifolia* (N = 29; 17,68% das interações) e *Rapanea umbellata* (N = 23; 14,02% das interações) as espécies que mais interagiram com as aves no PEAL, ambas nativas. As duas espécies vegetais exóticas que mais interagiram com aves no PEAL foram *Ficus benjamina* (N = 22; 31,42% das interações) e *Morus nigra* (N = 15; 21,42% das interações). Apenas quatro espécies foram responsáveis por 55,20% das interações registradas, sendo elas: *Alchornea sidifolia* (17,79% das interações), *Rapanea umbellata* (14,11% das interações),

*Ficus benjamina* (13,49% das interações) e *Ocotea puberula* (9,81% das interações). Das 70 interações registradas envolvendo vegetais exóticos, *Ficus benjamina* e *Morus nigra* responderam por 52,84%.

Foi registrada variação no número de espécies com frutos maduros ao longo do ano, mas em todo o período de estudo foram encontradas fruteiras sendo visitadas por aves.

Apesar de não se obter uma relação estatisticamente significativa, observa-se que a maioria das interações registradas englobam aves de pequeno porte e vegetais com frutos pequenos (FIGURAS 2 e 3). Espécies vegetais com frutos de diâmetro médio igual ou inferior a 10 mm (N = 12; 38 visitantes) tiveram significativamente mais espécies visitantes do que as espécies com frutos maiores (N = 4; 16 visitantes),  $\chi^2 = 8,33$  g.l. 1 P < 0,01.

O tamanho do fruto pode influenciar nas interações com as aves, funcionando, caso esse fruto seja grande (> 10 mm), como uma barreira mecânica para aves de pequeno porte que possuem pequena abertura bucal. Dessa maneira, aves de grande porte são as únicas que conseguem consumir e dispersar sementes desses frutos. Porém, essas aves de grande porte são geralmente as mais vulneráveis a alterações antrópicas no ambiente, tais como a fragmentação de habitats e a caça (Willis, 1979). Portanto, as interações entre aves e plantas podem ser prejudicadas em algumas localidades. Com a extinção de frugívoros de grande porte, espécies vegetais com frutos grandes tiveram a dispersão de sementes prejudicada (Silva & Tabarelli, 2000). O PEAL possui uma avifauna diversificada e ainda apresenta os frugívoros de grande porte *Penelope obscura*, *Ramphastos dicolorus*, *Ramphastos vitellinus* e *Pyroderus scutatus*. Entretanto, a abundância local dessas espécies parece ser bem menor do que das demais.

Os sabiás *Turdus albicollis*, *Turdus amaurochalinus*, *Turdus flavipes* e *Turdus leucomelas*, o bem-te-vi *Pitangus sulphuratus* e o neinei *Megarynchus pitangua* são aves de médio porte, mas que podem dispersar sementes grandes, ao retirarem frutos e os carregarem para outra árvore, despolpando-os e derrubando a semente (Francisco & Galetti, 2001). Outras aves menores, capazes de arrancar pedaços da polpa de frutos grandes, acabam por derrubar as sementes sob a planta-mãe. Apenas quatro espécies vegetais observadas apresentaram diásporos com diâmetro superior a 10 mm, o que faz com que a constatação de que as espécies com frutos grandes são visitadas por menos espécies de aves no PEAL seja vista com cautela.

TABELA 1 – Aves observadas consumindo frutos e sementes no Parque Estadual Alberto Löffgren – São Paulo, entre setembro de 2006 e março de 2007.

Espécie	IJ	Vegetais com os quais interagiu	Interações Exclusivas	Interações com Exóticas
Jacuguacu <i>Penelope obscura</i>	1,5	EE EJ OP	0	1
Tiriba-de-testa-vermelha <i>Pyrrhura frontali</i>	5,9	EE EJ FB FE HD OP	0	3
Periquito-rico <i>Brotheris tirica</i>	11,0	AS EE FB FE HD RU SR	1	2
Tuim-de-asa-azul <i>Forpus xanthopterygius</i>	1,7	AS FB FE RU	0	1
Maitaca-verde <i>Pionus maximiliani</i>	6,4	AS PP	1	1
Tucano-do-bico-verde <i>Ramphastos dicolorus</i>	3,7	AP EE EJ FB NO OP	0	3
Tucano-do-bico-preto <i>Ramphastos vitellinus</i>	0,5	EE	0	0
Pica-pau-velho <i>Celeus flavescens</i>	0,9	AS OP RU	0	0
Maria-é-dia <i>Elaenia flavogaster</i>	1,1	AS FB MN RU	0	2
Bem-te-vi-de-coroa-vermelha <i>Myiozetetes similis</i>	2,4	AP AS FB MN OP RU	0	3
Bem-te-vi-verdadeiro <i>Pitangus sulphuratus</i>	3,3	AS EE EU FB MN OP RU	0	3
Bem-te-vi-peteca <i>Empidonamus varius</i>	1,5	AS FB MN OP RU	0	2
Bem-te-vi-rajado <i>Myiodynastes maculatus</i>	1,1	AS FB OP RU	0	1
Nei-nei <i>Megarynchus pitangua</i>	1,9	AS FB NO OP	0	1
Araponga <i>Procnias nudicollis</i>	0,5	EE	0	0
Pavó <i>Pyroderus scutatus</i>	1,1	EE EJ	0	1
Tangará-dançarino <i>Chiroxiphia caudata</i>	0,2	RU	0	0
Araponguinha-de-cara-preta <i>Tytira cayana</i>	1,2	AS NO	0	0
Caneleiro-de-crista <i>Pachyrhamphus validus</i>	0,6	AS OP	0	0
Juruviara-oliva <i>Vireo olivaceus</i>	2,4	AS FB MN NO OP RU	0	2
Sabiauna <i>Turdus flavipes</i>	1,7	EE PH	0	1
Sabiá-laranjeira <i>Turdus rufigiventris</i>	9,0	AP AS EE EU EJ FB MN NO OP PH PU RU	0	7
Sabiá-de-cabeça-cinza <i>Turdus leucomelas</i>	9,0	AP AS EE EU EJ FB MN NO OP PH PU RU	0	7
Sabiá-poca <i>Turdus amaurochalinus</i>	8,0	AP AS EE EU EJ FB MN OP PH PU RU	0	7
Sabiá-coleira <i>Turdus albicollis</i>	1,0	AS EE RU	0	0
Cambacica <i>Coereba flaveola</i>	1,1	AS FB MN RU	0	2
Saíra-canário <i>Thlypopsis sordida</i>	0,9	AS MN RU	0	1

continua

continuação - TABELA 1

Espécie	IJ	Vegetais com os quais interagiu	Interações Exclusivas	Interações com Exóticas
Gurundi <i>Tachyphonus coronatus</i>	0,9	AS MN RU	0	1
Tié-de-topete <i>Trichothraupis melanops</i>	0,5	AS RU	0	0
Sanhaço-cinza <i>Thraupis sayaca</i>	6,5	AP AS EJ EU FB FS MN OP PH RU	0	5
Sanhaço-do-coqueiro <i>Thraupis palmarum</i>	2,9	AP AS EJ FB FS	0	3
Saíra-cabocla <i>Tangara cayana</i>	1,7	AS EJ FB MN RU	0	3
Saíra-da-serra <i>Tangara desmaresti</i>	2,1	AS FB FE MN RU	0	2
Sai-andorinha <i>Tersina viridis</i>	0,3	FB	0	1
Trinca-ferro-de-asa-verde <i>Saltator similis</i>	0,2	AS	0	0
Vivi <i>Euphonia chlorotica</i>	1,0	AS FB OP RU	0	1
Ferro-velho <i>Euphonia pectoralis</i>	1,1	AS FB MN RU	0	2
Tico-tico-verdadeiro <i>Zonotrichia capensis</i>	0,2	AS	0	0

TABELA 2 – Vegetais cujos frutos e/ou sementes foram observados sendo consumidos por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren – São Paulo, entre setembro de 2006 e março de 2007.

Espécie	Meses de observação	Diâmetro médio do diásporo (mm)	Cor do diásporo	Total de espécies visitantes
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.	Dezembro a Janeiro	7	Vermelha	29
<i>Archontophoenix</i> spp.*	Outubro a Dezembro	6	Vermelha	7
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.*	Setembro a Outubro	25	Laranja	10
<i>Eugenia uniflora</i> L.*	Setembro	21	Vermelha	5
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Setembro	7	Preta	13
<i>Ficus benjamina</i> L.*	Março	4	Vermelha	22
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	Setembro	10	Roxa	6
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.*	Março	1,5	Castanha	2
<i>Morus nigra</i> L.*	Setembro a Outubro	4	Roxa	15
<i>Nectandra oppositifolia</i> Ness & Mart.	Novembro a Dezembro	15	Roxa-esverdeada	6
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Novembro a Dezembro	10	Roxa	16
<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien*	Setembro a Dezembro	6	Laranja	5
<i>Pinus patula</i> Schrdl. & Cham.*	Novembro	4	Marrom	1
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.*	Novembro a Janeiro	4	Vermelha	3
<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	Novembro a Dezembro	3	Roxa	23
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Novembro a Janeiro	21	Laranja	1

(\*) Espécie exótica. O gênero *Archontophoenix* apresenta duas espécies na área de estudo que não puderam ser distinguidas em campo, *A. alexandrae* (F. Muell.) H. Wendl. & Drude e *A. cunninghamii* H. Wendl. & Drude.

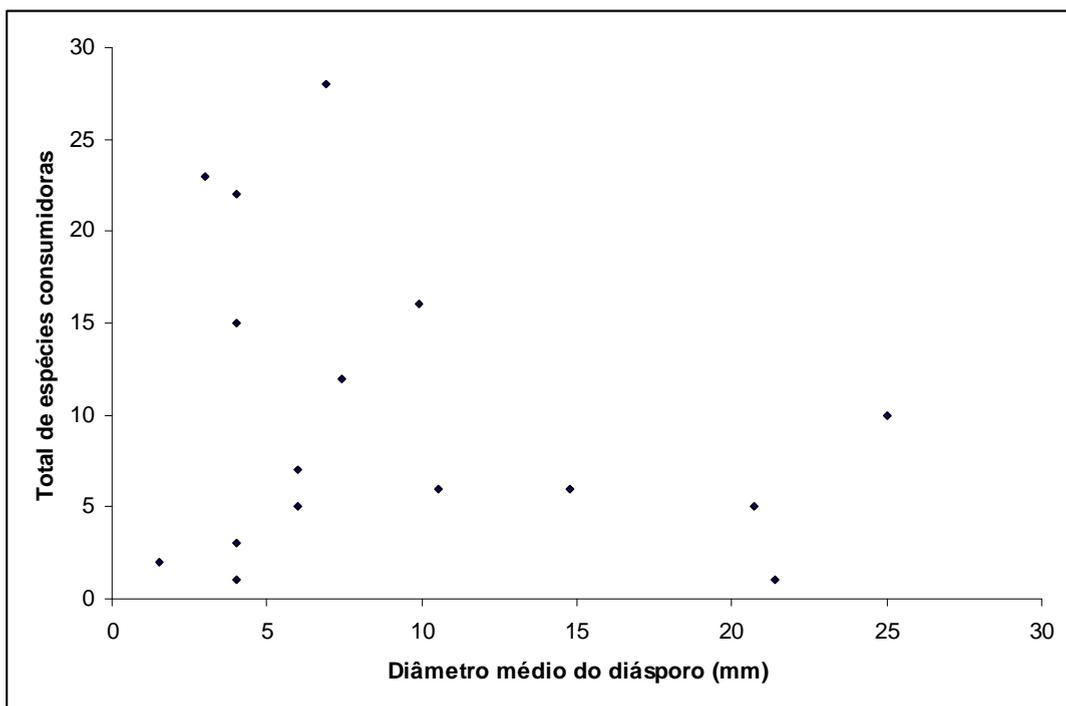


FIGURA 2 – Relação entre o diâmetro médio do diásporo (fruto, semente arilada ou semente alada) das espécies vegetais e o total de espécies de aves consumidoras ( $r_s = -0,073$ ;  $n = 16$ ; n.s.).

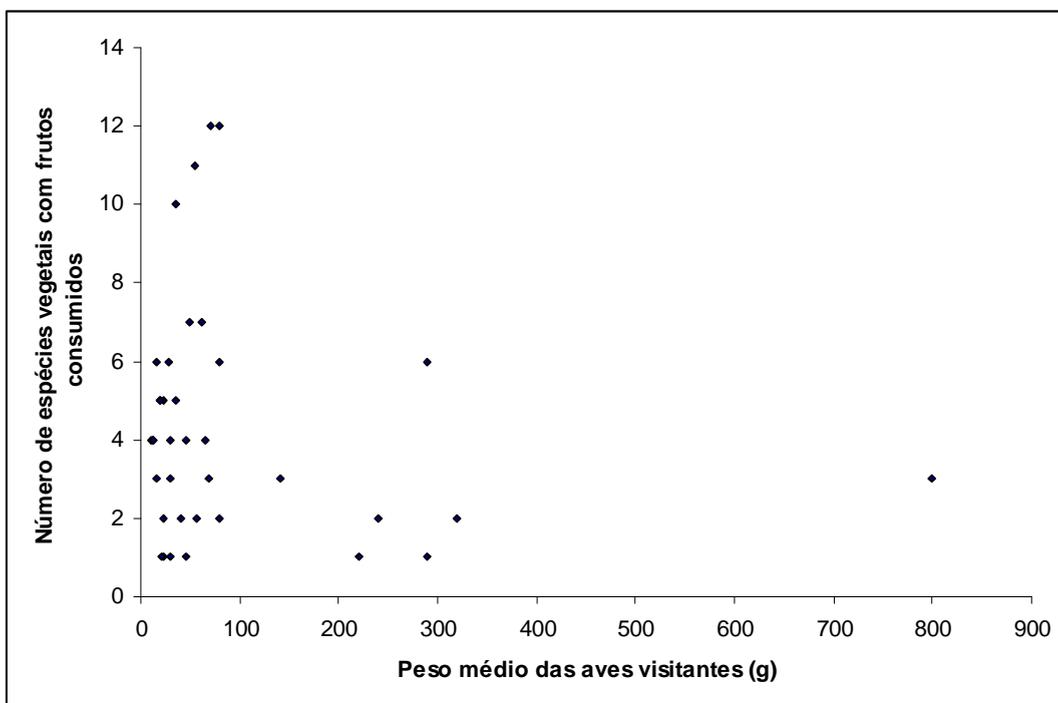


FIGURA 3 – Relação entre o número de espécies vegetais consumidas e o peso médio das aves consumidoras ( $r_s = -0,069$ ;  $n = 38$ ; n.s.).

Em relação ao hábito alimentar, 23 (62%) espécies de aves registradas consumindo frutos podem ser classificadas como onívoras, respondendo por 120 (74%) das interações. Nove espécies (23%) podem ser denominadas como frugívoros especializados: *Penelope obscura*, *Ramphastos dicolorus*, *Ramphastos vitellinus*, *Procnias nudicollis*, *Pyroderus scutatus*, *Chiroxiphia caudata*, *Tersina viridis*, *Euphonia chlorotica* e *Euphonia pectoralis*, e seis espécies (16%) são frugívoras-granívoras ou predadoras de sementes: *Pyrrhura frontalis*, *Brotogeris tirica*, *Forpus xanthopterygius*, *Pionus maximiliani*, *Saltator similis* e *Zonotrichia capensis*. A predominância de espécies de aves onívoras foi registrada em outros trabalhos e é esperada principalmente em áreas alteradas, onde a disponibilidade de frutos pode variar muito no tempo e no espaço, prejudicando espécies exclusivamente frugívoras (Moermond & Denslow, 1985; Fadini & Marco Jr., 2004).

Vinte e nove espécies são residentes no PEAL, as demais são migratórias. *Procnias nudicollis*, *Pyroderus scutatus* e *Turdus flavipes* estão presentes apenas no inverno, enquanto as outras seis apenas no verão: *Empidonomus varius*, *Myiodynastes maculatus*, *Tityra cayana*, *Pachyrhamphus validus*, *Vireo olivaceus* e *Tersina viridis*. As espécies residentes responderam por 86% das interações observadas. O aumento do número de espécies que consomem frutos em determinadas épocas do ano, com a chegada de migrantes, pode ser vantajoso para espécies vegetais que frutificam nesses períodos, pelo aumento da chance de dispersão bem sucedida das sementes.

Entre as espécies com maior índice de importância foram registradas duas situações distintas: 1) espécies que interagiram com a maioria das espécies vegetais, três espécies de sabiás, *Turdus leucomelas*, *Turdus rufiventris* e *Turdus amaurochalinus*, e o sanhaço-cinza *Thraupis sayaca*, e 2) espécies que interagiram com poucas espécies vegetais, mas apresentaram interações exclusivas, duas espécies de psitacídeos, *Brotogeris tirica* e *Pionus maximiliani*.

Quanto ao potencial de dispersão de sementes, os sabiás devem ser os principais dispersores na área de estudo, pois os psitacídeos predam as sementes e *Thraupis sayaca* não se mostra boa dispersora, por macerar a polpa dos frutos derrubando muitas sementes sob a planta-mãe.

Vários trabalhos indicam a importância dos sabiás para a dispersão de sementes (Motta Junior & Lombardi, 1990; Francisco & Galetti, 2001). As outras duas espécies de sabiás que ocorrem na área interagiram pouco com os vegetais. *Turdus flavipes* ocorre apenas durante sua migração em julho, e assim apresenta baixo IJ, já *Turdus albicollis* é uma espécie que prefere ambientes de matas fechadas e talvez tenha evitado frequentar as áreas abertas do PEAL, onde várias fruteiras foram registradas.

Os sabiás também foram o grupo de aves que mais interagiu com espécies exóticas, sendo as únicas espécies observadas consumindo os frutos de *Pittosporum undulatum* e, provavelmente, contribuindo para a dispersão e manutenção da população dessa espécie na área.

#### 4 CONCLUSÕES

Áreas reflorestadas e próximas a áreas naturais, como o Parque Estadual Alberto Löfgren – SP, possuem avifauna diversificada e, portanto, podem apresentar alto número de interações entre aves e plantas.

O padrão assimétrico (Jordano, 1987) foi constatado para a comunidade estudada, com poucas espécies de vegetais e de aves respondendo pela maioria das interações registradas.

Os vegetais exóticos existentes no PEAL foram capazes de estabelecer interações com a avifauna local, aumentando a competição por dispersores com a flora nativa.

Espécies com sementes pequenas encontram mais facilidades para dispersão, pois apenas aves de grande porte e grande abertura bucal são capazes de engolir e dispersar sementes grandes. Apesar do PEAL possuir aves de grande porte, estas parecem ser menos abundantes do que aves pequenas.

Os sabiás se destacaram entre as aves registradas, por interagirem com grande número de plantas e por serem, potencialmente, bons dispersores de sementes.

A capacidade de dispersão de sementes, estabelecimento de plântulas e recrutamento das espécies exóticas devem ser pesquisadas. Essa capacidade, a longo prazo, pode acarretar o empobrecimento da flora nativa, caso essas plantas exóticas sejam mais aptas e se estabeleçam com vantagem, e desequilíbrio ecológico a médio e longo prazo.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao Vitor Rafael Malacrida pelo auxílio na coleta de dados no início do trabalho, aos PqCs Ms Geraldo Antônio Daher Corrêa Franco e Dr. João Batista Baitello, por identificarem várias das espécies vegetais, ao PqC Ms Alceu Jonas Faria da Seção de Engenharia Florestal pelos dados climatológicos, ao Cristhiano Gusmão Figueira pela confecção do mapa e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, concedida no período de 01/08/2006 a 31/07/2007.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. 494p.
- DEVELEY, P. F.; ENDRIGO, E. **Aves da Grande São Paulo**: guia de campo. São Paulo: Aves e Fotos, 2004. 295 p.
- FADINI, R. F.; MARCO Jr., P. DE. Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais. **Ararajuba**, Seropédica, v. 2, n. 1, p. 97-103, 2004.
- FLEMMING, T. H. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 18, n. 1, p. 91-109, 1987.
- FRANCISCO, R. M.; GALETTI, M. Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Ararajuba**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 13-19, 2001.
- GALETTI, M.; PIZO, M. A. Fruit eating by birds in a forest fragment in southeastern Brazil. **Ararajuba**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 71-79, 1996.
- GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN Jr., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003. p. 395-422.
- GUIMARÃES, M. A. Frugivoria por aves em *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) na zona urbana do município de Araruama, estado do Rio de Janeiro, sudeste brasileiro. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, v. 116, n. 1, p. 12, 2003.
- HOWE, H. F.; PRIMACK, R. B. Differential seed dispersal by birds of the tree *Casearia nitida* (Flacourtiaceae). **Biotropica**, Malden, v. 7, n. 4, p. 278-283, 1975.
- INSTITUTO HÓRUS. **Levantamento nacional de espécies exóticas invasoras**. Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 25 maio 2007.
- JANZEN, D. H. The deflowering of Central America. **Natural History**, New York, v. 83, n. 1, p. 49-53, 1974.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Two Costa-Rican bat-generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). **Ecology**, Washington, D.C., v. 57, n. 5, p. 1068-1075, 1976.
- JOHNS, A. D. Responses of Amazonian rain forest birds to habitat modification. **Journal of Tropical Ecology**, Washington, D.C., v. 7, n. 4, p. 417-437, 1991.
- JORDANO, P. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. **American Naturalist**, Chicago, v. 129, n. 5, p. 657-677, 1987.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D. *et al.* (Org.). **Biologia da conservação – essências**. São Carlos: RiMa, 2006. p. 411-436.
- KARR, J. R.; FREEMARK, K. E. Habitat selection and environmental gradients: dynamics in the “stable” tropics. **Ecology**, Washington, D.C., v. 64, n. 6, p. 1481-1494, 1983.
- LEHNER, P. **Handbook of ethological methods**. New York: Garland STPM, 1979. 403 p.
- LOISELLE, B. A.; BLAKE, J. G. Spatial distribution of understory fruit-eating birds and fruiting plants in a neotropical lowland forest. In: FLEMMING, T. H.; ESTRADA, A. (Ed.). **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 177-189.
- MACHADO, L. O. M.; DA ROSA, G. A. B. Frugivoria por aves em *Cytharexylum myrianthum* Cham. (Verbenaceae) em áreas de pastagens de Campinas, SP. **Ararajuba**, São Leopoldo, v. 13, n. 1, p. 113-115, 2005.

FONSECA, F. Y.; ANTUNES, A. Z. Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP.

MAGALHÃES, J. C. **As aves na fazenda Barreiro Rico**. São Paulo: Plêiade, 1999. 215 p.

MOERMOND, T. C.; DENSLow, J. S. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology and nutrition, with consequences for fruit selection. **Ornithological Monographs**, Lawrence, n. 36, p. 865-897, 1985.

MURRAY, K. G. The importance of different bird species as seed dispersers. In: NADKARNI, N. M.; WHEELWRIGHT, N. T. (Ed.). **Monteverde: ecology and conservation of a tropical cloud forest**. New York: Oxford University Press, 2000. p. 294-295.

PIZO, M. A. Frugivory and habitat use by fruit-eating birds in a fragmented landscape of southeast Brazil. **Ornitologia Neotropical**, Saint Louis, v. 15, supl., p. 117-126, 2004.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 862 p.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature**, London, v. 404, n. 1, p. 72-74, 2000.

SILVA, W. R. *et al.* Patterns of fruit-frugivore interactions in two Atlantic Forest bird communities of southeastern Brazil: implications for conservation. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 423-436.

STILES, F. G. On the role of birds in the dynamics of neotropical forests. In: DIAMOND, A. W.; LOVEJOY, T. E. (Ed.). **Conservation of tropical forest birds**. Cambridge: ICBP, 1985. p. 49-59. (ICBP Technical Publication, 4).

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

WILLIS, E. O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 33, n. 1, p.1-25, 1979.

WILLSON, M. F.; PORTER, E. A.; CONDIT, R. S. Avian frugivory activity in relation to forest light gaps. **Caribbean Journal of Science**, Mayaguez, v. 18, n. 1, p. 1-6, 1982.

WUNDERLE Jr., J. M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forestry Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, n. 2, p. 223-235, 1997.



## SELEÇÃO DENTRO DE PROGÊNIES DE *Eucalyptus resinifera* AOS 21 ANOS DE IDADE EM LUIZ ANTÔNIO – SP\*

Aida Sanae SATO\*\*

Alexandre Magno SEBBENN\*\*

Eurípedes MORAES\*\*

Antonio Carlos Scatena ZANATTO\*\*

Miguel Luiz Menezes FREITAS\*\*

### RESUMO

Os objetivos deste estudo foram estimar parâmetros genéticos, ganhos na seleção e avaliar o potencial silvicultural de um teste de progênies de *Eucalyptus resinifera* aos 21 anos de idade, implantado em 1985 na Estação Experimental de Luiz Antônio, no Estado de São Paulo. O teste de progênies foi estabelecido com 16 progênies de polinização aberta da procedência australiana Mareeba, sob delineamento de blocos casualizados, com dez repetições, cinco plantas por parcela e espaçamento 3 m x 2 m. Foram avaliados os caracteres DAP, altura total, forma do fuste, sobrevivência e volume cilíndrico. Diferenças significativas entre progênies foram detectadas apenas para o caráter volume cilíndrico, sugerindo a possibilidade de ganhos genéticos com a seleção entre progênies. Comparando-se o crescimento da espécie com outras espécies arbóreas exóticas, *E. resinifera* apresentou maior incremento médio anual em DAP, indicando que a espécie tem alto potencial para o uso em reflorestamentos comerciais na região de Luiz Antônio. Os coeficientes de herdabilidade, em nível de plantas individuais e dentro de progênies, foram baixos (< 0,1). O coeficiente de herdabilidade em nível de progênies foi substancial para todos os caracteres, indicando a possibilidade de ganhos na seleção entre progênies. Entretanto, devido ao pequeno número de progênies testadas, optou-se por estimar os ganhos na seleção apenas dentro de progênies. O caráter volume apresentou um alto ganho na seleção (> 10%) para o plantio aos 21 anos de idade nas condições ambientais apresentadas na região estudada.

Palavras-chave: melhoramento florestal; teste de progênies; parâmetros genéticos; *Eucalyptus resinifera*.

### 1 INTRODUÇÃO

O crescente processo de degradação das florestas nativas leva a empreender esforços na implantação de povoamentos com espécies exóticas destinadas a usos múltiplos para atender a demanda de madeira no mercado nacional e internacional, principalmente madeira para serraria. Em 2005, a área reflorestada no Brasil foi estimada

### ABSTRACT

The goals of this study were to estimate genetic parameters, genetic gains and to evaluate the silvicultural potential of *Eucalyptus resinifera* at 21 years of age. Sixteen open-pollinated progenies from Mareeba, Australia, were assessed in a progeny test established in 1985 at Luiz Antônio Experimental Station, State of São Paulo, Brazil, in a randomized block design with ten replicates, five plants per plot and 3 m x 2 m spacing. The measured traits were DBH, total height, stem form, survival and cylindrical volume. Significant differences among progenies were detected for volume, suggesting the possibility to capitalize genetic gains by the selection among progenies means. Comparing the species growth with other exotic species, *E. resinifera* surpass all others in terms of DBH annual growth increment, indicating that the species has silvicultural potential for this specific region. The coefficients of heritability in individual level and within progenies were low (< 0.01). The coefficient of heritability among progenies means was substantial for all traits evaluated, indicating the possibility of genetic gains by the selection of the best progenies. However, due to the small number of progenies, the selection was applied only within progenies. The highest genetic gain was detected for volume (> 10%). This result is valid to stands of the species with 21 years of age, growing in sites with the same environmental characteristics observed at the specific studied region.

Key words: tree breeding; progeny test; genetic parameters; *Eucalyptus resinifera*.

em aproximadamente 5,5 milhões de ha, sendo 61,2% com espécies de *Eucalyptus*, 33% com espécies de *Pinus* e 5,8% com outras espécies madeireiras (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF, 2006). A demanda de madeira em 2003 já era de aproximadamente 300 milhões de m<sup>3</sup> ano, sendo que apenas 1/3 era proveniente de florestas exóticas plantadas (Roxo, 2003).

(\*) Aceito para publicação em outubro de 2007.

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

No cenário mundial, o Brasil é responsável por cerca de 22% da área plantada com *Eucalyptus*. As tecnologias de plantio, colheita e melhoramento florestal que vêm sendo aplicadas, colocam o País em posição de destaque no que se refere à produtividade dos plantios. Os programas nacionais de melhoramento com as espécies deste gênero se iniciaram na década de 1960 e no início da década de 1980 já se produzia sementes melhoradas puras ou de hibridação interespecífica (Rezende, 2001).

Na Austrália, dentre as diversas espécies do gênero, *Eucalyptus resinifera* é uma das mais importantes (Ferreira, 1979; Turnbull & Pryor, 1984; Descrição..., 2006) para uso múltiplo de sua madeira, exceto para produção de celulose (Ferreira & Santos, 1997). Sua madeira pode ser utilizada para serraria, construções, móveis, caixotaria, dormentes, postes e mourões (Ferreira, 1979; Descrição..., 2006; Angeli *et al.*, 2005). Dentre as espécies mais utilizadas em serrarias, se destacam *E. grandis*, *E. saligna* e *E. resinifera* devido à cor róseo-avermelhada da madeira (Kikuti *et al.*, 1996) e de acordo com Melhoramento... (2006b) a cor da madeira é influenciada pelo ambiente. A madeira do *E. resinifera* possui boa estabilidade dimensional, média permeabilidade e é levemente pesada (Descrição..., 2006). Segundo Lorenzi *et al.* (2003), a espécie é muito semelhante ao *E. camaldulensis*, podendo-se distinguir com facilidade pela casca fibrosa e persistente.

*E. resinifera* ocorre naturalmente no litoral e cadeias montanhosas litorâneas do norte de New South Wales e ao sul de Queensland, Austrália, entre as coordenadas geográficas 17° a 34° S, em altitudes variando desde o nível do mar até 600 m. A precipitação pluviométrica média anual da área de ocorrência natural é de 1.350 a 1.500 mm, chuvas predominantes no verão, com estação seca não ultrapassando quatro meses. A temperatura média das máximas do mês mais quente varia entre 27 e 32 °C, e as mínimas do mês mais frio entre 4 e 5 °C. A espécie não tolera geadas e deficiência hídrica severa, porém, tolera o fogo e se regenera bem por brotação das cepas (Ferreira, 1979; Turnbull & Pryor, 1984; Descrição..., 2006).

Vários estudos sobre zoneamento para reflorestamento foram desenvolvidos entre 1978 e 1990, classificando 40 espécies de *Eucalyptus* aptas e produtivas para plantios nas diferentes regiões ecológicas brasileiras (Ferreira & Santos, 1997), *E. resinifera* indicado para zonas subtropicais úmidas e subúmidas onde não ocorram geadas severas (Ferreira & Santos, 1997; Lorenzi *et al.*, 2003). Contudo, *E. resinifera* não tem sido plantado intensivamente no Brasil e poucos trabalhos foram realizados com a espécie (Descrição..., 2006), embora esta apresente algumas características de resistência a herbicidas e a ferrugem. Tuffi Santos *et al.* (2006), ao avaliar prejuízos em plantações de eucalipto causados pela aplicação de herbicidas (glifosato), constataram comportamento diferenciado entre as espécies *E. grandis*, *E. pellita*, *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. resinifera*, sendo que *E. resinifera* se mostrou significativamente mais tolerante à deriva do herbicida, não apresentando morte dos ápices em mudas de três meses de idade. Self *et al.* (2002) realizaram estudo sobre a susceptibilidade das espécies *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. henryi*, *E. torelliana* e *E. resinifera* à ferrugem causada por *Ramularia pitereka*, borrifando esporos do fungo em mudas com um metro de altura. Constataram que *E. resinifera* e *E. torelliana* não apresentaram folhas e brotos novos infectados com a ferrugem, mostrando-se resistentes à doença.

Estudos conduzidos na década de 1980 no Brasil revelaram que *E. resinifera* e as espécies *E. dunnii*, *E. robusta*, *E. propinqua*, *E. paniculata*, *E. torelliana*, *E. microcorys* e *E. pellita* não apresentaram variações significativas entre procedências das sementes, mas as variações individuais eram expressivas para as estratégias dos programas de melhoramento (Ferreira, 1992; Ferreira & Santos, 1997). Assim, o presente estudo teve como objetivo estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em um teste de progênies de *E. resinifera* aos 21 anos de idade. Além disso, foram estimados os ganhos esperados com a seleção entre e dentro de progênies e avaliado o potencial da população para uso em programas de melhoramento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material Genético, Local de Experimentação e Delineamento Experimental

Com o objetivo de ampliar a base genética das principais espécies de *Eucalyptus* plantadas no Brasil, em 1983 a Embrapa, em convênio com a CSIRO, introduziu 55 procedências de 12 espécies, entre elas *E. resinifera*. O experimento com *E. resinifera* foi implantado na Estação Experimental de Luiz Antônio em 1985, com 16 progênies da procedência Mareeba, Austrália, sob delineamento de blocos casualizados, com dez repetições, cinco plantas por parcela e espaçamento 3 m x 2 m. Também foi adotada uma bordadura externa com duas linhas. O clima da região é tropical (Cwa), com inverno seco, e solo do tipo Latossolo Roxo (Ventura *et al.*, 1965/1966). A latitude, altitude, precipitação média anual e temperaturas máximas e mínimas da área de ocorrência natural da espécie, da procedência estudada e do local de implantação do experimento constam na TABELA 1.

TABELA 1 – Latitude, Altitude, Precipitação média anual (Ppt) e Temperaturas máximas e mínimas (T max e T min) da área de ocorrência natural, da procedência estudada e do local de implantação do experimento de *Eucalyptus resinifera*.

Situação	Latitude	Altitude (m)	Ppt (mm)	T max (°C)	T min (°C)
Ocorrência natural	17° – 34° S	0 – 600	1350-1500	27° – 32°	4° – 5°
Mareeba – QLD, Austrália	17° 05' S	473	918,7	20,9° – 31,2°	11° – 25,4°
Luiz Antônio – SP, Brasil	21° 40' S	550	1280	22,2° – 23,6°	17,7° – 21,6°

### 2.2 Estimativa de Componentes de Variância

As análises de variância foram feitas empregando-se o procedimento GLM (*General Linear Model*). Para a estimativa de componentes de variância empregou-se o procedimento VARCOMP, associado ao método de REML (*Restricted Maximum Likelihood*). Essas análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS, 1999). O uso do método REML para estimar os componentes da variância deveu-se ao desbalanceamento experimental em termos do número de árvores sobreviventes por parcela. Os valores perdidos foram estimados e os componentes da variância foram ajustados para estes. Para análise de variância e estimativa de componentes de variância, adotou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + e_{ij} + d_{ijk}$$

em que:  $Y_{ijk}$  = performance média do  $k$ -ésimo indivíduo, do  $j$ -ésimo bloco, da  $i$ -ésima progênie;  $m$  = média geral da variável em análise;  $t_i$  = efeito da  $i$ -ésima progênie ( $i = 1, 2, \dots, I$ );  $b_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, J$ );  $e_{ij}$  = efeito da interação entre a  $i$ -ésima progênie do  $j$ -ésimo bloco, ou efeito ambiental da  $ij$ -ésima parcela;  $d_{ijk}$  = efeito do  $k$ -ésimo indivíduo dentro da  $ij$ -ésima parcela. Todos os efeitos do modelo foram assumidos como aleatórios, sendo que  $K$  é o número de árvores por progênies,  $J$  é o número de blocos,  $I$  é o número de progênies e  $\bar{K}$  é a média harmônica do número de árvores por parcela. O esquema da análise de variância para um modelo balanceado é apresentado na TABELA 2.

TABELA 2 – Esquema da análise de variância balanceada para cada caráter em nível de plantas individuais.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	$J-1$	$QM_{\text{blocos}}$	–
Progênies	$I-1$	$QM_{\text{progênies}}$	$\sigma_d^2 + \bar{K} \sigma_e^2 + J \bar{K} \sigma_p^2$
Resíduo	$(J-1)(I-1)$	$QM_{\text{resíduo}}$	$\sigma_d^2 + \bar{K} \sigma_e^2$
Dentro de progênies	$J I \sum_{i=1}^p (\bar{K} - 1)$	$QM_{\text{dentro}}$	$\sigma_d^2$

Em que:  $J$ : número de blocos;  $I$ : número de progênies;  $\bar{K}$ : média harmônica do número de plantas por parcela;  $p$ : é o número de parcelas.

Das análises de variância, foram estimados os componentes:  $\hat{\sigma}_p^2$ : variância genética entre progênies;  $\hat{\sigma}_e^2$ : variância devido à interação entre progênies e repetições;  $\hat{\sigma}_d^2$ : variância fenotípica dentro de progênies;  $\hat{\sigma}_F^2$ : variância fenotípica total;  $\hat{\sigma}_A^2$ : variância genética aditiva. A variância fenotípica foi estimada por  $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2$ ; a variância genética aditiva foi calculada com base na expressão:  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$ , sendo  $\hat{r}_{xy}$  a estimativa do coeficiente de parentesco ou covariância genética aditiva entre plantas dentro de progênies, calculada em 0,442 por Sebbenn (2007).

### 2.3 Estimativa de Herdabilidades e Coeficiente de Variação Genética

As definições e cálculos dos coeficientes de herdabilidade e dos coeficientes de variação seguem Namkoong (1979).

*Herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ):*

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2};$$

*Herdabilidade dentro de progênies ( $h_d^2$ ):*

$$\hat{h}_d^2 = \frac{(1 - \hat{r}_{xy}) \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2};$$

*Herdabilidade entre médias de progênies ( $h_m^2$ ):*

$$\hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{KJ}};$$

*Coefficiente de variação genética ( $CV_g$ , em %):*

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\hat{m}} \cdot 100$$

sendo  $\hat{m}$  a estimativa da média do caráter.

### 2.4 Resposta à Seleção

A resposta à seleção foi estimada apenas dentro de progênies, visto que o experimento foi composto por apenas 16 progênies. A resposta esperada na seleção foi estimada para as intensidades de seleção de 20% das árvores dentro das progênies ( $i_d = 1,3998$ ; Hallauer & Miranda Filho, 1988) pela expressão:

$$\hat{R}_{ed} = i \hat{\sigma}_d \hat{h}_d^2.$$

A resposta à seleção em porcentagem [ $R_{ed}$  (%)] foi estimada por:

$$\hat{R}_{ed} (\%) = \frac{\hat{R}_{ed}}{\hat{m}} \cdot 100,$$

em que  $\hat{m}$  é a média do caráter.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Experimentação e Variação entre Progênies

As análises de variância revelaram valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste *F* para o efeito de blocos para altura, forma e volume (TABELA 3). Essas diferenças se devem, provavelmente, a diferenças de propriedades do solo entre os blocos.

Esse resultado indica, também, que o delineamento experimental adotado (blocos casualizados) foi eficiente para controlar o ambiente. Também foram detectadas diferenças significativas para o caráter volume total. A diferença significativa para a característica volume das progênies indica que ganhos poderão ser obtidos pela seleção das progênies mais produtivas em termos de volume de madeira.

TABELA 3 – Resultados da análise de variância (quadrados médios) para os caracteres DAP, Altura, Forma do Fuste (Forma) e Volume cilíndrico e Sobrevivência, em progênies de *Eucalyptus resinifera*.

Fonte de Variação	DAP (cm)	Altura (m)	Forma	Volume Cilíndrico (m <sup>3</sup> /indivíduo)	Sobrevivência (%)
Blocos	58,8551	55,5334**	0,2274**	1,6378**	0,0203
Progênies	55,6289	32,6794	0,0429	1,3869**	0,0302
Resíduo	34,1631	29,0413	0,081	0,6499	0,0152
Dentro	38,5735	22,4786	0,0867	0,6736	–

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

Não foram detectadas diferenças significativas entre progênies para sobrevivência das plantas, indicando que a mortalidade foi aleatória e não afetou nenhuma das progênies em especial.

#### 3.2 Performance do Crescimento em Relação a Outras Espécies

A TABELA 4 compara o desenvolvimento em altura e DAP de algumas espécies exóticas que apresentaram bom desempenho nas referidas condições, evidenciando o potencial de *E. resinifera*.

Examinando-se os dados de incremento médio anual (IMA) entre as espécies, fica evidente que *E. resinifera* apresenta um crescimento em altura inferior às outras espécies do gênero *Eucalyptus*, aproximando-se do crescimento de *Araucaria cunninghamii*. Contudo, em termos de crescimento em DAP, a espécie supera todas as demais, inclusive as do mesmo gênero. O crescimento em DAP de *E. resinifera* foi superior em aproximadamente 9% ao *E. maidenii*, a segunda espécie com maior IMA. Isso indica o alto potencial para o uso de *E. resinifera* em reflorestamentos comerciais na região de Luiz Antônio.

TABELA 4 – Performance de crescimento em altura e DAP de algumas espécies arbóreas exóticas.

Espécie	Idade (anos)	Altura (m)	IMA para altura (m)	DAP (cm)	IMA para DAP (m)	Fonte
<i>Pinus oocarpa</i>	18	29,98	1,67	22,29	1,23	Ettori <i>et al.</i> (2002)
<i>Araucaria cunninghamii</i>	20	23,25	1,16	27,46	1,37	Sebbenn <i>et al.</i> (2005)
<i>Eucalyptus pseudoglobulus</i>	11	21,93	1,99	18,14	1,65	Ettori & Sato (1996)
<i>Eucalyptus maidenii</i>	11	22,33	2,03	18,34	1,67	Ettori & Sato (1996)
<i>Eucalyptus resinifera</i>	21	22,48	1,07	38,57	1,84	Presente estudo

Os dados sempre se referem às maiores médias.  
IMA: incremento médio anual.

### 3.3 Estimativa de Parâmetros Genéticos

A maior parte da variação foi detectada dentro de progênies ( $\sigma_d^2$ ), indicando a possibilidade de aproveitamento desta por meio de seleção dos melhores indivíduos em cada progênie (TABELA 5). A variação dentro de progênies é fenotípica, composta por um componente genético aditivo herdável, um componente genético de dominância não herdável e um ambiental. O componente genético aditivo pode ser explorado pela seleção massal dentro de progênies e posterior transformação do teste de progênies em um pomar de sementes melhoradas. O componente genético de dominância, juntamente com o aditivo, pode ser explorado pela seleção massal e clonagem em larga escala dos melhores genótipos para posterior formação de plantações florestais.

As estimativas de herdabilidade entre plantas individuais e dentro de progênies (TABELA 5) foram muito baixas (variando de 0,02 a 0,09), sugerindo que o controle genético dos caracteres é baixo e poucos progressos genéticos poderão ser obtidos pela seleção massal, ou seleção apenas dentro de progênies. Baixos coeficientes de herdabilidade, em nível de plantas individuais e dentro de progênies para caracteres

de crescimento, têm sido encontrados em diversos trabalhos com espécies arbóreas (Ettori *et al.*, 2004; Sebbenn *et al.*, 2005; Freitas *et al.*, 2006).

As herdabilidades entre médias de progênies (TABELA 5) foram maiores do que as estimadas em nível de plantas e dentro de progênies, sugerindo a possibilidade de maiores ganhos pela seleção das melhores progênies do que dentro de progênies. A herdabilidade entre médias de progênies para o caráter altura (0,37) foi o mais baixo dentre os três caracteres avaliados (0,55 e 0,59 para DAP e volume, respectivamente), embora revele um substancial controle genético do caráter. Lins *et al.* (2001), avaliando progênies de *Grevillea robusta*, encontraram herdabilidade média entre progênies de 0,33, aos quatro anos de idade para o caráter altura, valor semelhante ao encontrado no presente trabalho. Os baixos valores das estimativas de herdabilidade individual e dentro de progênies indicam que a seleção entre progênies será mais efetiva do que a seleção individual ou dentro das progênies para todos os caracteres avaliados, e que o ambiente teve grande influência na manifestação destes caracteres. Resultados semelhantes foram obtidos por Sampaio *et al.* (2002) para *Pinus oocarpa*.

TABELA 5 – Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres de crescimento, em progênies de *E. resinifera*.

Parâmetros	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> /indivíduo)
Variância entre progênies – $\sigma_p^2$	1,0219	0,4480	0,0345
Variância ambiental – $\sigma_e^2$	0,0037	2,3027	0,0867
Variância fenotípica dentro – $\sigma_d^2$	37,1620	22,9927	0,6672
Coefficiente de variação genética – $CV_g$ (%)	2,6	3,0	12,1
Média	38,57	22,48	1,5313
Herdabilidade individual – $h_i^2$	0,06	0,04	0,09
Herdabilidade entre progênies – $h_m^2$	0,55	0,37	0,59
Herdabilidade dentro de progênies – $h_d^2$	0,03	0,02	0,07
Resposta à seleção dentro de progênies – $R_d$	0,30	0,17	0,07
Resposta à seleção em percentagem – $R_{ed}$ (%)	0,77	0,74	4,9

O coeficiente de variação genética é um parâmetro importante para se entender a estrutura genética de uma população, pois apresenta a quantidade de variação entre progênies e permitir estimar os ganhos genéticos (Baleroni *et al.*, 2003). Para *E. resinifera* as estimativas do CVg (TABELA 5) foram baixas para altura e DAP (3,0 e 2,6%, respectivamente), e alta para volume (12,1%), sugerindo, em concordância com os coeficientes de herdabilidade, que maiores ganhos poderão ser obtidos para o caráter volume. Como anteriormente comentado, os ganhos foram estimados apenas dentro de progênies, devido ao pequeno número de progênies envolvidas neste ensaio (16 progênies), o que resultaria em uma base genética muito restrita. Assim, a resposta à seleção dentro de progênies indica maiores ganhos para o caráter volume (4,9%). Ressalta-se que esse ganho é para a população na idade de 21 anos, crescendo em ambientes similares aos de Luiz Antônio (TABELA 1).

#### 4 CONCLUSÕES

1. Existe variação genética entre progênies para o caráter volume com casca, suficiente para ser explorada a partir de seleção.
2. A espécie apresenta potencial de crescimento em DAP para ser utilizada em reflorestamentos comerciais.
3. Os ganhos genéticos esperados na seleção entre plantas dentro de progênies indicam um quadro favorável ao melhoramento da espécie.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2005. Brasília, DF, 2006. 80 p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/anuario-ABRAF-2006.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2006.

ANGELI, A.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. H. Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus*. Atualizado em 14 dez. 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2006.

BALERONI, C. R. S. *et al.* Variação genética em populações naturais de aroeira em dois sistemas de plantio. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 125-136, 2003.

DESCRIÇÃO de algumas espécies de eucalipto. **Revista da Madeira**, São Paulo, ano 13, n. 75, 2003. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=75&id=399>>. Acesso em: 28 ago. 2006.

ETTORI, L. de C.; SATO, A. S. Testes de procedências de *Eucalyptus pseudoglobulus* e *Eucalyptus maidenii* em Itapeva – SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 205-211, 1996.

ETTORI, L. de C. *et al.* Teste de procedências de *Pinus oocarpa* em três locais do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 39-51, 2002.

ETTORI, L. de C.; SATO, A. S.; SHIMIZU, J. Y. Variação genética em procedências e progênies mexicanas de *Pinus maximinoi*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2004.

FERREIRA, M. Escolha de espécies de eucalipto. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 47, p. 1-30, 1979.

\_\_\_\_\_. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, n. 45, p. 22-30, 1992.

\_\_\_\_\_.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE *EUCALYPTUS*, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. p. 14-34, 1997.

FREITAS, M. L. M. *et al.* Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vel.) ex. Steud. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, n. único, p. 95-103, 2006.

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

KIKUTI, P.; FIER, I. S. N.; CALORI, V. Produção de madeiras de eucalipto de alta qualidade. In: SEMINÁRIO SOBRE PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABPM: SBS, 1996. v. 4, p. 53-58.

LINS, V. S. *et al.* Variações e ganhos genéticos em progênies de *Grevillea robusta* A.Cunn. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 180-186, 2001.

LORENZI, H. *et al.* **Árvores exóticas no Brasil:** madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 384 p.

MELHORAMENTO genético para a qualidade da madeira. **Revista da Madeira**, São Paulo, ano 13, n. 75, 2003. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=75&id=403>>. Acesso em: 28 ago. 2006.

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

REZENDE, G. D. S. P. Melhoramento genético do eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. CD-ROM.

ROXO, C. A. Proposta de agenda do setor brasileiro de florestas plantadas. In: SEMINÁRIO: A QUESTÃO FLORESTAL E O DESENVOLVIMENTO, 2003, Rio de Janeiro. Brasília, DF: BNDES, 2003.

SAMPAIO, P. T. B.; RESENDE, M. D. V. de; ARAÚJO, A. J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus oocarpa* Schiede. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, DF, v. 37, n. 5, p. 625-636, 2002.

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

SEBBENN, A. M. Sistema de reprodução e endogamia em espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: WORKSHOP EM MELHORAMENTO FLORESTAL, 3., 2007, Piracicaba. Piracicaba: IPEF: ESALQ: USP, 2007. 65 p.

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

SELF, N. M.; AITKEN, E. A. B.; DALE, M. D. Susceptibility of provenances of spotted gums to *Ramularia* shoot blight. **New Zealand Plant Protection**, Hastings, v. 55, p. 68-72, 2002.

TUFFI SANTOS, L. D. *et al.* Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do Glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.

TURNBULL, J. W.; PRYOR, L. D. Choice of species and seed sources. In: HILLIS, W. E.; BROWN, A. G. (Ed.). **Eucalypts for wood production.** Sidney: CSIRO: Academic Press, 1984. cap. 2, p. 6-65.

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. 4/5, n. 4, p. 57-139, 1965/1966.

## CONSERVAÇÃO *EX SITU* E POMAR DE SEMENTES EM BANCO DE GERMOPLASMA DE *Balfourodendron riedelianum*\*

Alexandre Magno SEBBENN\*\*  
Miguel Luiz Menezes FREITAS\*\*  
Antonio Carlos Scatena ZANATTO\*\*  
Eurípides MORAES\*\*  
Marcela Aparecida de MORAES\*\*\*

### RESUMO

A conservação *ex situ* tem sido adotada como uma estratégia para preservar populações de espécies em risco de extinção. Os objetivos deste trabalho foram investigar a variação genética para caracteres quantitativos e a seleção dentro de progênies, em um banco de conservação *ex situ* de *Balfourodendron riedelianum*, implantado na Estação Experimental de Luiz Antônio na forma de teste de procedências e progênies. O delineamento adotado foi o de blocos de famílias compactas, com 3 procedências, 19 progênies por procedência, 6 repetições e 5 plantas por subparcelas. O teste foi mensurado aos 21 anos de idade para o DAP, altura, forma do fuste, volume e sobrevivência. Foram detectadas diferenças significativas entre procedências para DAP, forma do fuste e volume, e entre progênies dentro de procedências para DAP, altura e volume. As estimativas da diferenciação genética entre e dentro de procedências indicou que a maior parte da variação genética (> 95%) se encontra dentro de procedências. Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais e dentro de progênies foram baixos para os caracteres (variando de 0,001 a 0,067), sugerindo baixo potencial para a seleção massal no experimento ou dentro de progênies. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies foi substancial para DAP (0,290) e volume (0,331), sugerindo que as procedências têm variação herdável para responder à seleção natural. A estimativa do número *status* para o conjunto das procedências foi alta, tanto antes ( $N_s = 124,3$ ) como após a seleção ( $N_s = 106,9$ ), indicando que um alto potencial evolutivo foi retido no banco de germoplasma e será mantido após a seleção. Os resultados também sugerem que sementes colhidas no pomar proposto conterão alta variabilidade genética e baixa endogamia.

Palavras-chave: espécies arbóreas tropicais; parâmetros genéticos; teste de procedências e progênies; variabilidade genética.

### ABSTRACT

*Ex situ* conservation has been adopted as a strategy to preserve species populations under extinction risk. The aims of this work were to investigate the genetic variation for quantitative traits and the selection within progenies, in a *Balfourodendron riedelianum ex situ* conservation bank, established at the Luiz Antônio Experimental Station in a provenance and progeny test scheme. A compact family block design was adopted, with 3 provenances, 19 progenies per provenance, 6 replicates and 5 plants per subplot. The trial was measured at 21 years of age for DBH, height, stem form, volume and survival. Significant differences among provenances for DBH, stem form and volume, and among progenies within provenances for DBH, height and volume were detected. The estimative of genetic differentiation among and within provenances indicated that large part of genetic variation (> 95%) is found within provenances. The coefficient of heritability at individual level and within progenies were low for the traits (ranging from 0.001 to 0.067), suggesting low potential for massal selection in the trial and within progenies. The coefficient of heritability, at progeny level, was substantial for DBH (0.290) and volume (0.331), indicating that the provenances have inheritable variation to respond for natural selection. The estimative of the *status* number was high in both before ( $N_s = 124.3$ ) and after selection ( $N_s = 106.9$ ), indicating that high evolutive potential was retained in the germplasm bank and will be retained after the selection. The results also suggest that the seeds harvested in the proposed seed-orchard would contain high genetic variability and low inbreeding.

Key words: tropical tree species; genetic parameters; provenance and progeny test; genetic variability.

(\*) Aceito para a publicação em outubro de 2007.

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

(\*\*\*) Graduanda em Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, Caixa Postal, 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A intensa fragmentação da paisagem do Sudeste brasileiro e de outras regiões do país colocou muitas espécies arbóreas em risco de extinção. A fragmentação reduz o tamanho das populações, a densidade populacional, aumenta a distância entre coespecíficos e pode extinguir populações. Isso causa a perda de alelos, em especial dos raros, reduz a heterozigosidade, isola reprodutivamente populações e indivíduos, reduz o fluxo gênico, aumenta a diferenciação genética entre populações, o parentesco e a endogamia, e reduz o tamanho efetivo das populações remanescentes (Young *et al.*, 1996; Nason & Hamrick, 1997; Young & Boyle, 2000). Esses efeitos são ainda mais pronunciados em espécies arbóreas que ocorrem nos trópicos, visto que a grande maioria ocorre em baixa densidade populacional, em menos de uma árvore/ha (Nason & Hamrick, 1997).

Dentre as muitas espécies arbóreas brasileiras ameaçadas de extinção, tem-se o *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler (*Rutaceae*) ou pau-marfim (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 1996). A espécie apresenta ampla distribuição geográfica [latitudes 10° 50' S (BA) a 29° 40' S (RS)], habita principalmente a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, onde ocupa o extrato superior, a Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), entre as altitudes de 80 a 1.000 m. Apresenta, comumente, altura de 15 a 25 m e DAP de 30 a 50 cm, podendo atingir 35 metros de altura e 100 cm de DAP. Seu tronco é reto e cilíndrico, levemente tortuoso e o fuste atinge até 15 m de altura. As flores são hermafroditas, polinizadas por pequenos insetos. No grupo sucessional, a espécie é classificada como secundária tardia. Seu hábito de crescimento é monopodial na fase jovem, mesmo a pleno sol, apresentando fuste bem definido; após o corte a cepa tem a capacidade de regeneração por rebrota. A árvore é usada como ornamental e para reflorestamentos em matas ciliares. Sua madeira é considerada nobre, sendo muito utilizada na marcenaria (Carvalho, 1994).

A conservação *ex situ* tem sido adotada como uma estratégia para preservar populações de espécies da extinção. Bancos de germoplasma têm sido implantados em forma de testes de procedências e progênies em diversas instituições brasileiras, com destaque para o Instituto Florestal de São Paulo, onde atualmente 24 espécies arbóreas de ocorrência no território brasileiro estão sendo conservadas *ex situ* (Gurgel Garrido *et al.*, 1997; Sebbenn *et al.*, 2001a).

Avaliações periódicas da variação genética nos bancos, a partir da estimativa de parâmetros genéticos para caracteres quantitativos, revelaram que importante variação foi retida e que as estratégias de amostragem de germoplasma têm sido eficientes para preservar essas populações da extinção (Siqueira *et al.*, 1993; 1999; 2000; Etori *et al.*, 1996; 1999; Sebbenn *et al.*, 2001a; 2003; 2004; Freitas *et al.*, 2006; 2007). Contudo, a conservação *ex situ* por si só não garante a conservação das espécies. Catástrofes naturais, como, por exemplo, incêndios, podem causar a perda dos bancos genéticos. Portanto, é fundamental recombinar essa variação genética em pomares de sementes e expandi-la através de reflorestamentos ambientais. Tal estratégia garante maior conservação dessas espécies.

A transformação de testes de procedências e progênies em pomares de sementes por mudas é uma estratégia comum e eficiente em programas de melhoramento florestal para a produção de sementes melhoradas a curto prazo. Nesse caso, as melhores árvores das melhores procedências e progênies são selecionadas para compor a população de recombinação nos pomares. A recombinação, a partir de cruzamentos entre esses indivíduos selecionados, dá origem a sementes com qualidade genética superior para os caracteres usados na seleção. A transformação de bancos de germoplasma em pomares de sementes constitui-se uma estratégia eficiente para expandir a variação genética retida nos bancos, a partir da utilização de suas sementes em reflorestamentos ambientais, contribuindo para a preservação das espécies na natureza. Contudo, diferente das estratégias de seleção utilizadas no melhoramento florestal, que visam à seleção de árvores superiores para caracteres de interesse econômico, portanto, restringindo e direcionando a base genética no sentido desejado, a seleção em bancos de germoplasma deve ser realizada em baixa intensidade e apenas dentro de procedências e/ou progênies. Assim, a variabilidade genética retida nos bancos será mantida, recombinada durante o processo de reprodução e expandida a partir de reflorestamentos realizados com sementes do pomar. Em bancos implantados em forma de testes de procedências e progênies, utilizando várias plantas por parcela, a seleção deve ser realizada dentro das parcelas, a fim de reduzir o parentesco dentro das parcelas, evitando o cruzamento entre irmãos e a geração de endogamia biparental na geração descendente (sementes do pomar).

Algumas vantagens de produzir sementes em pomares são a ampla base genética que pode ser gerada pela recombinação do material, a facilidade de coleta, o controle da genealogia do material, a facilidade de se realizar tratamentos culturais e a possibilidade de certificação das sementes.

Os objetivos principais deste trabalho foram estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, forma e adaptação, em um teste de procedências e progênie de *B. riedelianum* implantado na Estação Experimental de Luiz Antônio, do Instituto Florestal de São Paulo, e apresentar um esquema de seleção de genótipos para transformar o ensaio em um pomar de sementes por mudas. Adicionalmente, possibilitou também averiguar: *i*) a distribuição da variação genética entre e dentro das procedências e progênies; *ii*) o comportamento silvicultural da espécie no local de experimentação; *iii*) o potencial evolutivo da população a partir de caracteres quantitativos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de Estudo

Em 1984, o Instituto Florestal de São Paulo implantou um banco de germoplasma de *B. riedelianum* em forma de teste de procedências e progênies na Estação Experimental de Luiz Antonio, SP, com o intuito de conservar *ex situ* algumas populações da espécie. A Estação Experimental de Luiz Antonio localiza-se na latitude de 21° 40' S, longitude de 47° 49' W e altitude de 550 m. A precipitação média anual é de 1.365 mm, o solo é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa e Latossolo Vermelho. O clima é do tipo Cwa, segundo Ventura *et al.* (1965/66).

### 2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos de famílias compactas (*Compact family block design*, Wright, 1978), sendo que nas parcelas se alocaram as procedências e nas subparcelas as progênies. Foram testadas três procedências: Alvorada do Sul-PR, Gália-SP e Bauru-SP. De cada procedência foram amostradas e plantadas sementes de polinização aberta de 19 árvores matrizes. No experimento, foram utilizados seis blocos, com subparcelas lineares de cinco plantas, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m e uma bordadura externa de duas linhas.

### 2.3 Mensuração do Ensaio

O ensaio foi mensurado aos 21 anos de idade (2005) para os caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (h), forma do fuste (variando de 1 – fuste muito tortuoso e bifurcado a 5 – fuste reto sem bifurcação, danos e doenças), volume e sobrevivência. Os valores da forma do fuste e sobrevivência foram transformados por raiz quadrada, para análise de variância. O volume cilíndrico individual foi calculado conforme expressão  $V_c = (\pi DAP^2 / 4)h$ .

### 2.4 Análises de Variância

As análises de variância, para verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre as procedências e progênies dentro de procedências para os caracteres avaliados, foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do programa SAS (SAS, 1999). Para a estimativa de componentes de variância, empregou-se o procedimento VARCOMP associado ao método REML (*Restricted Maximum Likelihood*) do programa estatístico SAS (SAS, 1999). O método REML foi adotado para estimar os componentes da variância devido ao número desigual de árvores sobreviventes por subparcelas. O seguinte modelo estatístico foi adotado para estimar os componentes de variância:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + t_j + f_{j:k} + (tb)_{ij} + (fb)_{j:ki} + e_{ijk}$$

em que,  $Y_{ijkl}$  é o valor fenotípico do  $l$ -ésimo indivíduo da  $k$ -ésima progênie da  $j$ -ésima procedência na  $i$ -ésima repetição;  $\mu$  é o termo fixo da média total;  $b_i$  é o efeito aleatório da  $i$ -ésima repetição;  $t_j$  é o efeito aleatório da  $j$ -ésima procedência;  $f_{j:k}$  é o efeito aleatório da  $k$ -ésima progênie na  $j$ -ésima procedência;  $(tb)_{ij}$  é o efeito da interação entre a  $j$ -ésima procedência e a  $i$ -ésima repetição;  $(fb)_{j:ki}$  é o efeito da interação entre a  $k$ -ésima progênie da  $j$ -ésima procedência e a  $i$ -ésima repetição;  $e_{ijk}$  é o efeito da  $l$ -ésima árvore dentro da  $k$ -ésima progênie da  $j$ -ésima procedência na  $i$ -ésima repetição. Esta última inclui os efeitos do erro;  $i = 1 \dots b$  ( $b$  é o número de repetições);  $j = 1 \dots t$  ( $t$  é o número de procedências);  $k = 1 \dots f$  ( $f$  é o número de progênies por procedência);  $l = 1 \dots n$  ( $n$  é o número de plantas por progênie). Com exceção da média, todos os efeitos foram assumidos como aleatórios. A variância fenotípica dentro das subparcelas foi obtida pela média ponderada dos quadrados médios dentro das subparcelas.

## 2.5 Estimativa de Componentes de Variância

Os componentes da variância obtidos pela decomposição dos quadrados médios da análise de variância foram:  $\sigma_p^2$  = variância genética entre procedências;  $\sigma_{p(p)}^2$  = variância genética entre progênies dentro de procedências;  $\sigma_e^2$  = variância da interação entre blocos e progênies dentro de procedência (variância ambiental);  $\sigma_d^2$  = variância fenotípica dentro de progênies. A variância fenotípica dentro de procedências foi estimada por  $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_{p(p)}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2$  e a variância genética aditiva foi estimada por  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_{p(p)}^2 / \hat{r}_{xy}$ , sendo  $r_{xy}$  a estimativa do coeficiente de parentesco ou covariância genética aditiva entre plantas dentro de progênies, assumido como 0,440, conforme estimativa do coeficiente de coancestria médio obtido a partir de diversas espécies arbóreas tropicais (Sebbenn, 2006).

## 2.6 Estimativa de Parâmetros Genéticos

Dos componentes de variância foram estimadas a divergência genética entre procedências ( $Q_{ST}$ ) e a divergência genética entre progênies dentro de procedências ( $Q_{p(p)}$ ):

$$\hat{Q}_{ST} = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_{p(p)}^2 + \hat{\sigma}_p^2}, \quad \hat{Q}_{p(p)} = \frac{\hat{\sigma}_{p(p)}^2}{\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_{p(p)}^2 + \hat{\sigma}_p^2}.$$

Os cálculos do coeficiente de variação genética, herdabilidades e ganhos esperados pela seleção foram estimados com base Namkoong (1979). O coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) foi estimado por:

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

em que,  $\bar{x}$  é a média do caráter. Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ),

média de progênies ( $h_m^2$ ) e dentro de progênies ( $h_d^2$ ) foram estimados por:

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_F^2}, \quad \hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_{p(p)}^2}{\frac{\hat{\sigma}_d^2}{nb} + \frac{\hat{\sigma}_{eA}^2}{b} + \hat{\sigma}_{p(p)}^2}, \quad \hat{h}_d^2 = \frac{(1 - \hat{r}_{xy}) \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}.$$

A resposta esperada pela seleção foi estimada apenas para a seleção dentro de progênies, visto que o principal objetivo do ensaio é a conservação *ex situ* das populações da espécie. Contudo, a coleta de sementes do banco permite distribuir a variação genética conservada *ex situ* em diversos plantios, garantindo ainda mais a conservação das populações da espécie. Mas, para a produção de sementes no ensaio, é necessário reduzir o parentesco dentro das subparcelas a zero, para evitar o cruzamento entre parentes. Como cada subparcela é formada por cinco plantas irmãs, foi selecionada apenas uma para fazer parte da população de recombinação no pomar. Assim, restariam seis plantas por progênies (irmãos) após a seleção, uma em cada subparcela. A resposta à seleção dentro de progênies ( $R_d$ ) foi estimada por:

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

em que,  $i_d$  é a intensidade de seleção em unidade de desvio-padrão, aplicada entre e dentro de progênies e  $\hat{\sigma}_d$  é o desvio-padrão da variância fenotípica dentro de progênies. A seleção dentro das subparcelas foi realizada utilizando-se uma intensidade de seleção de 20% ( $i_d = 1,2711$ ), ou seja, uma planta de cada subparcela. Assim, reduz-se a zero o parentesco dentro das subparcelas e a possibilidade de geração de endogamia biparental. A resposta à seleção em porcentagem [ $\hat{R}(\%)$ ] foi estimada por:

$$\hat{R}(\%) = \frac{\hat{R}}{\bar{x}} \times 100$$

em que,  $\bar{x}$  é a média do caráter.

## 2.7 Coancestria de Grupo e Número Status

O coeficiente de coancestria de grupo e o número *status* foram estimados antes e após a seleção de 20% das plantas dentro de progênies. O coeficiente de coancestria de grupo ( $\Theta_{xy}$ ) foi estimado para cada procedência individualmente e, posteriormente, somado entre as procedências. Para essa estimativa, assumiu-se que a coancestria entre plantas de diferentes progênies era zero ( $\theta_{xy} = 0$ ) e que o coeficiente de coancestria dentro de progênies se encontrava entre o esperado em meios-irmãos e irmãos-completos. Atribuiu-se o valor médio (0,220) estimado para uma média de 30 espécies arbóreas (Sebbenn, 2006). O coeficiente de coancestria de grupo ( $\Theta_{xy}$ ) foi calculado pela expressão:

$$\hat{\Theta}_{xy} = \frac{[mn0,5(1+F) + \hat{\theta}_{xy}mn(n-1)]}{(mn)^2},$$

sendo  $F$  o coeficiente de endogamia na população parental, assumido como zero, e  $m$  e  $n$  o número de progênies e o número de plantas selecionadas por progênies, respectivamente. Do coeficiente  $\Theta_{xy}$  estimou-se o número *status* ( $N_s$ ) da população de recombinação após a seleção por:

$$N_s = \frac{0,5}{\hat{\Theta}_{xy}} \quad (\text{Lindgren } et al., 1996).$$

O número *status* refere-se ao número de indivíduos de uma população de cruzamentos aleatórios, sem endogamia e parentesco, correspondente à população sob consideração (Lindgren *et al.*, 1996).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Experimentação e Variação entre Procedências e Progênies

O teste F da análise de variância detectou diferenças significativas para o efeito de blocos para os caracteres altura e forma do fuste (TABELA 1), indicando que a adoção do delineamento experimental, baseado em blocos ao acaso, foi eficiente para controlar o ambiente, garantindo homogeneidade ambiental dentro dos blocos. O teste F da análise de variância também revelou diferenças significativas entre procedências para os caracteres DAP, forma do fuste e volume, sugerindo que existe variação genética entre as procedências conservadas *ex situ*. Diferenças significativas foram também observadas entre progênies dentro de procedências para os caracteres DAP, altura e volume, indicando que parte da variação genética intrapopulacional destas procedências foi retida no banco. Em termos de melhoramento genético, esses resultados sugerem que ganhos genéticos para os caracteres que apresentaram diferenças significativas podem ser capitalizados pela seleção da melhor procedência e das melhores progênies dentro da melhor procedência. Quanto à conservação genética, os resultados indicaram que a variação genética existente entre e dentro de procedências foi conservada no presente banco de germoplasma.

O caráter sobrevivência não apresentou diferenças significativas, indicando que a mortalidade no ensaio foi aleatória e não está associada especificamente a nenhuma procedência ou progênie.

TABELA 1 – Resultados da análise de variância (graus de liberdade e quadrados médios) para os caracteres DAP, altura, forma do fuste, volume e sobrevivência (Sobrev) em procedências e progênies de *B. riedelianum*, em Luiz Antônio–SP.

Fonte de variação	GL	DAP (cm)	Altura (m)	Forma do fuste	Volume (m <sup>3</sup> /árvore)	Sobrev (%)
Blocos	5	22,5856	23,6758*	0,5019**	0,0790	0,0209
Procedências	2	159,4406**	11,5858	0,5384**	0,4450**	0,0081
Progênies/procedência	54	24,9398**	8,2509*	0,0703	0,8067**	0,0101
Resíduo	272	22,1075	7,1887	0,0862	0,0679	0,0103
Dentro	1392	12,2884	4,9958	0,0591	0,0434	–

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

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

### 3.2 Diferenciação Genética Entre e Dentro de Procedências

Embora tenham sido detectadas diferenças significativas entre procedências e progênies dentro de procedências, as estimativas da diferenciação genética entre procedências (TABELA 2) e entre progênies dentro de procedências foram baixas, variando entre os caracteres de 0,6% a 3,4%. Portanto, 95% da variação total (variação genética entre procedências e entre progênies, mais a variação fenotípica dentro de progênies) estava distribuído dentro de progênies. Essa variação dentro de progênies é composta por um componente genético aditivo,

um componente genético de dominância e um micro-ambiental entre plantas dentro de progênies. Infelizmente, com base no presente delineamento experimental, não é possível isolar o componente genético existente entre plantas dentro de progênies do componente micro-ambiental para se estimar quanto da variação genética total está distribuída entre plantas dentro de progênies. Contudo, esse padrão de baixa variação genética entre procedências e entre progênies, e alta variação fenotípica dentro de progênies, está dentro do padrão de variação observado para outras espécies arbóreas estudadas por caracteres quantitativos (Sebbenn *et al.*, 2003; 2004; 2007).

TABELA 2 – Estimativa da divergência genética entre e dentro de procedências de *B. riedelianum*, em Luiz Antônio-SP.

Parâmetros	DAP (cm)	Altura (m)	Forma do fuste	Volume (m <sup>3</sup> /árvore)
Diferenciação entre procedências – $Q_{ST}$	0,020	0,006	0,018	0,021
Diferenciação entre progênies/procedência – $Q_{P/P}$	0,028	0,009	0,001	0,034

### 3.3 Comportamento Silvicultural

A diferença na performance dos caracteres entre as procedências foi baixa (TABELA 3). O crescimento médio em altura foi praticamente o mesmo para todas as procedências. A sobrevivência foi similar, variando de 79,3 a 83,2% entre as procedências. Para os caracteres DAP e volume, a procedência Bauru apresentou o maior crescimento, em comparação com as duas outras procedências, mas a diferença é pequena, máximo de 14% para crescimento em volume entre a procedência Alvorada do Sul e Bauru. A melhor forma do fuste foi observada na procedência Gália e a pior na Bauru.

Comparando-se o incremento médio anual - IMA dos caracteres no experimento de *B. riedelianum* com outras espécies arbóreas nativas crescendo na mesma Estação Experimental e com idades ao redor de 21 anos (TABELA 3), verifica-se que, em geral, *B. riedelianum* apresenta uma performance silvicultural melhor do que

*Myracrodruon urundeuva*, mas inferior ao observado em *Cordia trichotoma* e *Cariniana legalis*. *B. riedelianum* tem em média IMA em DAP (1,00 cm), altura (0,72 m) e volume (0,019 m<sup>3</sup>/árvore) maior do que o observado em *M. urundeuva* (DAP = 0,77 cm; altura = 0,68 m; e volume = 0,009 m<sup>3</sup>/árvore). A média da forma do fuste de *B. riedelianum* (1,94) é também melhor do que a detectada em *M. urundeuva* (1,40) e a sobrevivência de *B. riedelianum* aos 21 anos (81,5%) foi também superior à observada em *M. urundeuva* aos 17 anos de idade (74%). Por outro lado, *B. riedelianum* tem IMA em DAP e altura menor do que o observado em *C. trichotoma* e *C. legalis*. A forma do fuste de *B. riedelianum* foi similar à observada em *C. legalis*, mas muito inferior ao observado em *C. trichotoma*, esta última também apresentou IMA em volume (0,030 m<sup>3</sup>/árvore) muito superior ao observado em *B. riedelianum*. A sobrevivência de *B. riedelianum* foi superior a *C. trichotoma*, mas inferior a observada em *C. legalis*.

Comparando-se o IMA dos caracteres de *B. riedelianum* com aquele observado em espécies arbóreas exóticas em desenvolvimento na Estação Experimental de Luiz Antônio, também com idades ao redor de 21 anos (TABELA 3), verifica-se que, em geral, *B. riedelianum* apresenta uma performance silvicultural muito superior ao observado em *Cordia alliodora*, e inferior ao observado em *Araucaria cunninghamii* e *Eucalyptus resinifera*. O IMA em DAP, altura e volume de *B. riedelianum* foi 49, 47 e 68% superior ao observado em *C. alliodora*. Contudo, a forma do fuste e a sobrevivência foram maiores em *C. alliodora* do que em *B. riedelianum*. O IMA para DAP de *A. cunninghamii* foi similar ao observado em *B. riedelianum*, mas em altura e volume foi muito superior. Ainda, a forma do fuste de *A. cunninghamii* e a sobrevivência superam em muito àquelas observadas em *B. riedelianum*. Em comparação a *E. resinifera*, *B. riedelianum* tem uma performance muito inferior para todos os caracteres comparados. Em suma, *B. riedelianum* geralmente tem uma performance silvicultural muito melhor do que o observado em *M. urundeuva* e *C. alliodora*, mas inferior ao observado em *C. trichotoma*, *C. legalis*, *A. cunninghamii* e *E. resinifera*.

Este experimento foi avaliado pela última vez aos 11 anos de idade (Siqueira *et al.*, 2000). Nesse estudo, os autores relataram uma sobrevivência no ensaio de 85,8% aos quatro anos de idade, 85,1% aos nove anos e 83,5% aos 11 anos. Comparados aos 83,2% observados aos 21 anos, verifica-se que a mortalidade se manteve praticamente estável nos últimos 17 anos e que foi maior nos quatro primeiros anos de plantio. A origem dessa mortalidade pode ser genética, devido à depressão endogâmica, às doenças, problemas na formação das mudas, plantio ou à predação. Não existem estudos do sistema de reprodução, estrutura genética espacial ou sobre os efeitos da endogamia (depressão endogâmica) na espécie. Contudo, espécies arbóreas tropicais, em geral, têm alta taxa de cruzamentos, as populações são geneticamente estruturadas no espaço, o que permite a ocorrência de cruzamentos entre parentes e desencadeia a depressão endogâmica (Sebbenn, 2006). Isso poderia explicar parte da mortalidade observada nos primeiros anos de experimentação. Indivíduos endogâmicos seriam eliminados do plantio devido à expressão de genes letais ou semiletais.

TABELA 3 – Médias dos caracteres DAP, altura, forma do fuste, volume cilíndrico e sobrevivência em procedências e progênies de *B. riedelianum* em Luiz Antônio–SP.

Amostra	Idade (anos)	DAP (cm) [IMA]	Altura (m) [IMA]	Forma do fuste	Volume (m <sup>3</sup> /árvore) [IMA]	Sobrevivência (%)
<i>B. riedelianum</i>						
Media geral do experimento	21	15,2 [1,00]	20,9 [0,72]	1,94	0,407 [0,019]	81,5
Progênies/Alvorada do Sul	21	14,6 [1,00]	21,0 [0,69]	1,97	0,374 [0,018]	81,9
Progênies/Gália	21	15,4 [0,99]	20,8 [0,73]	2,02	0,415 [0,020]	79,3
Progênies/Bauru	21	15,6 [0,99]	21,0 [0,74]	1,83	0,434 [0,021]	83,2
Espécies nativas						
<i>Cordia trichotoma</i> <sup>a</sup>	19	25,0 [1,32]	22,1 [1,17]	3,30	1,055 [0,030]	78,9
<i>Cariniana legalis</i> <sup>b</sup>	17	13,5 [1,32]	12,3 [1,17]	1,92	0,176 [0,010]	85,7
<i>Myracrodruon urundeuva</i> <sup>c</sup>	17	13,1 [0,77]	11,5 [0,68]	1,40	0,155 [0,009]	74,0
Espécies exóticas						
<i>Araucaria cunninghamii</i> <sup>d</sup>	20	19,2 [0,96]	19,7 [0,98]	3,26	0,570 [0,053]	86,7
<i>Eucalyptus resinifera</i> <sup>e</sup>	21	38,6 [1,84]	22,5 [1,07]	–	2,633 [0,125]	–
<i>Cordia alliodora</i> <sup>f</sup>	23	11,7 [0,51]	8,8 [0,38]	1,98	0,096 [0,006]	88,7

a: Freitas *et al.* (2006); b: Sebbenn *et al.* (2001b); c: Freitas *et al.* (2007); d: Sebbenn *et al.* (2005); e: Sato *et al.* (2007); f: Sebbenn *et al.* (2007).

### 3.4 Estimativa de Parâmetros Genéticos

O coeficiente de variação genética (TABELA 4) foi baixo para os caracteres forma do fuste (0,36%) e altura (1,02%), e médio para DAP (3,98%) e volume (9,04%), se comparado ao observado em *C. trichotoma*, onde este coeficiente variou para os mesmos caracteres entre 2,33 a 14,51% (Freitas *et al.*, 2006). Igualmente, as estimativas dos coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais e dentro de progênies foram baixos para os caracteres, variando de 0,001 a 0,067, sugerindo que a seleção massal no experimento ou dentro de progênies pode resultar em baixos ganhos genéticos. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies foi baixo para os caracteres altura (0,137) e forma do fuste (0,014), mas considerável para DAP (0,290) e volume (0,331), o que sugere, para estes dois últimos caracteres,

razoável controle genético e a possibilidade de capitalizar-se ganhos genéticos pela seleção das melhores progênies dentro das procedências. Esse resultado também indica que as procedências têm potencial evolutivo para responder à seleção natural causada por mudanças ambientais. A seleção natural pode favorecer o desenvolvimento de algumas progênies e prejudicar outras. Em concordância à magnitude dos coeficientes de variação genética e herdabilidade dentro de progênies, os maiores ganhos genéticos obtidos pela seleção da melhor planta de cada subparcela foram observados para os caracteres DAP e volume. A baixa magnitude desses ganhos indica uma pequena alteração no fenótipo da população descendente. Ressalta-se que esses ganhos são preditos para plantios de *B. riedelianum* com idade de 21 anos, crescendo em ambientes com as mesmas características ambientais da Estação Experimental de Luiz Antônio.

TABELA 4 – Estimativa de parâmetros genéticos para os caracteres DAP, altura, forma do fuste (Forma), volume cilíndrico por árvore e sobrevivência, em testes de procedências e progênies de *B. riedelianum* em Luiz Antônio–SP.

Parâmetro	DAP (cm)	Altura (m)	Forma do Fuste	Volume (m <sup>3</sup> /árvore)
Coeficiente de variação genética – $CV_g$ (%)	3,98	1,02	0,36	9,04
Herdabilidade individual – $h_i^2$	0,055	0,019	0,002	0,067
Herdabilidade entre progênies – $h_m^2$	0,290	0,137	0,014	0,331
Herdabilidade dentro de progênies – $h_d^2$	0,038	0,011	0,001	0,046
Resposta à seleção dentro de progênies – $R_d$	0,168	0,033	0,000	0,011
Resposta total à seleção – $R_{ed}$ (%)	1,11	0,16	0,02	2,78

### 3.5 Número *Status*, Conservação Genética e Pomar de Sementes

A estimativa do número *status* para o conjunto das procedências foi alto ( $\hat{N}_s = 124,3$ ), indicando que um alto potencial evolutivo foi retido no banco de germoplasma (TABELA 5). Assumindo uma população com gerações discretas (sem sobreposição de gerações), a perda de variabilidade genética em dez gerações, em termos de heterozigosidade em um loco com dois alelos, por deriva genética aleatória para este tamanho de população, seria de apenas 4% (FIGURA 1). Para uma espécie como *B. riedelianum*, que pode viver até cem anos

[100 cm/1 cm: DAP = 100 cm (Carvalho, 1994);  $IMA_{DAP} = 1,0$  cm, TABELA 3), dez gerações podem representar mil anos. Portanto, se a população do banco, formada por três procedências de *B. riedelianum*, tivesse gerações discretas, dez gerações originadas deste banco perderiam apenas 4% de heterozigosidade em um loco com dois alelos em um período de até mil anos. Contudo, espécies arbóreas têm gerações contínuas, isto é, existe sobreposição de gerações e o cruzamento entre parentes (entre pais e filhos, entre irmãos, etc.) pode acelerar a perda de variação genética pelo aumento da endogamia, logo a perda de variabilidade genética em 10 gerações pode ser maior que os 4% estimados.

TABELA 5 – Estimativa do coeficiente de coancestria de grupo e número *status* antes e após a seleção para o conjunto das populações de *B. riedelianum* em Luiz Antônio–SP.

Ensaio	$\hat{\Theta}_{xy}$	$\hat{N}_s$	$\hat{N}_s / N$
Antes da seleção	0,0121	124,3	0,27
Após a seleção	0,0140	106,9	0,94

$\hat{\Theta}_{xy}$  = coancestria de grupo;  $\hat{N}_s$  = Número *status*;  $\hat{N}_s / N$  = relação entre o número *status* e o número senso total no ensaio.

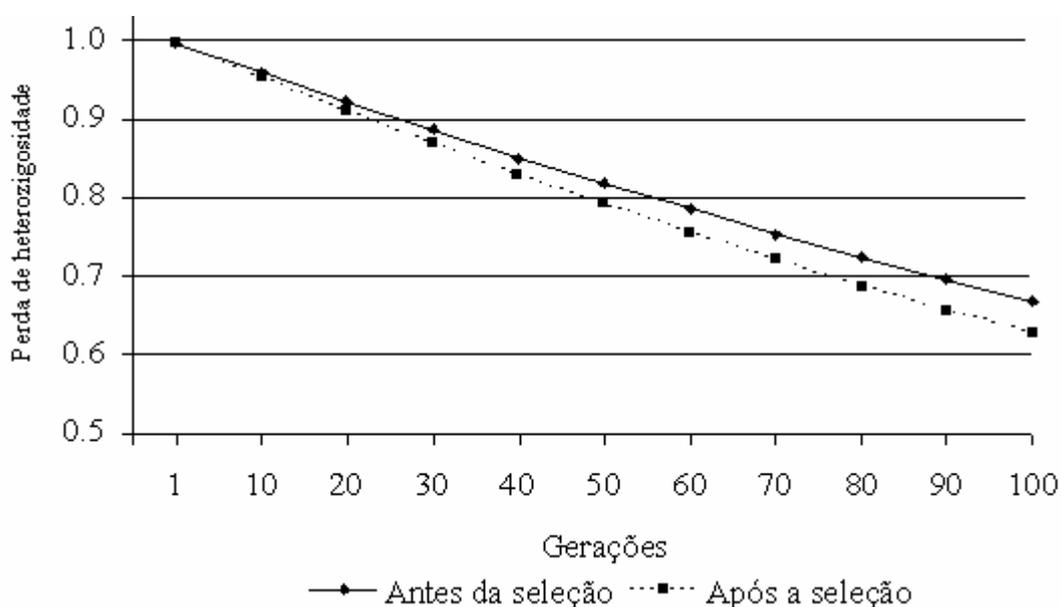


FIGURA 1 – Perda de variação genética [heterozigosidade  $(H_{e(t)} / H_{e(0)}) = [1 - (1/2N_s)]^t$ , em que,  $H_{e(0)}$  e  $H_{e(t)}$  são as heterozigosidades esperadas em equilíbrio de Hardy-Weinberg nas gerações zero ( $t=0$ ) e  $t$ ] esperada entre gerações, em um loco onde segregam dois alelos, de uma população com gerações discretas, para o número *status* calculado antes (124,3) e após a seleção (106,7) em *B. riedelianum*.

A estimativa do número *status* antes da seleção indica que as 1.422 árvores (3 procedências x 19 progênies por procedência x 5 plantas por subparcela x 6 repetições x 0,832, que é a taxa de sobrevivência), conservadas no banco de germoplasma, correspondem a apenas 124 árvores não endogâmicas e parentes de uma população ( $\hat{N}_s / N = 0,27$ ). Isso se deve ao fato de que o banco é composto por estruturas de progênies, assim, existe parentesco entre plantas dentro de progênies.

Originalmente existiam 30 indivíduos de cada progênie, com a mortalidade este número foi reduzido para uma média de 25 árvores irmãs dentro de cada progênie. No cálculo do número *status* foi assumido que o coeficiente de coancestria entre plantas dentro de progênies (0,220) se encontrava naquele esperado entre indivíduos meios-irmãos (0,125) e irmãos-completos (0,250), visto que não existem estimativas reais com *B. riedelianum*. Entretanto, essa é uma estimativa realística.

Em progênies de polinização aberta de uma hipotética população panmítica (população infinita, reproduzindo-se por cruzamentos aleatórios, sem seleção natural e alteração de alelos por mutação), os descendentes serão parentes no grau de meios-irmãos e o coeficiente de coancestria dentro de progênies atingirá seu valor mínimo, ou seja, 0,125. Contudo, populações naturais de espécies arbóreas não se ajustam às características de uma população panmítica ideal. As presenças de autofecundações, cruzamentos entre parentes e cruzamentos correlacionados aumentam o coeficiente de coancestria dentro de progênies (Sebbenn, 2006). A fragmentação e o corte seletivo de árvores reduzem o tamanho das populações, a densidade populacional e aumentam a distância entre coespecíficos reprodutivos, afetando o sistema da reprodução das espécies como, por exemplo, aumentando a taxa de autofecundação (Doliges & Joly, 1997; Aldrich & Hamrick, 1998; Rocha & Aguilar, 2001; Cascante *et al.*, 2002; Obayashi *et al.*, 2002; Dick *et al.*, 2003; Fuchs *et al.*, 2003; Lowe *et al.*, 2005) e proporção de cruzamentos correlacionados (Rocha & Aguilar, 2001; Fuchs *et al.*, 2003). Autofecundações e cruzamentos correlacionados reduzem o número efetivo de doadores de pólen e, conseqüentemente, aumentam o coeficiente de coancestria dentro das progênies. Estimativas do coeficiente de coancestria dentro de progênies de polinização aberta em espécies arbóreas tropicais, calculados a partir de parâmetros do sistema de reprodução, e com base em dados de marcadores genéticos, reportam valores para o coeficiente de coancestria variando entre 0,147 (*Hymenaea courbaril*) a 0,381 (*Hymenaea stignocarpa*), com média estimada entre 30 espécies de 0,220 (Sebbenn, 2006). Portanto, a estimativa obtida para o número *status* é realística e o número *sensu* retido provavelmente aproxima-se do calculado.

Com o esquema de seleção proposto para transformar o banco de germoplasma em um pomar de sementes por mudas, o número *sensu* foi reduzido para 324 árvores e o número *status* para 106,9. Contudo, embora ambos os números tenham sido reduzidos, a relação entre eles aumentou substancialmente (0,94) e a perda estimada de variação genética foi pouco afetada (FIGURA 1). Esse fato ocorreu devido à redução no número de indivíduos parentes dentro do banco.

A relação  $\hat{N}_s / N$  poderia, ainda, ter sido aumentada para um, se apenas uma planta de cada progênie tivesse sido selecionada, assim, o parentesco dentro do banco seria zero. Contudo, isso reduziria o número total da população de recombinação para apenas 57 árvores, o que poderia afetar a produção de sementes em quantidade suficiente para reflorestamentos. Futuros desbastes podem ser aplicados se forem detectadas altas proporções de cruzamentos entre parentes. Finalmente, considerando-se que a endogamia em uma geração é igual ao coeficiente de coancestria na geração parental, a taxa de endogamia esperada sob cruzamentos aleatórios no pomar proposto é baixa (0,014), e as sementes conterão um alto potencial evolutivo para reflorestamentos ambientais.

#### 4 CONCLUSÕES

1. Existe variação genética entre procedências para os caracteres DAP, forma do fuste e volume e entre progênies dentro de procedências para os caracteres DAP, altura e volume.
2. A maior parte da variação genética detectada entre procedências encontra-se distribuída entre plantas dentro de progênies.
3. O controle genético dos caracteres de crescimento e forma é fraco em nível de plantas individuais, mas é considerável em nível de média de progênies, em especial para os caracteres DAP e volume.
4. Sementes, coletadas no pomar de sementes proposto, devem apresentar alta variabilidade genética e baixa taxa de endogamia.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao graduando em Engenharia Agrônoma Flávio Cese Arantes (UNESP, Campus de Ilha Solteira), pelo apoio à mensuração do experimento. O autor Alexandre Magno Sebbenn também agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa de Produtividade em Pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRICH, P. R.; HAMRICK, J. L. Reproductive dominance of pasture trees in a fragmented tropical forest mosaic. **Science**, Cambridge, v. 281, p. 103-105, 1998.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPq; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

CASCANTE, A., M. *et al.* Effects of dry tropical forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. **Conservation Biology**, Gainesville, v. 16, p. 137-147, 2002.

DICK, C. W.; ETCHELECU, G.; AUSTERLITZ, F. Pollen dispersal of Neotropical trees (*Dinizia excelsa*: Fabaceae) by native insects and African honeybees in pristine and fragmented Amazonian rainforest. **Mol. Ecol.**, Oxford, v. 12, p. 753-764, 2003.

DOLIGEZ, A., JOLY, H. I. Mating system of *Carapa procera* (Meliaceae) in the French Guiana tropical forest. **Am. J. Bot.**, Oklahoma, v. 84, p. 461-470, 1997.

ETTORI, L. C. *et al.* Variabilidade genética em populações de ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. - para conservação *ex situ*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 61-70, 1996.

ETTORI, L. C. *et al.* Variabilidade genética em duas populações de *Cordia trichotoma*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 179-187, 1999.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAO panel of experts on forest gene resources - ninth session**. Rome, 1996. 64 p. (Report).

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, 95-102, 2006.

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

FUCHS, E. J.; LOBO, J. A.; QUESADA, M. Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**, Gainesville, v. 17, p. 149-157, 2003.

GURGEL GARRIDO, L. M. A. *et al.* Programa de melhoramento genético florestal do Instituto Florestal de São Paulo (acervo). **IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 18, p. 1-53, 1997.

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

LOWE, A. J. *et al.* Genetic resource impacts of habitat loss and degradation; reconciling empirical evidence and predicted theory for Neotropical trees. **Heredity**, Lund, v. 95, p. 255-273, 2005.

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

NASON, J. D.; HAMRICK, J. L. Reproductive and genetic consequences of forest fragmentation: two case studies of neotropical canopy trees. **J. Heredity**, Cary, v. 88, p. 264-276, 1997.

OBAYASHI, K. *et al.* The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels. **Inter. J. Plan. Sci.**, Chicago, v. 163, p. 151-158, 2002.

ROCHA, O. J. R.; AGUILAR, G. Variation in the breeding behaviour of the dry forest tree *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) in Costa Rica. **Am. J. Bot.**, Oklahoma, v. 89, p. 1600-1606, 2001.

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 *E. resinifera* aos 21 anos de idade em Luiz Antonio-SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 93-100, 2007.

SEBBEN, A. M. *et al.* *Ex situ* genetic conservation of tree species at the São Paulo Forest Institute, Brazil. **Forest Genetic Resources**, Roma, v. 29, p. 27-33, 2001a.

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

SEBBEN, A. M. *et al.* Genetic variation in provenance-progeny test of *Araucaria angustifolia* in São Paulo state, Brazil. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 52, p. 181-184, 2003.

SEBBEN, A. M. *et al.* Conservação *ex situ* e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*.

SEBBENN, A. M. *et al.* Variação genética em cinco procedências de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no sul do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 91-99, 2004.

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

SEBBENN, A. M. 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: FUPEF, 2006. p. 93-138.

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, 2007. (No prelo)

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação de recursos genéticos *ex situ* de cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - Leguminosae. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 231-43, 1993.

SIQUEIRA, A. C. M. F. *et al.* Comportamento silvicultural e genético de duas espécies arbóreas tropicais secundárias. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 53-64, 1999.

SIQUEIRA, A. C. F. M. *et al.* Distribuição da variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 89-103, 2000.

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. 57-140, 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.

YOUNG, A.; BOYLE, T. Forest fragmentation. In: **Forest conservation genetics: principles and practice**. YOUNG, A.; D.; BOSHIER, T.; BOYLE (Ed.). Collingwood: CSIRO Publishing, 2000. p. 123-157.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends in Ecology and Evolution**, London, v. 11, p. 413-418, 1996.

**Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 101-112, dez. 2007.

**VARIAÇÃO GENÉTICA PARA CARACTERES SILVICULTURAIS  
EM PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE  
*Eucalyptus camaldulensis* EM LUIZ ANTÔNIO-SP\***

Marcela Aparecida de MORAES\*\*  
Antonio Carlos Scatena ZANATTO\*\*\*  
Eurípedes MORAES\*\*\*  
Alexandre Magno SEBBENN\*\*\*  
Miguel Luiz Menezes FREITAS\*\*\*

**RESUMO**

O *Eucalyptus camaldulensis* é uma das espécies mais plantadas no Brasil em reflorestamentos comerciais por seu rápido crescimento e por sua adaptabilidade em vários tipos de ambiente. O objetivo do presente trabalho foi estimar parâmetros genéticos para os caracteres silviculturais DAP, altura e forma do tronco, em uma população base de *E. camaldulensis* procedente da região de Victoria River, Austrália. A população base foi instalada na forma de teste de progênies, em 1987, na Estação Experimental de Luiz Antônio-SP, do Instituto Florestal de São Paulo e mensurada para os caracteres quantitativos aos 19 anos de idade (2006). O ensaio foi estabelecido no delineamento de blocos casualizados com 16 progênies, 100 repetições e uma planta por parcela, no espaçamento de 4 x 4 m. Foram estimados os parâmetros genéticos empregando-se a metodologia do modelo linear misto (procedimento REML/BLUP). Foram detectadas diferenças significativas pelo teste F da análise de variância para todos os caracteres. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies foi alto para todos os caracteres (variando de 73 a 80%), indicando que a maior parte da variação fenotípica média entre as progênies é de origem genética e, portanto, que o controle genético dos caracteres para a seleção foi alto. A acurácia seletiva foi também alta para todos os caracteres (variando de 84,91 a 89,39%), o que sugere alta precisão no acesso do valor genético verdadeiro das progênies. Esses resultados indicam que a população tem alto potencial para ser explorada pela seleção e utilizada em programas de melhoramento genético com a espécie.

Palavras-chave: teste de progênies, população base, parâmetros genéticos, procedimento REML/BLUP.

**ABSTRACT**

*Eucalyptus camaldulensis* is one of the most planted species in Brazil in commercial stands due fast growth and adaptability to different kinds of environment. The aim of the present work was to estimate genetic parameters for the silvicultural traits, DBH, height and stem form in an *E. camaldulensis* base population, provenance from Victoria River, Australia. The base population was established in a progeny test, in 1987, in Luiz Antônio Experimental Station, of São Paulo Forestry Institute, and measured for the traits at 19 years of age (2006). The trial was established in a random block design, with 16 progenies, 100 repetitions and one plant per plot, in a 4 x 4 m compass. Genetic parameters were estimated using a mix-linear model approach (REML/BLUP proceedings). Significant differences by F test of variance analyses were detected for all study traits. The heritability coefficient in level of means of progenies were high for all traits (ranging from 73 to 80%), indicating that great part of phenotypic variation between the progenies is from genetic origin, and, thus, that the genetic control of the traits was high. The selective accuracy was also high for all traits (ranging from 84.91 to 89.39%), suggesting a high precision in the access of true genetic value of the progenies. These results indicate that the population has high potential to be explored by selection and used in tree breeding programs with the species.

Key words: progeny test; base population; genetic parameters; REML/BLUP proceeds.

(\*) O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil. Aceito para publicação em outubro de 2007.

(\*\*) Graduanda em Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, Caixa Postal, 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

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

## 1 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eucalyptus* L'Herit, devido ao seu rápido crescimento e produção de madeira, aliado à sua grande diversidade genética entre as espécies e adaptabilidade a diferentes regiões, ocupam posição de destaque no setor florestal mundial. O gênero *Eucalyptus*, pertencente à família das Myrtaceas, originalmente australiano, detém cerca de 600 espécies e variedades endêmicas no país de origem, ocorrendo ainda na Indonésia e ilhas adjacentes, tais como Flores, Alor, Wetar (Pryor, 1976). São de grande plasticidade genotípica e dispersão mundial, crescendo satisfatoriamente em grande amplitude edafoclimática, extrapolando as regiões de origem (Eldridge, 1975). Com base na experiência florestal mundial, as espécies do gênero *Eucalyptus* estão entre as de maior capacidade de produção em volume de madeira por unidade de área, dentro de um ciclo relativamente curto. Por esse motivo, grandes empreendimentos consumidores de madeira, para energia e celulose, têm optado por plantar essas espécies.

O gênero *Eucalyptus* é amplamente plantado no território brasileiro. Esse fato se deve à sua importância como espécie botânica de grande diversidade, boa adaptabilidade a vários tipos de ambiente e alta produtividade de madeira para diversos fins. Dessa forma, são crescentes os esforços empreendidos no sentido de estabelecer florestas de usos múltiplos, voltados principalmente para atender à demanda de madeira nos mercados nacional e internacional, utilizada para energia, celulose, serraria e outros fins, em substituição às madeiras nativas (Martins *et al.*, 2005).

Dentre as muitas espécies do gênero, se destaca o *Eucalyptus camaldulensis*, por seu potencial e diversidade de uso. Constitui-se numa das espécies de grande interesse econômico, como: *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. urophylla*. Essa espécie foi uma das primeiras do gênero *Eucalyptus* a ser plantada com sucesso em regiões fora da Austrália (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 1979). As principais características de *E. camaldulensis*, as principais são: capacidade de desenvolver-se bem em solos relativamente pobres, resistência a longos períodos de seca, tolerância a períodos chuvosos, alguma resistência à geadas, a madeira produzida é mais dura, pesada e escura quando comparada às das espécies *E. grandis* e *E. globulus* (Martins *et al.*, 2002).

Programas de melhoramento florestal, em geral, seguem os seguintes passos: teste de espécie, teste de procedência das espécies de maior potencial, teste de progênies das melhores procedências e hibridação ou seleção em teste de progênies de irmãos-completos. Uma das etapas fundamentais em programas de melhoramento genético florestal é a análise dos testes de progênies que permitem quantificar a herança de caracteres quantitativos de valor econômico, bem como estimar ganhos genéticos esperados pela seleção. Dentre os diversos parâmetros genéticos estimados em testes de progênies, um dos mais importantes é o coeficiente de herdabilidade, que mede o controle genético existente em um caráter, portanto, o potencial que o melhorista tem para a seleção é o melhoramento genético. A herdabilidade é uma propriedade não somente de um caráter, mas também da população e das circunstâncias de ambientes às quais os indivíduos estão sujeitos (Vencovsky & Barriga, 1992). O valor da herdabilidade poderá ser afetado se houver alteração em qualquer um dos componentes da variância fenotípica (Falconer, 1987).

Existem diversos métodos para estimar parâmetros genéticos, como o método dos mínimos quadrados e máxima verossimilhança. Em espécies florestais, nas quais muitas vezes se trabalha com ensaios desbalanceados devido, por exemplo, à mortalidade nos experimentos, a estimativa de parâmetros genéticos pela metodologia REML/BLUP tem sido destacada pela precisão que confere às estimativas obtidas (Resende & Fernandes, 1999; Resende & Dias, 2000; Resende, 2002a; Costa *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 2005; Missio *et al.*, 2005).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo estimar parâmetros genéticos para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de uma população de *E. camaldulensis*, procedente da região de Victoria River, Austrália, empregando-se a metodologia de modelos mistos (procedimento REML/BLUP), visando transformar o teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas ou disponibilizar material para a formação de um Pomar de Sementes Clonal.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A população base de *E. camaldulensis*, alvo deste estudo, foi instalada na forma de teste de progênies em novembro de 1987, na Estação Experimental de Luiz Antônio-SP, do Instituto Florestal de São Paulo, localizada nas coordenadas 21° 40' S, 47° 49' W e altitude de 550 m acima do nível do mar, com clima tropical e temperatura média anual do mês mais quente de 22,7 °C, e do mês mais frio de 17,2 °C, inverno seco, precipitação média anual 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 utilizado foi o de blocos casualizados com 16 progênies de *E. camaldulensis*, procedentes de Victoria River, Austrália. O espaçamento adotado foi o de 4,0 x 4,0 m, com uma planta por parcela e 100 repetições. A bordadura externa foi constituída por duas linhas de uma mistura de progênies.

No teste de progênies foram mensurados, aos 19 anos de idade (2006), os seguintes caracteres: diâmetro à altura do peito (DAP, cm), altura total (m) e forma do tronco (variando de 1 – tronco muito tortuoso e bifurcado, a 5 – tronco reto sem bifurcação, danos e doenças). Todos os caracteres foram analisados empregando-se a metodologia do modelo linear misto (univariado aditivo), utilizando-se, para tanto, o programa SELEGEN (Resende, 2002b). As definições e expressões dos coeficientes de herdabilidade e do coeficiente de variação genética têm por base os trabalhos de Namkoong (1979), Vencovsky & BARRIGA (1992) e Resende (2002a).

Herdabilidade entre progênies ( $h_m^2$ ):

$$\hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{b} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\bar{n}b}}$$

Coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ):

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\hat{m}} \cdot 100.$$

Coeficiente experimental ( $CV_e$ ):

$$CV_e = \frac{\sqrt{QMR \cdot 100}}{\hat{m}}$$

Razão ( $CV_r$ ):

$$CV_r = \frac{CV_g}{CV_e}$$

Em que:  $\hat{m}$  é a média geral do caráter;  $\sigma_A^2$  é a estimativa da variância genética aditiva;  $\sigma_p^2$  é a estimativa da variância genética entre progênies;  $\sigma_e^2$  é a estimativa da variância do erro entre parcelas;  $\sigma_d^2$  é a estimativa da variância fenotípica dentro de progênies;  $b$  é o número de repetições, e  $\bar{n}$  é média harmônica do número de plantas dentro de progênies.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação experimental apresentou-se alto para os caracteres avaliados, com 33,66% para o DAP, 44,15% para a forma e 20,44% para a altura. Esses valores são superiores aos encontrados na literatura para outros estudos. Comparando-se esses resultados com os observados nos trabalhos de Paula *et al.* (2002), avaliando famílias de polinização aberta de *E. camaldulensis*, e Martins *et al.* (2002), avaliando famílias de polinização aberta de *E. grandis*, fica evidente a maior variação ambiental no presente teste.

O teste F da análise de variância detectou diferenças significativas a 1% de probabilidade para todos os caracteres (TABELA 1), indicando que existem diferenças genéticas entre as progênies e, portanto, a possibilidade de se obter ganhos genéticos pela seleção das progênies mais produtivas para os caracteres estudados.

TABELA 1 – Estimativas da média ( $\hat{m}$ ), do coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ) e resultados do teste F para o efeito de progênies para os caracteres silviculturais: DAP (cm), altura (m) e forma do fuste (Forma) para o teste de progênies de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antônio-SP, aos 19 anos de idade.

Caráter	$\hat{m}$	$CV_e$ (%)	$F_{prog}$
Forma	1,80	44,15	4,98**
DAP (cm)	18,32	33,66	3,56**
Altura (m)	17,84	20,44	3,70**

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

TABELA 2 – Performance de crescimento em altura e DAP de algumas espécies arbóreas exóticas.

Espécie	Idade (anos)	Altura (m)	IMA para altura (m)	DAP (cm)	IMA para DAP (m)	Fonte
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	19	17,84	0,94	18,32	0,96	Presente estudo
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7	15,12	2,16	14,66	2,09	Del Quiqui <i>et al.</i> (2001)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5,6	11,99	2,14	10,28	1,84	Martins <i>et al.</i> (2002)
<i>Eucalyptus pseudoglobulus</i>	11	21,93	1,99	18,14	1,65	Ettori & Sato (1996)
<i>Eucalyptus maidenii</i>	11	22,33	2,03	18,34	1,67	Ettori & Sato (1996)
<i>Eucalyptus resinifera</i>	21	22,48	1,07	38,57	1,84	Sato <i>et al.</i> (2007)
<i>Araucaria cunninghamii</i>	20	23,25	1,16	27,46	1,37	Sebbenn <i>et al.</i> (2005)
<i>Pinus oocarpa</i>	18	29,98	1,67	22,29	1,23	Ettori <i>et al.</i> (2002)

Os dados são referentes sempre às melhores médias.  
IMA = incremento médio anual.

O crescimento médio da população para o DAP foi de 18,32 cm, e para a altura de 17,84 m. A média da forma do fuste foi estimada em 1,80 (TABELA 2). O incremento médio anual, para os caracteres de crescimento DAP e altura (0,96 cm e 0,94 m, respectivamente), é relativamente baixo quando comparado a outras pesquisas com espécies arbóreas, em que diversos autores têm observado maiores incrementos médios anuais (Martins *et al.*, 2002; Del Quiqui *et al.*, 2001; Ettori & Sato, 1996; Sato *et al.*, 2007; Sebbenn *et al.*, 2005), embora o estágio avançado da avaliação do experimento (19 anos) influencie e diminua a média de crescimento, no atual trabalho. Os incrementos geralmente tendem a ser altos nos primeiros anos de plantio, e diminuem com o passar dos anos e desenvolvimento das árvores.

Em relação à forma do fuste, os resultados indicam que a espécie não tem uma das melhores formas (TABELA 1). O valor médio da nota da população (1,8) corresponde a apenas 64% do valor de uma árvore ótima (nota 5). Contudo, a presença de variação genética significativa para o caráter, como anteriormente comentado, indica que existe a possibilidade de se obter ganhos genéticos com a seleção entre progênies. O melhoramento desse caráter deve ser uma prioridade no programa de melhoramento genético, porque afeta diretamente a utilização da matéria-prima. Árvores tortuosas podem ser usadas para a fabricação de carvão, mas não são adequadas para serraria. Árvores com fuste reto oferecem maior aproveitamento na produção de tábuas.

O coeficiente de variação genética (TABELA 3) foi menor para altura (3,36%), seguido do DAP (5,39%) e pela forma (8,80%), indicando que o caráter forma foi o que expressou a maior variação genética entre as progênies, portanto maior potencial para a seleção. O coeficiente de herdabilidade para a média entre progênies foi alto para todos os caracteres (variando de 73 a 80%), indicando alto controle genético nos caracteres para a seleção, em destaque novamente a forma do fuste. A acurácia, que representa a relação entre o valor genético verdadeiro e o estimado, foi alta para o DAP, altura e forma do tronco com valores variando de 84,81 a 89,39%. Isso indica alta precisão no acesso à variação genética verdadeira a partir da variação fenotípica observada nos caracteres. Em geral, os resultados também indicam que o caráter forma do fuste é o mais indicado para a seleção, devido aos maiores valores de variação genética, herdabilidade e acurácia seletiva.

Contudo, os outros caracteres também apresentaram alto controle genético e acurácia seletiva, embora a variação genética a ser explorada pela seleção seja aparentemente menor.

Em suma, os resultados indicam que a presente população, embora composta por apenas 16 progênies de polinização aberta, tem alta variabilidade genética, alto controle genético nos caracteres para ser explorada pela seleção para a região de Luiz Antônio-SP. Essa variabilidade genética pode ser explorada pela seleção das melhores progênies para os caracteres, com destaque para a seleção da forma das árvores, seguida da seleção das melhores árvores de cada progênie dando origem a um Pomar de Sementes por Mudanças. Esse material genético selecionado pode também ser utilizado para compor pomares de sementes clonais, utilizados como propágulos para reflorestamentos ou em programas de hibridação interespecífica.

TABELA 3 – Estimativas do coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ), herdabilidade média entre progênies ( $h_m^2$ ), e a acurácia (Ac) para os caracteres silviculturais: DAP (cm), altura (m) e forma do fuste (Forma) para o teste de progênies de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 19 anos, em Luiz Antônio-SP.

Caráter	$CV_g$ (%)	$h_m^2$	Ac (%)
Forma	8,80	0,80	89,39
DAP (cm)	5,39	0,72	84,81
Altura (m)	3,36	0,73	85,41

#### 4 CONCLUSÕES

1. A população base de *E. camaldulensis* apresenta variabilidade genética para os caracteres forma do tronco, DAP e altura.
2. A herdabilidade em nível de média de progênies foi alta para todos os caracteres, sugerindo a possibilidade de obter-se ganhos com a seleção.
3. Todos caracteres apresentaram potencial para a seleção, em especial, a forma do tronco.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, R. B. *et al.* Individual multivariate REML/BLUP in the presence of genotype x environment interaction in rubber tree (*Hevea*) breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 2, p. 131-140, 2002.
- COSTA, R. B. *et al.* Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) na região de Caaparó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 371-376, 2005.

MORAES, M. A. de *et al.* Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antônio-SP.

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

ELDRIDGE, K. G. **An annotated bibliography of genetic variation in *E. camaldulensis***. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1975. 9 p.

ETTORI, L. C.; SATO, A. S. Testes de procedências de *Eucalyptus pseudoglobulus* e *Eucalyptus maidenii* em Itapeva - SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 205-211, 1996.

ETTORI, L. de C. *et al.* Teste de procedências de *Pinus oocarpa* em três locais do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v.14, n. 1, p. 39-51, 2002.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Eucalypts for planting**. Rome, 1979. p. 677.

MARTINS, I. S. *et al.* Comparação entre os processos de seleção entre e dentro e o de seleção combinada, em progênies de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 16-24, 2005.

MARTINS, I. S.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, M. C. Divergência genética em progênies de uma população de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 81-89, 2002.

\_\_\_\_\_.; MARTINS, R. C. C.; CORREIA, H. S. Comparação entre seleção combinada e seleção direta em *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de seleção. **Florestas e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 36-43, 2001.

MISSIO, R. F. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos em progênies de *Pinus kesyra* Royle ex Gordon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 5, n. 4, p. 394-401, 2005.

MORAES, M. L. T. *et al.* Avaliação da densidade básica da madeira e de sua relação com os caracteres de crescimento, em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, Salvador, 1997. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. p. 43-47.

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

PAULA, R.C. *et al.* Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, DF, v. 37, n. 2, p. 159-165. 2002.

PRYOR, L. O. **Biology of *Eucalyptus***. London: Edward Arnold, 1976. 82 p. (Studies in Biology, 61).

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

\_\_\_\_\_. **Software SELEGEN-REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 67 p. (Embrapa Florestas-Documento, 77).

\_\_\_\_\_.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 44-52, 2000.

\_\_\_\_\_.; FERNANDES, J. S. C. Procedimento BLUP individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 17, p. 89-107, 1999.

SATO, A. S. *et al.* Seleção dentro de progênies de *E. 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. *et al.* Genetic variation in *Araucaria cunninghamii* provenances in Luiz Antônio-SP, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 5, p. 435-442, 2005.

VENCOSVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

# EFEITO DA IDADE E DA POSIÇÃO RADIAL NA DENSIDADE BÁSICA E DIMENSÕES DOS TRAQUEÍDEOS DA MADEIRA DE *Pinus taeda* L.<sup>1</sup>

Rita de Cássia SOUSA<sup>2</sup>

Érika Pinheiro GIOVANINI<sup>3</sup>

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

Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM<sup>5</sup>

José Nivaldo GARCIA<sup>6</sup>

## RESUMO

O *Pinus taeda* L. é uma conífera exótica cultivada no Brasil. A madeira dessa espécie é utilizada na construção civil, dormentes, laminação, postes, resina, celulose e serraria. A questão básica abordada no presente trabalho foi verificar se a idade da árvore influencia na densidade básica e nas dimensões dos traqueídeos da madeira e analisar as possíveis variações dessas propriedades, no sentido medula-casca, ao longo do raio das toras de *P. taeda*. As propriedades estudadas foram: densidade básica (DB), comprimento, diâmetro e espessura da parede dos traqueídeos em função da idade em relação à posição radial. As propriedades em estudo foram determinadas no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira do Instituto Florestal do Estado de São Paulo. Foram amostradas cinco árvores no DAP (diâmetro à altura do peito, 1,30 m) médio em cada uma das idades de 9, 13 e 20 anos de populações comerciais da região de Sengés/PR. Os resultados indicaram que a idade da árvore influencia diretamente nessas propriedades que são diferenciadas na posição radial da madeira de *P. taeda*. Também foi observado que ocorreu uma correlação positiva alta entre a densidade básica e o comprimento dos traqueídeos.

Palavras-chave: *Pinus taeda*; idade; anatomia; densidade básica; traqueídeos.

## 1 INTRODUÇÃO

A madeira é a principal matéria-prima para muitos benefícios encontrados hoje no mercado, sendo utilizada na fabricação de papéis, móveis, toras e postes. A exploração desordenada da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, desde o século passado,

## ABSTRACT

The *Pinus taeda* L. is an exotic conifer cultivated in Brazil. The wood of that species is used in civil constructions, sleepers, veneer, posts, resin, cellulose and sawmill. The subject approached in the present work was to verify if the age of the tree influences in the basic density and in the dimensions of the tracheids of the wood and to analyze the possible variations of those properties, in the sense from pith to bark, along the ray of the logs of *P. taeda*. The studied properties were: basic density (DB), length, diameter and thickness of the wall of the tracheids in function of the age related with the radial position. The properties in study were established in the Laboratory of Anatomy and Quality of the Wood of the Forestry Institute of São Paulo State. Five trees with average diameter at breast height (DBH) at ages of 9, 13 and 20 years old were taken from commercial population in the Sengés/PR region. The results indicated that the age influences directly in those properties of the log, which are differentiated in the radial position of the wood of *P. taeda*. It was also observed the occurrence of a high positive correlation between the length of the tracheids and the basic density of the wood.

Key words: *Pinus taeda* L.; age; anatomy; basic density; tracheids.

reduziu drasticamente suas reservas, o que resultou na introdução, no Brasil, por volta de 1960 e 1970, de espécies exóticas de coníferas de rápido crescimento, cujo objetivo era aumentar os estoques de madeira para abastecer a indústria. Entre essas se destaca a espécie *Pinus taeda* L., pela produtividade e qualidade de sua madeira (Santini *et al.*, 2000).

(1) O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil. Aceito para publicação em outubro de 2007.

(2) Acadêmica do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Nove de Julho. Bolsista do CNPq. Rua Raulino Galdino da Silva, 1020, ap. 57, bloco 2, 02807-000, São Paulo, SP, Brasil.

(3) Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Oswaldo Cruz. Bolsista do CNPq. Rua Caetano de Campos, 16, 03088-010, São Paulo, SP, Brasil.

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

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

(6) Professor Livre-Docente do Departamento de Ciência Florestais da ESALQ, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9, 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: jngarcia@esalq.usp.br

O *P. taeda* é oriundo das planícies adjacentes ao Golfo do México e da Costa Atlântica ao Sudeste dos Estados Unidos; em geral, cresce até a altitude de 800 m. Trata-se da espécie madeireira mais importante dos Estados Unidos na atualidade. No Sul do Brasil é cultivado sobretudo nas terras mais altas da Serra Gaúcha e do Planalto Catarinense. A madeira é indicada para construção civil, móveis, dormentes e caixotaria. Os traqueídeos dessa madeira são adequados à fabricação de papel. Essa espécie é também utilizada em arborização de parques e jardins (Marchiori, 1996; Lorenzi *et al.*, 2003; Kronka *et al.*, 2005).

A idade ideal de corte, quando se obtém uma maior proporção de madeira adulta em relação à madeira juvenil, é uma das questões a ser considerada nas pesquisas de manejo de florestas de *Pinus*. Referências na literatura ressaltam que as propriedades físicas e anatômicas da madeira juvenil são diferentes e muitas vezes inferiores às da madeira formada na fase adulta da árvore. A madeira juvenil difere da adulta por apresentar menor densidade, traqueídeos mais curtos, paredes celulares mais finas e menor conteúdo de celulose. Assim, pode-se afirmar que as diferenças entre as propriedades do lenho juvenil e adulto são importantes para a utilização da madeira (Calegari *et al.*, 2002).

Formada pelo câmbio vascular, a madeira juvenil, nos primeiros anos de crescimento do tronco, situa-se em volta da medula. Esse período de crescimento é chamado de juvenilidade. Nas toras de árvores muito jovens, quase toda a madeira é juvenil, enquanto essa ocorrência é pouco freqüente nas toras de idade mais avançada. O período de juvenilidade varia conforme a espécie e pode ser afetado pelas condições ambientais. A madeira adulta é formada após o período de juvenilidade e, em geral, as células desta madeira alcançam suas dimensões máximas, as quais se mantêm mais ou menos constantes, exceto quando são influenciadas drasticamente pelas condições ambientais (Jankowsky, 1979; Zobel, 1981; Hillis & Brown, 1984; Zobel & Buijtenen, 1989).

A proporção de madeira juvenil existente em uma tora é uma característica que depende fundamentalmente da idade da árvore, bem como do ambiente e do manejo; entretanto, em uma mesma idade e em condições semelhantes de ambiente e de manejo, pode-se verificar que existe grande variabilidade nessa proporção (Hillis & Brown, 1984; Malan, 1995).

Segundo Koga (1988), a duração do período juvenil é de 7 a 15 anos, mas varia de acordo com cada espécie e com o ambiente. Em uma árvore com 15 anos, o lenho juvenil pode ocupar cerca de 85% do tronco, e dos 30 anos em diante, cerca de 10%. As características das madeiras juvenil e adulta de uma mesma árvore diferem sensivelmente. A madeira juvenil ocorre tanto nas folhosas como nas coníferas, sendo que nas coníferas as diferenças entre madeira adulta e madeira juvenil são mais pronunciadas do que nas folhosas. O comprimento dos traqueídeos de madeira adulta, nas coníferas, pode ser de até quatro vezes maior do que na madeira juvenil, e nas folhosas, o comprimento das fibras pode aumentar até duas vezes mais na madeira adulta em relação à madeira juvenil. Nas coníferas, a madeira juvenil é considerada um problema significativo, influenciando na qualidade da madeira (Panshin & Zeeunw, 1970; Jacob & Balloni, 1978; Zobel, 1981).

Ballarin & Palma (2003), em um estudo na madeira de *P. taeda*, definiram que a região do 1º ao 14º anel de crescimento seria de madeira juvenil, do 14º ao 18º anel, uma região de transição, e do 18º ao 37º seria a madeira adulta.

Barrichelo *et al.* (1977) afirmam que a densidade básica da madeira de *P. taeda* é o primeiro parâmetro para se avaliar a qualidade da madeira visando sua utilização como matéria-prima para a produção de celulose. Rigatto *et al.* (2004) estudaram a influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de *P. taeda* L. para a produção de celulose Kraft, as amostras estudadas eram provenientes de plantios com 12 anos de idade. Esses autores concluíram que madeiras provenientes de solos com texturas mais argilosas apresentaram menores valores de densidade básica, maiores teores de extrativos e lignina, menores teores de holocelulose e celulose, traqueídeos mais curtos, mais largos, com paredes mais finas e com diâmetros do lume maiores e menor rendimento em celulose.

Brasil *et al.* (1982), estudando a variação da densidade básica da madeira de *Pinus elliotti* Engel., em três regiões do Estado de São Paulo, para diferentes idades, concluíram que houve um aumento da densidade básica no DAP, de acordo com o aumento da idade da árvore, dentro de uma mesma floresta, porém Pinheiro *et al.* (1983), em um estudo com *P. elliottii* de diferentes idades, concluíram que não houve diferenças significativas entre médias dos valores da densidade básica para as idades de 4, 5 e 7 anos, entretanto,

houve uma tendência de aumento da densidade em função das idades das plantações. Dal Ponte Filho *et al.* (2004) verificaram para outras propriedades da madeira de *P. taeda* que houve aumento da média dos valores da massa específica, resistência à compressão e resistência à flexão, com o aumento da idade da população.

Hasegawa (2003), em um estudo de massa específica de *P. taeda* em três classes diamétricas, verificou que a massa específica se comportou de maneira semelhante nas três classes, decrescendo em direção ao topo. Como não houve diferença estatística significativa entre os valores médios de massa específica das três classes, o autor concluiu que a classe diamétrica exerce pouca influência na massa específica.

O objetivo deste trabalho foi verificar se a idade da árvore influencia na densidade básica e nas dimensões dos traqueídeos da madeira de *Pinus taeda* e analisar as possíveis variações destas propriedades, no sentido medula-casca, ao longo do raio das toras.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas amostras de madeiras obtidas de árvores de plantios comerciais de *Pinus taeda* L., da região de Sengés/PR, com idades de 9, 13 e 20 anos. As amostras foram coletadas de cinco árvores (repetições) de cada idade, selecionadas aleatoriamente no talhão, mas de diâmetro equivalente ao DAP médio da respectiva população, obtido num inventário florestal prévio.

De cada árvore selecionada, foi retirada a primeira tora de 2,40 m de comprimento. Em cada tora foi retirada uma prancha central com espessura de 5 cm. De cada prancha, na região central, de um dos lados, escolhido aleatoriamente, foram retirados três sarrafos de 4 cm x 4 cm x 50 cm, sendo os mesmos representativos das posições (0, 50 e 100%) do raio da prancha, como mostrado na FIGURA 1.

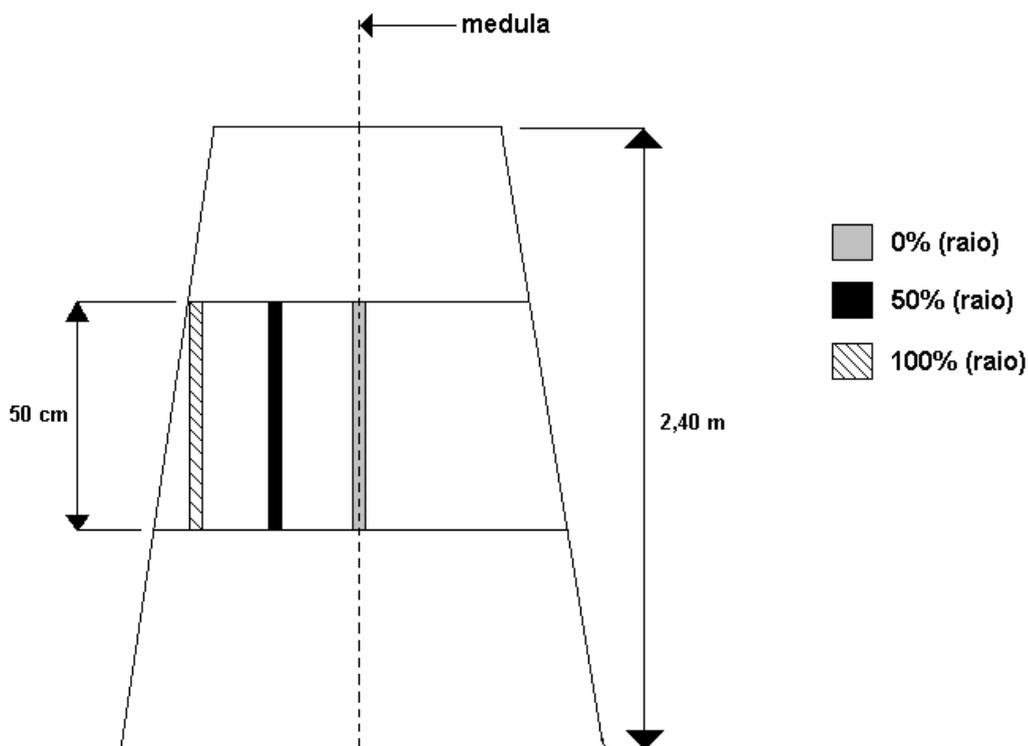


FIGURA 1 – Prancha central da tora representando as posições radiais de retirada dos corpos-de-prova para estudo da variabilidade radial. Fonte: Oliveira *et al.* (2006).

Durante o desdobro das toras, procedeu-se à necessária e cuidadosa identificação de cada prancha produzida no que se refere à sua origem e ao seu posicionamento espacial no interior da tora.

Os sarrafos obtidos foram secos ao ar por um período de dois meses, para atingirem a umidade de equilíbrio em torno de 12%. Após o período de secagem foram obtidos os corpos-de-prova recomendados para as variáveis em estudo.

Foram estudadas a densidade básica (DB) e as dimensões dos traqueídeos determinadas no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira do Instituto Florestal – São Paulo – SP.

## 2.1 Densidade Básica (DB)

Para a obtenção da densidade básica, dada pela equação (1), foi utilizado o método da balança hidrostática conforme Foelkel *et al.* (1971). Os corpos-de-prova de 2 cm x 2 cm x 3 cm, retirados de cada sarrafo, foram mantidos imersos em água por um período de aproximadamente um mês, quando se obteve a massa do corpo-de-prova saturado e a massa do corpo-de-prova imerso em água. Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa até atingirem a massa seca constante a  $105 \pm 3$  °C.

$$DB = \frac{P_s}{P_u - P_i} \quad (1)$$

em que:

- DB: densidade básica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );
- $P_s$ : massa seca (g);
- $P_u$ : massa saturada (g), e
- $P_i$ : massa imersa (g).

## 2.2 Caracterização Anatômica

De cada sarrafo, foram retiradas amostras para estudo das dimensões dos traqueídeos da madeira.

As células foram dissociadas pelo processo de maceração (Jeffrey *apud* Johansen, 1940). Para essa fase, fragmentos do lenho foram transferidos para frascos de vidro e em seguida, embebidos com solução macerante de ácido acético glacial e água oxigenada 120 vol. (1:1), mantidos em estufa a 60 °C por 48 horas, escoados e lavados com água. Para avaliação das dimensões, as células dissociadas do lenho foram coradas com solução de safranina e montadas em lâminas semipermanentes com glicerina 30%.

As dimensões dos traqueídeos da madeira de *P. taeda* foram medidas com auxílio de microscópio óptico trinocular, acoplado a uma câmera de vídeo em sistema de análise de imagens. Foi efetuado o processo de medição com auxílio do “software” Image Pro-Plus, das seguintes dimensões dos traqueídeos:

- C: comprimento do traqueídeo (mm);
- D: diâmetro do traqueídeo ( $\mu\text{m}$ );
- d: diâmetro do lume ( $\mu\text{m}$ ), e
- E: espessura da parede do traqueídeo ( $\mu\text{m}$ ).

Para calcular a espessura da parede do traqueídeo, utilizou-se a expressão (2):

$$E = \frac{D - d}{2} \quad (2)$$

## 2.3 Análise Estatística

Na avaliação do experimento, inicialmente foi efetuada a análise de homogeneidade de variância e para isso utilizou-se o teste de Hartley. Aplicou-se o teste de Tukey para determinação de quais médias diferiram entre si, sempre que foi observada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de algum tratamento no teste F.

Foi realizado um estudo de correlação entre as propriedades avaliadas utilizando-se a análise de regressão linear simples, ao nível de significância de 95%. Os resultados obtidos das propriedades foram analisados estatisticamente com o auxílio do procedimento estatístico PROC GLM dos SAS.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TABELA 1 resume a análise de variância efetuada para a densidade básica (DB) e dimensões dos traqueídeos de *P. taeda*, relacionando as causas das variações com os respectivos grau de liberdade (GL) e quadrados médios. A densidade básica apresentou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade em relação à idade e à posição radial. O comprimento e a espessura dos traqueídeos apresentaram diferenças significativas para a idade e posição no raio, ao nível de 1% de probabilidade. Os diâmetros dos traqueídeos, não apresentaram diferenças significativas para o fator idade, porém para a posição radial foram observadas diferenças significativas.

TABELA 1 – Análise da variância para as dimensões dos traqueídeos e a densidade básica da madeira de *Pinus taeda*.

Causa de variação	GL	Quadrado médio			
		DB (g/cm <sup>3</sup> )	C (mm)	D (μm)	E (μm)
Idade	2	0,0506**	3,4531**	0,19 <sup>n.s</sup>	38,6899**
Posição radial	2	0,0444**	5,9215**	0,75**	27,6267**
Árvore [idade]	12	0,0044	0,3058	0,01	2,8983
Idade x Posição radial	4	0,0021 <sup>n.s</sup>	0,3690 <sup>n.s</sup>	0,23 <sup>n.s</sup>	6,5737 <sup>n.s</sup>
Resíduo	24	0,0009	0,1579	0,01	1,4527
Média		0,40	3,05	0,81	8,89
CV experimental (%)		7,74	13,01	10,73	13,56

Onde: n.s = não significativo e \*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A FIGURA 2 mostra a variação da densidade básica de *P. taeda* em função da idade e da posição radial. Pode-se observar que a densidade básica aumenta em função da idade. Essa maior densidade, em idades mais avançadas, pode ser explicada pela maior proporção de madeira adulta, em relação à madeira juvenil como descrito por Mendes (1993) e Calegari *et al.* (2002).

A densidade básica (DB) foi também analisada por Rigatto *et al.* (2004) em árvores com

12 anos de idade, onde foi obtido o valor de densidade média de 0,39 (g/cm<sup>3</sup>). Nisgoski (2005), em estudo com madeiras de *P. taeda* com 10, 11, 12, 14, 15, 16 e 17 anos de idade, observou que a densidade básica apresentou tendência de crescimento entre as idades analisadas, sendo que a densidade máxima foi apresentada na madeira de 14 anos de idade, com 0,37 (g/cm<sup>3</sup>), e a densidade mínima foi observada nos lenhos de 10 anos de idade, com 0,33 (g/cm<sup>3</sup>).

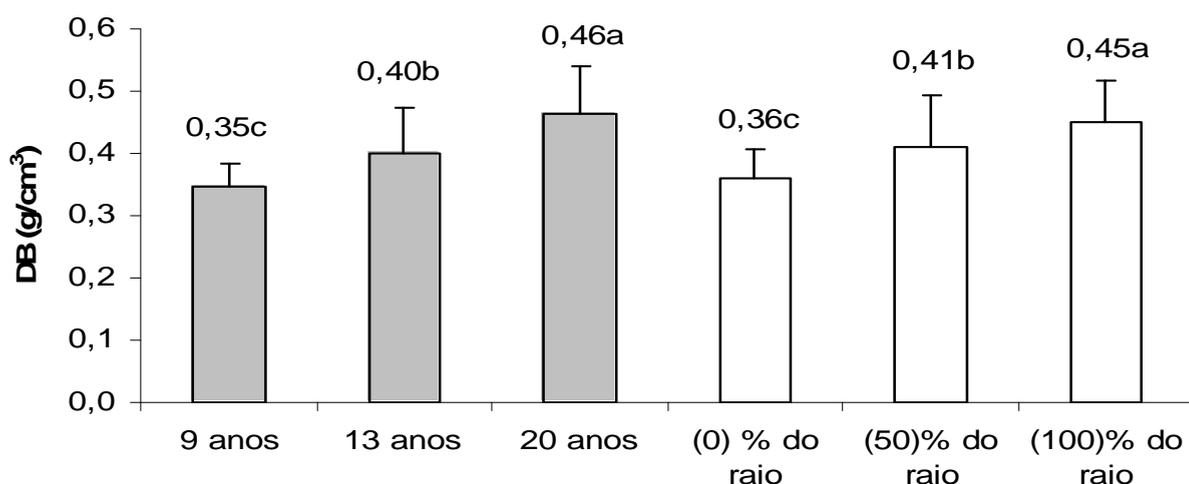


FIGURA 2 – Variação da densidade básica (DB) em função da idade e da posição radial de *Pinus taeda*. Obs: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na FIGURA 2 verifica-se que ocorreu um crescimento do valor da densidade básica no sentido medula-casca. Maiores valores de densidade foram observados na posição radial 100%, isto pode ser um indício da presença de madeira adulta em maior proporção em relação à madeira juvenil.

O aumento significativo da densidade básica (DB) de *P. taeda*, em relação ao crescimento da idade e da posição radial, foi confirmado também por Barrichelo (1980).

Oliveira *et al.* (2006) também verificaram que a massa específica da madeira de *P. taeda* apresentou essa mesma tendência.

Pode-se observar que o comprimento dos traqueídeos aumenta em função da idade (FIGURA 3). Na variação medula-casca foi observado que a posição relativa do raio 100% diferiu significativamente das posições 0 e 50%, apesar de aumentarem no sentido medula-casca. Esse aumento no sentido medula-casca também foi verificado por Ballarin & Palma (2003) e Nisgoski (2005).

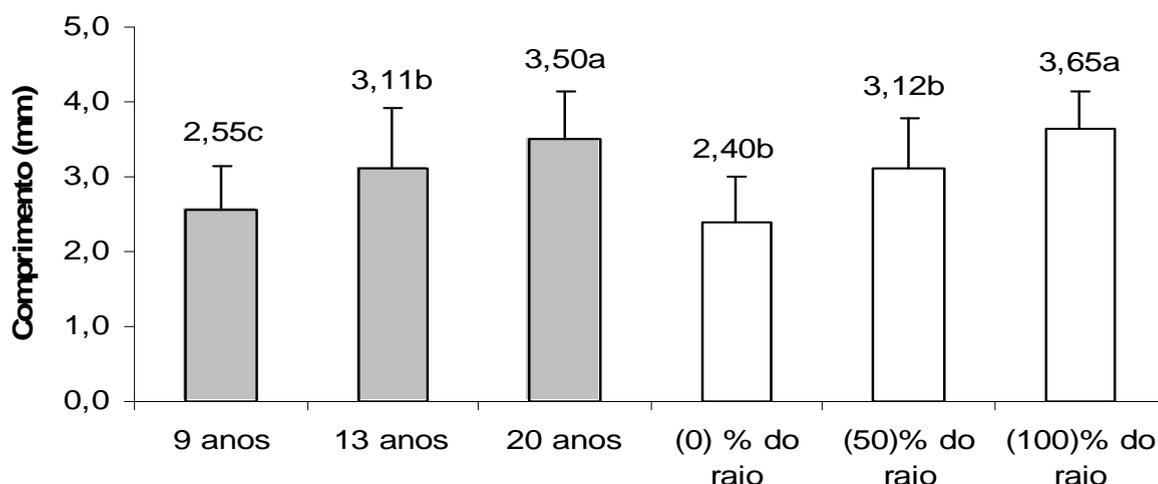


FIGURA 3 – Variação do comprimento dos traqueídeos em função da idade e da posição radial de *Pinus taeda*. Obs: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Palma & Ballarin (2003), em estudo com exemplares de *P. taeda* de 37 anos de idade, observaram que os maiores comprimentos de traqueídeos registrados ocorreram nos 12 primeiros anéis, havendo diminuição gradativa do comprimento nos anéis subsequentes, até atingir um valor constante a partir do 20º anel, isto em comprimento dos traqueídeos axiais na direção radial da árvore.

Comparando-se os resultados obtidos da densidade básica e comprimento de traqueídeos pode-se verificar que o aumento na densidade básica, em função da idade e no sentido medula-casca, pode ser explicado pelo aumento proporcional do comprimento dos traqueídeos, ou seja, do aumento da proporção de madeira adulta em relação à madeira juvenil.

A FIGURA 4 representa a variação do diâmetro dos traqueídeos em função da idade, em que se verificou que ocorreu um aumento proporcional e não significativo com a idade da árvore e com a posição no raio.

Observou-se uma tendência de crescimento da espessura dos traqueídeos em relação ao aumento da idade (FIGURA 5), porém somente a idade de 20 anos diferiu significativamente das idades 9 e 13 anos. A posição 100% do raio, diferiu dos valores das posições 0 e 50% não ocorrendo tendência de crescimento no sentido medula-casca.

Na FIGURA 6 está representada a regressão linear simples, relacionando o comprimento dos traqueídeos e a densidade básica da madeira de *P. taeda*. O valor do coeficiente de determinação obtido foi  $R^2 = 0,71$ .

Pode-se observar que ocorreu uma correlação positiva alta entre a densidade básica e o comprimento dos traqueídeos das madeiras de *P. taeda*, sendo possível estimar a densidade básica utilizando-se do valor do comprimento do traqueídeo desse intervalo de valores utilizados.

SOUSA, R. de C. *et al.* Efeito da idade e da posição radial na densidade básica e dimensões dos traqueídeos da madeira de *Pinus taeda* L.

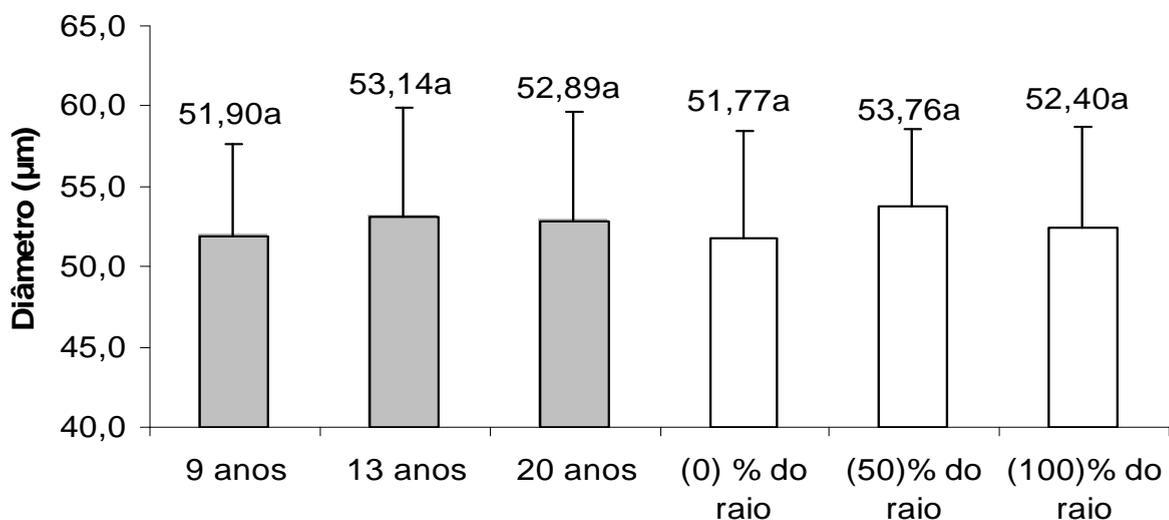


FIGURA 4 – Variação do diâmetro dos traqueídeos em função da idade e a posição radial de *Pinus taeda*.  
Obs: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

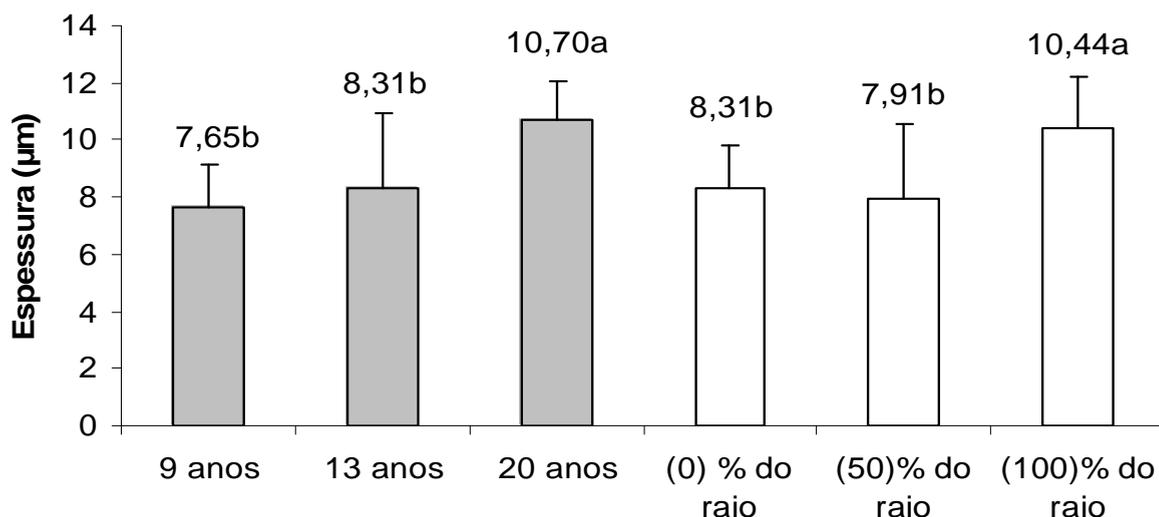


FIGURA 5 – Variação da espessura da parede dos traqueídeos em função da idade e a posição radial de *Pinus taeda*.

Obs: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

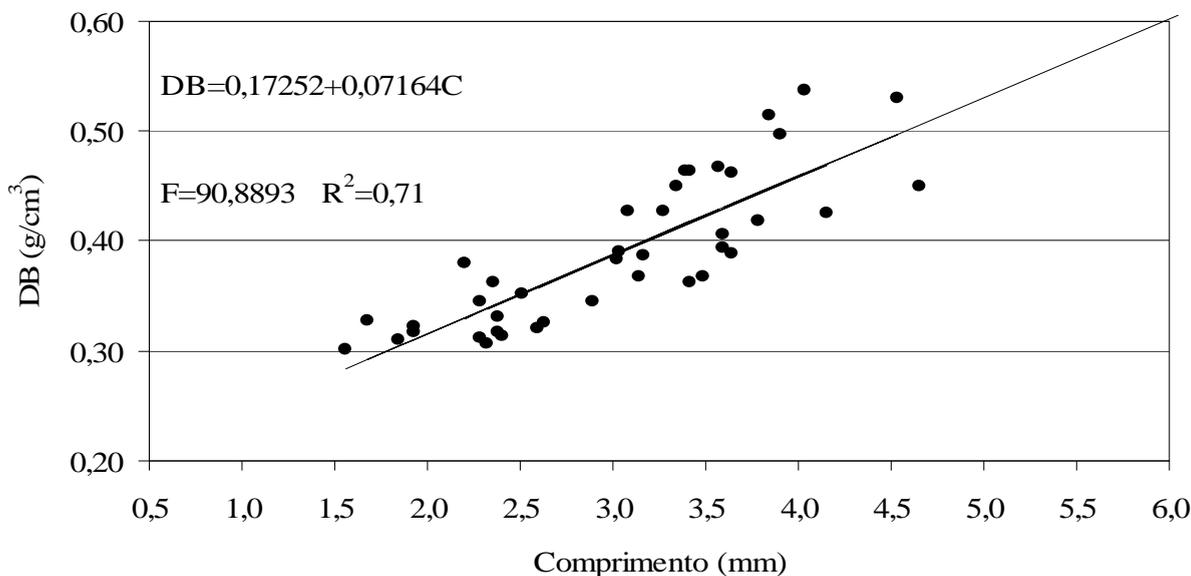


FIGURA 6 – Correlação entre a densidade básica (DB) e o comprimento do traqueídeo (mm) da madeira de *P. taeda*.

#### 4 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados apresentados, analisados e interpretados estatisticamente, pode-se concluir que para *Pinus taeda*:

- a idade da árvore de *P. taeda* influenciou na densidade básica, no comprimento e na espessura dos traqueídeos, observando-se uma tendência de aumento destas propriedades, com o aumento da idade;
- o diâmetro do traqueídeo não foi influenciado pela idade do *P. taeda*;
- a densidade básica aumenta no sentido medula-casca, e
- ocorreu uma correlação positiva alta entre a densidade básica da madeira e o comprimento do traqueídeo.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Sengés Florestadora e Agrícola Ltda. e aos seus funcionários, pelo fornecimento do material de estudo e o inestimável apoio logístico que propiciou o pleno desenvolvimento do presente trabalho, e aos

funcionários e estagiários da Seção de Madeira e Produtos Florestais do Instituto Florestal do Estado de São Paulo, que, de alguma forma, contribuíram com este trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARINI, A. W.; PALMA, H. A. L. Propriedades de resistência de madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, 2003.

BARRICHELO, L. E. G. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* - principais interações entre as características da madeira e o rendimento e qualidade da celulose. **Circular técnica IPEF**, Piracicaba, n. 86, 1980.

BARRICHELO, L. E. G. *et al.* Estudos de procedências de *Pinus taeda* L. visando seu aproveitamento industrial. **IPEF**, Piracicaba, n. 15, p. 1-14, 1977.

BRASIL, M. A. M. *et al.* Densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* em três regiões do Estado de São Paulo. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 9-17, 1982.

SOUSA, R. de C. *et al.* Efeito da idade e da posição radial na densidade básica e dimensões dos traqueídeos da madeira de *Pinus taeda* L.

- CALEGARI, L.; GATTO, D. A.; SANTINI, E. J. Efeitos da temperatura de secagem sobre algumas propriedades em madeira juvenil e adulta de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 99-106, 2002.
- DAL PONTE FILHO, J. L. *et al.* Influência da idade em propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS APLICADAS DA FAEF, 7., 2004, Garça. **Anais...** Garça: FAEF, 2004. p. 133-138.
- FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p. 65-74, 1971.
- HASSEGAWA, M. **Qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. de procedência da África do Sul.** 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- HILLIS W. H.; BROWN, A. G. **Eucalypts for wood production.** Melbourne: CSIRO, 1984. 434 p.
- JACOB, W. S.; BALLONI, E. A. Efeitos da fertilização na qualidade da madeira. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.6, n.20, p.1-12, 1978.
- JANKOWSKY, I. P. Madeira juvenil, formação e aproveitamento industrial. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 81, p. 18, 1979.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechniques.** New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.
- KOGA, M. E. T. Matérias-primas fibrosas. In: D'ALMEIDA, M. L. O. **Celulose e papel: tecnologia da fabricação do papel.** 2. ed. São Paulo: IPT, 1988. v. 1 p. 15-44.
- KRONKA, F. J. N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R. H. **A cultura de *Pinus* no Brasil.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. p. 154.
- LORENZI, H. *et al.* **Árvores exóticas no Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 2003. p. 65.
- MALAN, F. S. Eucalyptus improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF: IPT: IUFRO: ESALQ, 1995. p. 1-19.
- MARCHIORI, J. N. D. **Dendrologia das gimnospermas.** Santa Maria: Ed. da UFSM, 1996. 158 p.
- MENDES, C. J. Influência da idade em *Pinus taeda* L. sobre a qualidade de madeira para a produção de celulose. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 9, n. 27, p. 81-90, 1993.
- NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de *Pinus taeda* L.** 2005. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- OLIVEIRA, F. L. *et al.* Propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. em função da idade e da posição radial na tora. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, n. único, p. 59-70, 2006.
- PALMA, H. A. L.; BALLARIN, A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 64, p. 13-22, 2003.
- PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** New York: McGraw-Hill, 1970. v. 1, 705 p.
- PINHEIRO, G. *et al.* Determinação da densidade básica de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* a três diferentes idades, em Itapetininga. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 37, p. 19-29, 1983.
- RIGATTO, P. A.; DEDECEK, R. A.; MATOS, J. L. M. Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. para a produção de celulose Kraft. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 267-273, 2004.
- SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; GATTO, D. A. Análise comparativa das propriedades físicas e mecânicas da madeira de três coníferas de florestas plantadas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 85-93, 2000.
- ZOBEL, B. Wood quality from fast-grown plantations. **Tappi**, Norcross, v. 64, n. 1, p. 17-74, 1981.
- \_\_\_\_\_.; BUIJTEN, J. P. **Wood variation: its causes and control.** Berlin: Springer-Verlag, 1989. 361 p.



# O ESCARAVELHO *Megasoma gyas* (Herbst, 1775), ESPÉCIE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO, NO PARQUE ESTADUAL CARLOS BOTELHO, SETE BARRAS – SP<sup>1</sup>

Alexsander Zamorano ANTUNES<sup>2</sup>  
Marilda Rapp de ESTON<sup>3</sup>  
Ana Maria Rodrigues dos SANTOS<sup>4</sup>

## RESUMO

As espécies do gênero *Megasoma* são besouros naturalmente raros e pouco conhecidos. *Megasoma gyas* (Herbst, 1775), espécie restrita ao território brasileiro e considerada ameaçada de extinção, foi encontrada no Parque Estadual Carlos Botelho em maio de 2007. O presente trabalho revisa a distribuição da espécie no Estado de São Paulo, detalha a sua simpatria com outra espécie do gênero e discute aspectos comportamentais e ameaças à sua sobrevivência.

Palavras-chave: conservação; insetos; Mata Atlântica; *Megasoma anubis*; distribuição; simpatria.

## 1 INTRODUÇÃO

Os besouros do gênero *Megasoma* apresentam porte médio a grande e são distribuídos do Sudoeste dos Estados Unidos ao Sul da Argentina (Morón, 2005; Moore, 2007). A maioria das espécies é naturalmente rara e pouco se conhece sobre sua biologia (Ratcliffe & Morón, 2005). Os tratamentos taxonômicos tradicionais para o gênero adotam o conceito biológico de espécie, reconhecendo 22 formas, 16 espécies e 6 subespécies (Morón, 2005). Recentemente Moore (2007) revisou o gênero, reconhecendo apenas 15 espécies válidas.

No Brasil ocorrem quatro espécies (Moore, 2007): *Megasoma actaeon* (Linnaeus, 1758) amplamente distribuído na Amazônia, alcançando o interior do Estado de São Paulo nas matas ciliares do bioma Cerrado; *Megasoma anubis* (Chevrolat, 1836) restrito ao bioma Mata Atlântica, do Espírito Santo ao Paraná e no Estado de Goiás; *Megasoma gyas* (Herbst, 1775) que ocorre nos biomas Caatinga e Mata Atlântica, do Ceará ao sul do Estado de São Paulo e *Megasoma mars* (Reiche, 1852) da Amazônia ocidental.

## ABSTRACT

The elephant beetle *Megasoma* spp. are naturally scarce and poorly known species. *Megasoma gyas* (Herbst, 1775), Brazilian endemic and threatened species, was recorded in Carlos Botelho State Park, in May 2007. The species distribution in the State of São Paulo, southeastern Brazil, is reviewed and the sympatry with another *Megasoma* species, behavioral aspects and threats faced by this species are shown.

Key words: Atlantic Rain Forest; conservation; insects; *Megasoma anubis*; distribution; sympatry.

Na lista brasileira da fauna ameaçada de extinção (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 2006) foi adotado o conceito biológico de espécie e três formas de *Megasoma* foram consideradas vulneráveis à extinção: *Megasoma actaeon janus* (Felsche, 1906) do Mato Grosso do Sul e interior de São Paulo; *Megasoma gyas gyas* (Herbst, 1775) da Bahia a São Paulo e *Megasoma gyas rumbucheri* Fischer, 1968 do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia e norte de Minas Gerais. A vegetação nativa na área de distribuição dessas espécies foi severamente alterada e fragmentada, e há poucas localidades com registros recentes (Fundação Biodiversitas, 2007).

Julgou-se, portanto, importante apresentar o primeiro registro de *M. gyas*, para o Parque Estadual de Carlos Botelho, revisar sua distribuição no Estado de São Paulo, detalhar a simpatria desta espécie com *M. anubis*, previamente relatada para a mesma localidade (Antunes *et al.*, 2007) e discutir aspectos comportamentais e ameaças à sua sobrevivência.

(1) Aceito para publicação em novembro de 2007.

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

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

(4) Rua Josefina Arnoni, 115, bl. 2, ap. 151, 02374-050, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: santos.ana@terra.com.br

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento de campo foi realizado no período de abril de 2006 a julho de 2007 no Parque Estadual de Carlos Botelho - PECB, num total de 379 horas de amostragem. Percorreram-se trilhas e áreas no entorno dos núcleos administrativos de São Miguel Arcanjo e Sete Barras, registrando-se com GPS Garmin e-Trex Summit os locais onde foram encontrados indivíduos vivos ou mortos de *M. gyas*.

Esse Parque Estadual se localiza entre as coordenadas 24° 06' 55"-24° 14' 41" S e 47° 47' 18"-48° 07' 17" W, com área de 37.644,36 ha, distribuída pelos municípios de Capão Bonito, São Miguel Arcanjo, Sete Barras e Tapiraí. A amplitude altitudinal na área do PECB varia de 20 a 1.000 m; temperatura média anual entre 18° e 20 °C e a pluviosidade anual entre 1.500 e 2.200 mm (Ferraz & Varjabedian, 1999). Segundo Custodio Filho (2002), na região de São Miguel Arcanjo o clima pode ser classificado, no sistema de Köppen, em clima temperado úmido sem estiagem (Cfb), enquanto em Sete Barras o clima é quente e úmido sem estiagem (Cfa).

A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa, havendo em alguns trechos plantações de araucárias e eucaliptos, bananais, pastos, capoeiras e brejos (Ferraz & Varjabedian, 1999). Entretanto, em algumas das áreas amostradas também se encontram edificações da administração da unidade, casas de funcionários e bases de vigilância, havendo trechos de vegetação aberta com arbustos, árvores esparsas e pequenos gramados.

Para a obtenção de fotos foi utilizada câmera fotográfica Sony Cyber-shot DSC – S500 de 6.0 mega pixels de resolução e 3,0 zoom digital. A identificação da espécie foi feita a partir da descrição apresentada por Guérin (1953) e confirmada por comparação com material depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

As informações sobre localidades de coleta de *Megasoma gyas* e *Megasoma anubis* no Estado de São Paulo foram obtidas nas coleções entomológicas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo - MZSP, Museu de Entomologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Coleção Entomológica do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu de História Natural "Prof. Dr. Adão José Cardoso" da Universidade de Campinas - UNICAMP, Coleção Entomológica do Instituto Agronômico de Campinas - IACC e as coordenadas para essas localidades foram obtidas em Willis & Oniki (2003).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações realizadas indicaram a presença de *M. gyas* somente no Núcleo Sete Barras do PECB (24° 11' 36" S e 47° 55' 10" W) a uma altitude de 79 m. Em 22 de maio de 2007, uma fêmea e um macho (FIGURAS 1 e 2) foram encontrados às 9h e às 11h40 min respectivamente no entorno de prédios da administração deste núcleo, sobre o solo, com a região ventral voltada para cima, tendo sido provavelmente atraídos pelas luzes das lâmpadas localizadas na parte externa destes prédios. Na noite anterior havia chovido, corroborando o padrão de atividade descrito na literatura por Ratcliffe & Morón (2005). Ambos foram apanhados e colocados em troncos de árvores próximas; a fêmea, em seguida, procurou a face sombreada do tronco e o macho se deslocou até a copa, ocultando-se entre bromeliáceas epífitas. O exemplar macho mediu 82 mm, do clipeo ao pigídeo.

Nesse mesmo dia, outra fêmea foi avistada às 19h pelo vigia da portaria do Núcleo. Essa também foi encontrada no solo, com a região ventral voltada para cima. Ao ser liberada num tronco próximo, foi atraída pela luz da lâmpada acesa do prédio da hospedaria, esvoaçando em torno desta lâmpada. Após ter sido colocada novamente num tronco, foram tiradas fotografias da mesma (FIGURA 3).

No dia seguinte às 11h35min, encontrou-se a cabeça, os élitros e as pernas anteriores de um macho, no chão, junto a uma árvore situada ao lado do prédio da hospedaria (FIGURA 4). Este indivíduo era, provavelmente, o mesmo registrado no dia anterior. Foi predado possivelmente por um gambá *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826, visto abrigando-se ao amanhecer (6h20min) na copa da árvore em cuja base os restos do besouro foram encontrados e neste havia marcas de dentes de mamíferos. Esse exemplar está depositado na coleção entomológica do Instituto Agronômico de Campinas - IACC sob o número 7986.

Nesse mesmo dia se observou também outro macho, totalmente esmagado, na estrada SP-139 que corta o PECB, em frente ao Núcleo Sete Barras, local também iluminado por lâmpadas; o inseto provavelmente foi atraído por estas, acabou ficando sobre o solo com o ventre voltado para cima e, por não conseguir se desvirar, foi atropelado.

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de; SANTOS, A. M. R. dos. O escaravelho *Megasoma gyas* (Herbst, 1775), espécie ameaçada de extinção, no Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP.



FIGURA 1 – *Megasoma gyas*: macho (vista dorsal), encontrado na sede do Núcleo Sete Barras do Parque Estadual Carlos Botelho, SP.



FIGURA 2 – *Megasoma gyas*: macho (vista lateral direita), encontrado na sede do Núcleo Sete Barras do Parque Estadual Carlos Botelho, SP.

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de; SANTOS, A. M. R. dos. O escaravelho *Megasoma gyas* (Herbst, 1775), espécie ameaçada de extinção, no Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP.



FIGURA 3 – *Megasoma gyas*: fêmea (vista dorsal) encontrada na sede do Núcleo Sete Barras do Parque Estadual Carlos Botelho, SP.



FIGURA 4 – *Megasoma gyas*: macho, predado, com marcas de dentes de mamífero encontrado na sede do Núcleo Sete Barras do Parque Estadual Carlos Botelho, SP.

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de; SANTOS, A. M. R. dos. O escaravelho *Megasoma gyas* (Herbst, 1775), espécie ameaçada de extinção, no Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP.

Moore (2007) assinalou que os exemplares por ele observados foram coletados também no mês de maio, o que pode indicar que este seja o mês em que os adultos estejam mais suscetíveis a serem observados/coletados, ou por terem acabado de sofrer a metamorfose ou por estarem procurando parceiros para o acasalamento.

Observações realizadas com indivíduos mantidos em cativeiro indicaram que a longevidade de adultos do gênero *Megasoma* pode chegar a 100 dias (Ratcliffe & Morón, 2005), contudo é provável que na natureza a expectativa de vida seja bem inferior a este valor, concentrando os registros em um mês ou dois, corroborando com o fato de não ter sido encontrado *M. gyas*, na fase adulta, durante outros meses do ano.

Em relação à sua distribuição no Estado de São Paulo (FIGURA 5), a análise dos dados das coleções entomológicas dos principais museus e instituições de pesquisa revelou apenas outras seis localidades no Estado para *Megasoma gyas*. Além de Sete Barras, é possível que ele seja simpátrico com *Megasoma anubis*, nos municípios de Peruíbe e Ubatuba.

Em Sete Barras, adultos de *Megasoma anubis* foram registrados nos meses de janeiro e fevereiro (Antunes *et al.*, 2007), indicando que, ao menos localmente, ocorre uma separação temporal entre indivíduos das duas espécies, eliminando a competição por recursos na fase adulta. Entretanto, como as larvas de *Megasoma* apresentam desenvolvimento bastante longo, até três anos em cativeiro (Ratcliffe & Morón, 2005), pode haver sobreposição temporal entre as duas espécies nessa fase. Infelizmente, a larva de *Megasoma anubis* não foi descrita até o momento e para a larva de *Megasoma gyas* há apenas uma foto (Möhres-Reitter *apud* Ratcliffe & Morón, 2005). Esse registro deve ser visto com cautela, já que a nota que acompanha a foto indica que o tronco podre, onde a larva foi encontrada, era de *Cordia gerascanthus* L., espécie que não ocorre no Brasil, país no qual *Megasoma gyas* é endêmico. A descrição detalhada das larvas dessas espécies é fundamental para estudos sobre a ecologia das mesmas.

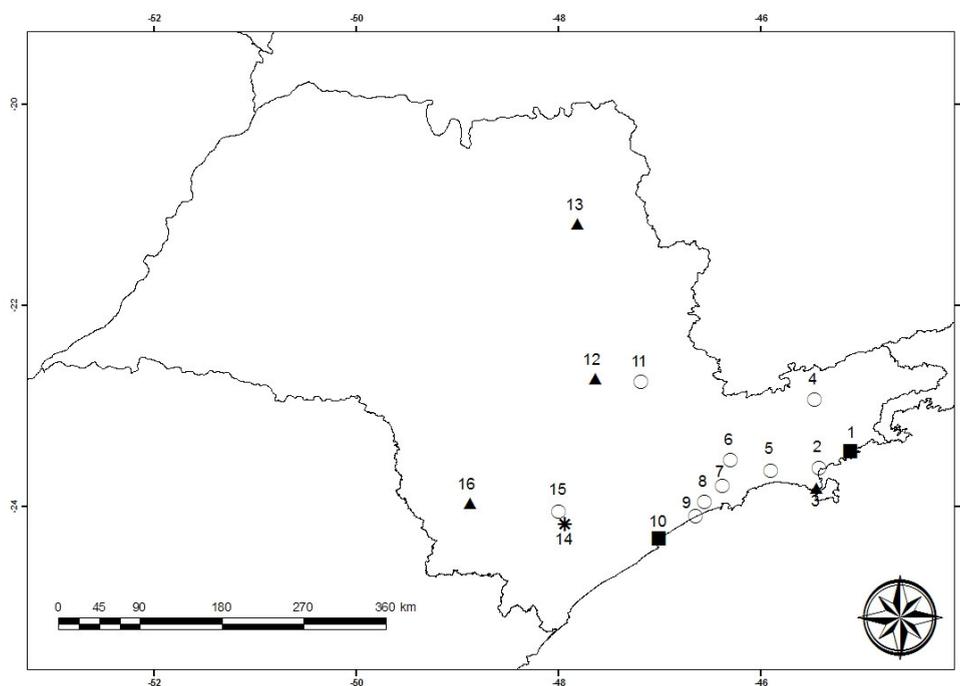


FIGURA 5 – Localidades de registro de *Megasoma* spp. no Estado de São Paulo. 1. Ubatuba, 2. Caraguatatuba, 3. São Sebastião, 4. Pindamonhangaba, 5. Estação Biológica de Boracéia, 6. Suzano, 7. Raiz da Serra, 8. Pai Mathias, 9. Mongaguá, 10. Peruíbe, 11. Paulínia, 12. Piracicaba, 13. Ribeirão Preto, 14. Sete Barras, 15. São Miguel Arcanjo, 16. Itapeva. ▲: *M. gyas*; ○: *M. anubis*; ■: provável simpatria; \*: simpatria confirmada.

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de; SANTOS, A. M. R. dos. O escaravelho *Megasoma gyas* (Herbst, 1775), espécie ameaçada de extinção, no Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP.

Como as demais espécies do gênero, *Megasoma gyas* é naturalmente raro. A acentuada redução da Mata Atlântica e da Caatinga arbórea diminuiu ainda mais as suas populações, visto que esta não se mantém em fragmentos florestais pequenos. Além disso, a espécie ocorre em áreas abaixo de 500 m de altitude, geralmente as áreas mais propícias à agricultura (Fundação Biodiversitas, 2007).

No Estado de São Paulo a espécie se distribuía em áreas que foram e continuam sendo bastante impactadas por atividades antrópicas e que apresentam poucas Unidades de Conservação de proteção integral, a maioria delas de pequeno porte.

Além da perda de habitat, os adultos de *Megasoma*, sobretudo machos, são muito procurados por colecionadores de insetos e aficionados em criação de grandes escaravelhos, que fomentam a coleta de exemplares na natureza de forma ilegal. Ao pesquisar na internet sobre besouros e outros insetos à venda, é possível encontrar indivíduos de *Megasoma gyas* sendo oferecidos por sites internacionais, quando indicada a procedência, se refere geralmente ao Estado da Bahia.

O Parque Estadual Carlos Botelho e provavelmente outras UCs do Estado de São Paulo, como a Estação Ecológica Juréia-Itatins e os Parques Estaduais da Serra do Mar e Intervales, representam as áreas mais importantes para a conservação da espécie, pois são remanescentes florestais relativamente grandes, com trechos representativos de floresta ombrófila de baixa altitude e de fundo de vale, e não estão sujeitas à ação de coletores comerciais. O PECB merece destaque por apresentar metade das espécies do gênero *Megasoma* conhecidas no Brasil.

No entanto, as edificações no interior e no entorno imediato dessas UCs podem ter um impacto sobre as populações de *Megasoma gyas*, como verificado no Núcleo Sete Barras do PECB, pois as luzes das lâmpadas atraem os adultos interferindo com o forrageamento, a busca de parceiros e outros comportamentos, e aumentando a mortalidade por deixá-los mais expostos a predadores, atropelamentos, etc. O número de edificações deverá aumentar nesses parques, num futuro próximo, atendendo à demanda crescente do ecoturismo.

Para minimizar os impactos causados pelas fontes luminosas artificiais, já estão disponíveis no mercado lâmpadas que não atraem tanto os insetos.

A efetividade dessas com os *Megasoma* poderia ser testada e, em caso favorável, ser estudada a viabilidade de instalá-las nas edificações já existentes ou que forem implantadas em Unidades de Conservação.

Durante muito tempo os insetos e outros invertebrados foram negligenciados nas pesquisas sobre conservação (Wilson, 1987), principalmente porque se assumia que todos apresentavam populações muito grandes. A experiência demonstrou que não era bem assim, e atualmente várias espécies integram listas de fauna ameaçada de extinção.

O exemplo dos *Megasoma* e o comportamento de serem atraídos para fontes de luz artificial, como lâmpadas colocadas para iluminação dos núcleos do PECB e outras UCs, indicam que ações de conservação específicas podem ser necessárias para a proteção de invertebrados, uma vez que nem sempre eles estarão automaticamente protegidos pelo efeito “guarda-chuva” das medidas tomadas em benefício dos vertebrados ameaçados e melhor conhecidos. Portanto, o inventário e o monitoramento de espécies de invertebrados ameaçados de extinção em áreas protegidas devem ser estimulados.

## 4 CONCLUSÕES

*M. gyas* ocorre na Floresta Ombrófila Densa Submontana junto ao Núcleo Sete Barras do PECB. Os adultos podem ser mais facilmente observados após a ocorrência de chuvas. São atraídos pela luz de lâmpadas, o que pode chegar a causar impacto às populações locais. A substituição de lâmpadas comuns pelas que não exerçam muito efeito sobre os insetos é uma das medidas importantes a serem tomadas, uma vez que o PECB apresenta metade das espécies do gênero *Megasoma* conhecidas no Brasil.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao diretor do Parque Estadual Carlos Botelho, Engenheiro José Luiz Camargo Maia e ao Sr. Ademar Dória, administrador do Núcleo Sete Barras - PECB, pelo apoio à pesquisa, ao Prof. Dr. Sérgio Antonio Vanin, diretor do Museu de Zoologia da USP, ao Prof. Dr. Sinval Silveira Neto, do Museu de Entomologia da ESALQ e ao Dr. Édson Possidônio Teixeira, do Instituto Agrônomo de Campinas, por gentilmente fornecerem as localidades de coleta dos

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de; SANTOS, A. M. R. dos. O escaravelho *Megasoma gyas* (Herbst, 1775), espécie ameaçada de extinção, no Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP.

exemplares de *Megasoma gyas* depositados em suas instituições. Ao Prof. Dr. Miguel Angel Monné Barrios, Curador da Coleção Entomológica do Museu Nacional e ao Prof. Dr. André Victor Lucci Freitas, do Museu de História Natural “Prof. Dr. Adão José Cardoso” da UNICAMP, pelas informações da inexistência de exemplares de *M. gyas*, provenientes do Estado de São Paulo naquelas coleções. Ao Cristhiano Gusmão Figueira, estagiário da Seção de Animais Silvestres, pela confecção da FIGURA 5.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, A. Z.; SANTOS, A. M. R. dos; ESTON, M. R. de. Ocorrência de *Megasoma anubis* (Chevrolat, 1836) (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 47-53, 2007.
- CUSTODIO FILHO, A. **A Floresta Ombrófila Densa em diferentes altitudes no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, Brasil**. 2002. 165 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FERRAZ, L. P. M.; VARJABEDIAN, R. **Evolução histórica da implantação e síntese das informações disponíveis sobre o Parque Estadual Carlos Botelho**. São Paulo: SMA/CINP/IF/DRPE/PECB, 1999. 95 p.
- FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Lista das espécies ameaçadas da fauna brasileira**. Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <[http://biodiversitas.org.br/f\\_ameaca/p\\_fauna.asp](http://biodiversitas.org.br/f_ameaca/p_fauna.asp)>. Acesso em: 6 jul. 2007.
- GUÉRIN, J. **Coleópteros do Brasil**. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, 1953. 335 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 30 dez. 2006.
- MORÓN, M. A. A new species of *Megasoma* Kirby (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) from Sinaloa, Mexico. **Zootaxa**, Auckland, v. 1037, n. 1, p. 29-36, 2005.
- MOORE, M. R. *Megasoma* Kirby, 1825 (Scarabaeidae: Dynastinae: Dynastini), 2007. In: RATCLIFFE, B. C.; JAMESON, M. L. (Ed.). **Generic guide to new world scarab beetles**. Disponível em: <<http://www.museum.unl.edu/Research/entomology/Guide/Scarabaeoidea/Scarabaeidae/Dynastinae>>. Acesso em: 6 jul. 2007.
- RATCLIFFE, B. C.; MORÓN, M. A. Larval descriptions of eight species of *Megasoma* Kirby (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) with a key for identification and notes on biology. **The Coleopterists Bulletin**, Washington, D. C., v. 59, n. 1, p. 91-126, 2005.
- WILLIS, E. O.; ONIKI, Y. **Aves do Estado de São Paulo**. Rio Claro: Divisa, 2003. 398 p.
- WILSON, E. O. The little things that run the world (the importance and conservation of invertebrates). **Conservation Biology**, Malden, v. 1, n. 4, p. 344-346, 1987.



# MONITORAMENTO DE PLANTIOS DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS CILIARES: MICROBACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, MINEIROS DO TIETÊ, SP<sup>1</sup>

Érica Danila IGNÁCIO<sup>2</sup>  
Cláudia Mira ATTANASIO<sup>3</sup>  
Maria Teresa Zugliani TONIATO<sup>4</sup>

## RESUMO

Muitas são as iniciativas de restauração de áreas de matas ciliares degradadas, porém são poucos os estudos para a avaliação de seu desenvolvimento. Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento estrutural em plantios de matas ciliares, analisou-se a cobertura de copas em dez plantios de restauração realizados com base na sucessão secundária e de diferentes idades (2-4 anos), na microbacia do ribeirão São João, município de Mineiros do Tietê, Estado de São Paulo, Brasil. A cobertura de copas estimada pelo método de interseção de linhas indicou diferenças no processo de recobertura das áreas, variando entre 3,1% e 97,7%. Foram observadas variações tanto entre diferentes áreas como entre trechos do mesmo plantio de restauração. A densidade de indivíduos arbóreos sobreviventes variou entre 174 e 1.753 ind. ha<sup>-1</sup>. Informações obtidas junto aos proprietários dos locais de estudo indicaram que o controle de matocompetição e de formigas foram as maiores dificuldades de manutenção, e que a perda estimada por mortalidade das mudas plantadas pode chegar a 30%. Em nenhuma das áreas foram verificadas evidências de regeneração natural. O diagnóstico inicial dos plantios de restauração permitiu reconhecer áreas mais problemáticas, onde o estabelecimento e a sobrevivência dos indivíduos plantados parecem prejudicados, e áreas onde a floresta em restauração apresentou melhor desenvolvimento estrutural. Essas informações serão importantes para avaliação dos métodos, espécies, modelos e manutenção empregados, bem como para definição de medidas de proteção, condução, manejo e replantio, que são indicadas para a maioria das áreas de estudo.

Palavras-chave: mata ciliar; cobertura de copas; desenvolvimento estrutural; restauração florestal.

## ABSTRACT

Many initiatives have focused on the restoration of degraded riparian forests, but few studies have evaluated their development. In order to assess the structural development of planted riparian forests, we analyzed the canopy cover in ten restoration plantings in different ages (2 to 4 years) that went over secondary succession, located at the river São João, municipality of Mineiros do Tietê, Sao Paulo State, Brazil. Crown cover estimated by line interception showed variations in the recovery process, from 3.1% to 97.9%. Variation was observed among areas, and among sectors in the same restoration planting. Surviving tree density rates ranged from 174 to 1,753 ind.ha<sup>-1</sup>. Information obtained with the land owners within the study area suggested that (1) the control of grass competition and ants have been the hardest difficulties for maintenance, and (2) the estimated loss due to the mortality rate of planted plantlets might reach 30%. Evidence of natural regeneration was not found in any of the verified areas. The preliminary diagnosis of restoration plantings has allowed us to recognize troublesome areas where settlement and survival of planted individuals seem to be damaged, and also areas where the restoring forest has shown better structural development rates. Such information will be important to evaluate deployed methods, species, models and maintenance, as well as to define procedures for protection, development, management and replanting, which will in turn be suggested for most study areas.

Key words: riparian forests; canopy cover; structural development; forest restoration.

- (1) Trabalho realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq - Brasil. Aceito para publicação em novembro de 2007.  
(2) Acadêmica do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Sagrado Coração, Bauru, SP. Bolsista do PIBIC/IF/CNPq entre agosto de 2006 e julho de 2007. E-mail: le\_ignacio@yahoo.com.br  
(3) Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral - CATI, Casa da Agricultura de Mineiros do Tietê, Rua da Abolição, 217, 17320-000, Mineiros do Tietê, SP, Brasil. E-mail: cmattana@esalq.usp.br  
(4) Instituto Florestal, Estação Experimental de Bauru, Avenida Rodrigues Alves, 38-25, 17030-000, Bauru, SP, Brasil. E-mail: mate\_zt@yahoo.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento da vegetação como parte integrante da rede de drenagem da bacia hidrográfica já é bastante antigo (Lima, 1989; Kageyama *et al.*, 2003). Sabe-se, hoje, que as matas ciliares, como esta vegetação é genericamente conhecida, são de grande importância para fornecer abrigo e alimento à fauna, promover a conectividade da paisagem e, principalmente, a proteção e manutenção dos recursos hídricos (Crestana *et al.*, 1993; Lima & Zakia, 2000). Porém, sua comprovada importância não impediu sua degradação por ação da intervenção humana, que desestabiliza os ecossistemas naturais, e que nas matas ciliares ocorreu principalmente devido à necessidade de expansão agrícola (Rodrigues & Gandolfi, 2000; Kageyama & Gandara, 2005) e crescimento populacional. Contudo, a partir da década de 1990, intensificaram-se as iniciativas de restauração de áreas degradadas e houve aumento significativo da conscientização da sociedade e das exigências legais acerca da preservação dessas florestas. Uma ampla abordagem referente às características físicas, biológicas e ecológicas, e aos aspectos relativos à restauração das matas ciliares pode ser encontrada em Rodrigues & Leitão Filho (2000).

Considerando a microbacia como unidade de trabalho, o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - PEMBH, iniciado no ano 2000 e executado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo - SAA-SP, tem seus objetivos voltados para o desenvolvimento rural sustentável, buscando aumentar o bem-estar da população rural através de implantação de sistemas de produção agropecuária, que garantem melhores níveis de renda aos produtores, sem agredir o meio ambiente.

A microbacia do ribeirão São João, localiza-se nos municípios de Mineiros do Tietê (a maior parte) e Dois Córregos, na região central do Estado de São Paulo. Está integrada ao Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas da CATI desde dezembro de 2001, escolhida segundo os seguintes critérios: nível de degradação ambiental; concentração de pequenos produtores; tipos de exploração predominantes representados por culturas anuais e de alimentos básicos; presença de mananciais de abastecimento humano;

receptividade por parte dos produtores; área da microbacia dentro ou próxima de Unidade de Conservação de Uso Indireto e maior porcentagem de Área de Preservação Permanente. O Plano de Manejo Integrado desta microbacia foi elaborado em parceria com os produtores rurais e a comunidade. Do diagnóstico e planejamento participativos resultaram a priorização de diversas ações a serem implementadas para a busca da sustentabilidade social, econômica e ambiental na microbacia. Dentre elas, as indicações que se referem diretamente aos propósitos deste estudo foram as necessidades de: a) proteção dos cursos d'água, por meio do plantio de mata ciliar, para evitar assoreamento e poluição dos rios e nascentes; b) proteção das matas ciliares, principalmente contra o fogo e outros fatores de impacto (Attanasio, 2004).

Em 2005, a microbacia foi uma das 15 escolhidas no Estado de São Paulo para integrar o Projeto de Recuperação de Matas Ciliares, que é uma iniciativa da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e possui auxílio financeiro do Banco Mundial/Global Environment Facility - GEF, com objetivos que contemplam a recuperação de matas ciliares (São Paulo, 2005) e os diversos aspectos socioeconômicos, ambientais e educacionais relacionados, semelhante ao que vem sendo desenvolvido pelo PEMBH. Assim, há expectativa de ampliação de plantios de matas ciliares para o trecho médio da microbacia, e necessidade de monitoramento continuado de todas as áreas em processo de restauração.

O reflorestamento se faz importante para a restauração dos aspectos funcionais das matas ciliares, como proteção contra erosão, manutenção de vazão e de qualidade da água, entre outros (Melo & Durigan, 2007). Normalmente, é o método de restauração empregado em áreas onde a formação florestal original foi substituída por alguma atividade agropastoril altamente tecnificada. Em casos onde a vegetação natural remanescente no entorno não é florestal, ou foi totalmente destruída, o reflorestamento deve contemplar o retorno dos processos ecológicos originais (Attanasio *et al.*, 2006), adotando-se medidas que reduzam ou eliminem as perturbações e criem condições para o estabelecimento de propágulos (sementes ou mudas), de forma a favorecer a sustentabilidade do processo, entendida como a capacidade da área restaurada de perpetuar-se (Mantovani, 1998; Rodrigues & Gandolfi, 2000).

Não apenas os plantios para a restauração das matas ciliares são importantes, como também a avaliação de seu desenvolvimento ao longo do tempo, para identificação de perturbações; para definição de medidas de manejo, condução ou replantio; para a verificação da eficiência dos métodos e espécies empregadas; para o aperfeiçoamento dos modelos; e para subsidiar diversos estudos de cunho científico acerca do desenvolvimento das comunidades implantadas e dos processos ecológicos e hidrológicos relacionados. Melo & Durigan (2007) ressaltam que para os procedimentos de monitoramento de áreas em restauração, é importante escolher indicadores que facilitem a execução da avaliação, seja na obtenção dos dados, seja na sua interpretação. Os autores sugeriram a avaliação de cobertura de copas como um indicador de desenvolvimento estrutural de florestas em restauração, após constatarem a existência de correlações positivas entre este e outros parâmetros estruturais, cuja coleta e análises de dados são mais complexas.

A cobertura de copas é entendida como a proporção do solo ocupada pela projeção perpendicular da parte aérea dos indivíduos da vegetação analisada (Greig-Smith, 1983). Em áreas em restauração, o incremento da cobertura é importante para diminuir a luminosidade incidente no solo e controlar a matocompetição (Guilherme, 2000); para atenuar o impacto das chuvas no solo e controlar os processos erosivos (Joly *et al.*, 2000); para modificar as condições microclimáticas (luminosidade, temperatura, umidade do ar e do solo), que podem favorecer o estabelecimento de outras espécies que cheguem à área por dispersão (Howe, 1986) ou chuva de sementes, desencadeando o processo de regeneração natural, responsável pelas características futuras da floresta restaurada.

Este estudo teve como objetivos realizar o monitoramento de plantios de restauração de matas ciliares em uma microbacia hidrográfica no interior do Estado de São Paulo e obter um diagnóstico do desenvolvimento da vegetação em plantios com idades de 2 a 4 anos, por meio da investigação das seguintes questões:

- a) As árvores plantadas sobreviveram?
- b) Havendo sobrevivência, qual é o percentual de cobertura de copas promovido pelos indivíduos estabelecidos?

- c) Há evidências de regeneração natural nas áreas?
- d) Houve alta mortalidade? Quais as possíveis causas?
- e) Há diferenças de desenvolvimento entre os plantios?
- f) Quais foram as práticas de manutenção e com que frequência foram empregadas?
- g) Medidas de manutenção e/ou replantio são indicadas nessas áreas?

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da Área de Estudo

Este estudo foi desenvolvido na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão São João, localizada nos municípios de Mineiros do Tietê e Dois Córregos, região central do Estado de São Paulo, entre os paralelos 22° 22' e 22° 27' Sul e os meridianos 48° 22' e 48° 30' Oeste. A microbacia é formada pelo ribeirão São João e pelo córrego do Borralho, está inserida no perímetro da Área de Proteção Ambiental Corumbataí - APA Corumbataí e é integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, fazendo parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Tietê - Jacaré (Attanasio, 2004). Abrange uma área de 3.656 ha, inserida em uma paisagem de monocultura agrícola, onde predominam a lavoura de cana-de-açúcar e propriedades rurais com tamanho inferior a 50 ha (dados do levantamento socioeconômico e ambiental da Casa da Agricultura de Mineiros do Tietê, 2000/2001). Esta é uma das microbacias selecionadas pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA do Estado de São Paulo, para desenvolvimento do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - PEMBH.

Os plantios de restauração de matas ciliares nessa microbacia foram realizados nos meses de fevereiro e março dos anos 2003, 2004 e 2005, por meio do PEMBH, tendo a Casa da Agricultura de Mineiros do Tietê (CATI - SAA-SP) como executora, em parceria com o Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal - LERF da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo - ESALQ-USP.

Ao todo, foram realizados plantios de restauração em áreas de 13 propriedades rurais, empregando aproximadamente 20.000 mudas, de cerca de 75 espécies. Sempre que possível, o desenho experimental adotado foi o plantio em linhas de preenchimento (espécies pioneiras e secundárias iniciais, de rápido crescimento e cobertura da área) e linhas de diversidade (espécies secundárias tardias e climáticas), estabelecidas alternada e paralelamente aos cursos d'água/nascentes e obedecendo às curvas de nível do terreno, segundo recomendações de Attanasio *et al.* (2006). Segundo Kageyama & Gandara (2005), a técnica de grupos sucessionais para ordenar a alta diversidade de espécies da floresta e organizá-las nos plantios, da mesma forma em que elas ocorrem na floresta natural, representa um grande salto no desenvolvimento da tecnologia de plantios de nativas, mas também é o conceito mais discutido e polemizado em eventos pertinentes. A escolha das espécies considerou sua ocorrência natural nos remanescentes de vegetação nativa da região, como sugere Oliveira-Filho (1994), e foi adotada a classificação sucessional reconhecida pela literatura especializada ou inferida a partir de observações de campo.

A manutenção das áreas e os cuidados silviculturais são responsabilidade dos proprietários, com assistência técnica da Casa da Agricultura local. Atualmente, esses plantios têm idades que variam entre dois e quatro anos. Nas diversas propriedades, o intuito foi implantar a mata ciliar quando não existente, ou apenas completar a faixa de 30 metros correspondente à Área de Preservação Permanente, conforme determinado pela legislação ambiental vigente. Assim, além das variações em idade, as diferentes áreas analisadas apresentam largura, comprimento, área total plantada e contorno variáveis, de acordo com as condições prévias de cada local.

## 2.2 Procedimentos de Campo e Análise de Dados

A fim de avaliar o desenvolvimento dos plantios de restauração de matas ciliares na microbacia estudada, foram selecionadas dez áreas para monitoramento, em nove propriedades rurais, considerando as condições de acesso e a sobrevivência dos plantios.

O parâmetro estrutural avaliado foi a cobertura de copas, definida como a proporção do solo ocupada pela projeção perpendicular da parte

aérea dos indivíduos da população ou comunidade analisada (Greig-Smith, 1983). Para a estimativa desse parâmetro, foi empregado o método de interseção de linhas. Descrito inicialmente por Canfield (1941), o método considera como cobertura o somatório de interseções das projeções de copas sobre uma linha, dividido pelo comprimento total da linha, e expresso em porcentagem. Neste trabalho, foi utilizada uma trena com comprimento de 15 metros, disposta sempre em sentido oblíquo às linhas de plantio, conforme realizado por Melo *et al.* (2007). A fim de adequar a amostragem à heterogeneidade da vegetação existente, tanto entre trechos da mesma área em restauração como entre as diferentes áreas, optou-se por distribuir as linhas de amostragem a cada 10 m, procurando registrar as variações ao longo de toda a extensão de cada um dos plantios. Em locais onde a largura do plantio era superior a 15 m, mas não ultrapassando 30 m, as linhas foram dispostas alternadamente, sendo a primeira partindo do rio em direção à borda, a seguinte da borda em direção ao rio, e assim sucessivamente. Em áreas onde a largura da área plantada foi superior a 30 metros, as linhas de 15 m foram dispostas partindo-se do rio/nascente em direção à borda, em sentido oblíquo às linhas de plantio, em faixas sucessivas e paralelas de 15 m, de modo a contemplar toda a largura da área plantada.

Foram considerados na amostragem todos os indivíduos cuja copa se projetasse sobre a trena, mesmo quando havia sobreposições de copas de indivíduos próximos. O comprimento correspondente à projeção da copa de cada indivíduo foi registrado e as estimativas de cobertura foram calculadas para cada área, considerando-se a proporção destas projeções em relação ao comprimento total das linhas empregadas para a análise.

Para cada área foram registradas as condições no entorno da área reflorestada, os impactos mais evidentes, a altura média dos indivíduos e as condições de manutenção na ocasião da coleta de dados. Foram contados o número total de indivíduos sobreviventes e o número de indivíduos amostrados pelo método de interseção de linhas. O percentual de mortalidade foi inferido com base nos registros do número de mudas plantadas em cada área e em informações obtidas junto aos proprietários acerca da mortalidade inicial e suas causas aparentes.

Outros dados referentes ao desenvolvimento dos plantios, aos tratos culturais e sua frequência, bem como às dificuldades encontradas, foram obtidos por meio de um questionário aplicado aos proprietários das áreas, sendo conhecido que estes não dispõem de apoio financeiro para a manutenção dos plantios e o fazem de acordo com suas prioridades e possibilidades. O propósito deste levantamento foi obter dados que auxiliassem na interpretação dos resultados de cobertura de copas de cada área, possibilitando inferências sobre os fatores que mais influenciaram no desenvolvimento estrutural dos plantios de restauração dessas matas ciliares.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas em estudo são muito semelhantes no que se refere ao histórico de ocupação e atividades agrícolas no entorno,

com predomínio de monocultura canavieira, além de pastagens, granjas, habitações e presença de poucos remanescentes de florestas nativas na microbacia como um todo.

Fisionomicamente, são evidentes as variações tanto entre as diferentes áreas, quanto entre trechos do mesmo plantio de restauração, havendo trechos mais desenvolvidos alternados com outros onde os indivíduos são menores ou existem muitas falhas nas linhas de plantio. A densidade de árvores sobreviventes variou de 174 a 1.753 ind. ha<sup>-1</sup> nas diferentes propriedades (TABELA 1), com taxas de mortalidade inicial de até 30%, conforme informações dos proprietários. A principal causa reportada de morte das mudas foi o ataque por formigas, sendo a incidência de formigas e de plantas invasoras mencionadas como as principais dificuldades para a manutenção dos plantios (TABELA 2).

TABELA 1 – Caracterização de dez plantios de restauração de matas ciliares quanto à propriedade onde se localizam área plantada, idade, densidade de indivíduos sobreviventes, número de linhas empregadas para avaliação da cobertura de copas, número de indivíduos amostrados e porcentagem média de cobertura de copas no terreno. Microbacia do ribeirão São João, municípios de Mineiros do Tietê e Dois Córregos, SP. Propriedades elencadas em ordem decrescente, segundo valores de porcentagem de cobertura de copas.

Propriedade	Idade (anos)	Área (ha)	Nº linhas	Densidade de sobreviventes (ind. ha <sup>-1</sup> )	Cobertura de copas (%)
1. Sítio Águia Dourada	4	0,19	15	1.753	97,7
2. Fazenda Campos	3	0,97	63	1.010	52,9
3. Sítio São Biaggio	2	0,75	50	787	30,5
4. Sítio Santa Maria	3	0,15	15	1.120	29,0
5. Sítio São João/Ponte Alta	4	0,27	25	611	21,9
6. Sítio São João	2	0,32	15	906	21,1
7. Sítio São Luiz	3	0,31	31	384	16,8
8. Sítio São Roque—área A	3	0,12	5	833	15,0
9. Área Verde – Dois Córregos	4	1,50	86	174	14,1
10. Sítio São Roque—área B	3	0,35	10	286	3,1

TABELA 2 – Características das áreas e tratos silviculturais aplicados aos plantios de restauração de matas ciliares da Microbacia do Ribeirão São João, município de Mineiros do Tietê, SP. Informações obtidas junto à Casa da Agricultura local e por meio de questionários aplicados aos proprietários.

	Propriedades rurais									
	Sítio Águia Dourada	Fazenda Campos	Sítio São Biaggio	Sítio Santa Maria	Sítio S. João Agrícola Ponte Alta	Sítio São João	Sítio São Roque Área A	Prefeitura Dois Córregos	Sítio São Roque Área B	
Motivação	autuação e ação CATI	autuação e ação CATI	autuação e ação CATI	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	
Ano plantio	2003	2004	2005	2004	2004	2005	2004	2003	2004	
Calagem e Adubação	adubação orgânica	nenhuma	calagem adubação orgânica	adubação química	adubação química	orgânica	adubação orgânica	adubação química	adubação orgânica	
Isolamento	sim	não	não	sim	não	sim	sim	sim	não	
Tutoramento	sim	não	sim	não	sim	sim	não	não	não	
Irrigação	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	não	
Controle invasoras	2 vezes/ano	2 vezes/ano	3 vezes/ano	3 vezes/ano	cd 3 meses	cd 4 meses	cd 2 meses	3 vezes/ano	cd 2 meses	
Manutenção entrelinhas	Roçada	herbicida roçada	roçada	roçada	roçada	roçada	herbicida roçada	roçada herbicida	herbicida roçada	
Controle formigas	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	Sim	
Impactos Entorno	nenhum pastagem/cana	exóticas/chuva	exóticas/chuva	nenhum pastagem	fogo/lixo cana	daninhas/seca pastagem e capim	pastejo pastagem	pastejo pastagem e rodovia	pastejo pastagem	
Dificuldades manutenção	formigas	matocompetição	matocompetição	formigas	matocompetição	nenhuma	solo pedregoso	nenhuma	solo pedregoso	
Mortalidade Inicial (estimada)	30% ou mais	até 10%	até 10%	10 a 20%	20 a 30%	0 a 10%	20 a 30%	20 a 30%	20 a 30%	
Causa mortalidade	formigas	–	formigas	formigas	seca/formigas	formigas	solo pedregoso	formigas	solo pedregoso	

A necessidade de adequação metodológica de avaliação à heterogeneidade das áreas (comprimento, largura, área total, variações fisionômico-estruturais da comunidade implantada) resultou em intensidades amostrais diferentes para cada plantio de restauração, principalmente em função de seu tamanho e contorno. As áreas dos plantios de restauração são inferiores a 1 ha na maioria (variando entre 0,12 e 1,50 ha) e foram empregadas de 5 a 86 linhas de avaliação (TABELA 1), amostrando 10% do total de indivíduos sobreviventes em uma das propriedades e mais de 20% em todas as outras.

As comunidades implantadas nas propriedades Sítio Águia Dourada e Fazenda Campos apresentaram porcentagens de cobertura de copas maiores que 50%, sendo que no Sítio Águia Dourada já ocorreu cobertura praticamente total do terreno (97,7%). Os plantios de restauração instalados nos sítios São Biaggio, Santa Maria, São João e São João/Agrícola Ponte Alta apresentaram entre 20 e 30% da área recoberta, enquanto valores inferiores foram registrados nas propriedades Sítio São Luiz (16,8%), Sítio São Roque (duas áreas, com 3,1% e 15%) e Área Verde da Prefeitura de Dois Córregos (14,1%) (TABELA 1).

A escolha do método de interseção de linhas para avaliação da cobertura de copas dos plantios foi baseada no estudo de Melo *et al.* (2007). Utilizando este método em plantios de restauração com idade entre um a três anos, os autores verificaram que os valores de cobertura apresentaram correlações positivas com outras variáveis estruturais dos reflorestamentos, como idade, altura média, dap médio (diâmetro à altura do peito – 1,30 m) e área basal. Esses resultados apóiam a recomendação dos autores de se utilizar a avaliação de cobertura como indicador da evolução estrutural dos reflorestamentos de restauração. Trata-se de um método confiável, de execução simples e rápida no campo, produzindo informações que refletem outras características estruturais, cuja coleta e análise de dados é mais demorada e complexa.

Nos plantios monitorados neste estudo na microbacia do ribeirão São João, os percentuais de cobertura calculados corroboraram as características fisionômico-estruturais observadas em campo, ou seja, plantios aparentemente mais desenvolvidos quanto à sobrevivência e porte dos indivíduos (crescimento das mudas em altura, diâmetro do caule e largura de copas) apresentaram maiores valores de cobertura obtidos pelo método de análise, ocorrendo o inverso em áreas onde, visualmente,

foram observadas alta mortalidade, falhas nas linhas de plantio e baixo crescimento das mudas. Na ocasião da coleta de dados (início de 2007), as áreas encontravam-se em diferentes fases de controle de plantas invasoras, sendo observadas desde áreas roçadas ou com vestígios de aplicação de herbicidas, áreas apenas com coroamento das mudas, até cobertura total por invasoras. O aspecto de cada uma das áreas na época da avaliação da cobertura de copas encontra-se na FIGURA 1.

De maneira geral, as informações obtidas junto aos proprietários não permitiram explicar as diferenças de desenvolvimento verificadas entre as áreas, uma vez que os relatos não indicaram grandes variações nos tratos culturais e na frequência com que foram empregados, nem nas dificuldades de manutenção e impactos a que as áreas estiveram sujeitas (TABELA 2). No entanto, algumas particularidades foram reconhecidas para determinadas áreas. Os plantios que apresentaram cobertura acima de 50% (Sítio Águia Dourada e Fazenda Campos) são áreas com 4 e 3 anos de idade respectivamente, localizadas em trechos úmidos de várzea, muito próximos a cursos d'água e nascentes. Além disso, têm recebido atenção especial de seus proprietários, que fazem periodicamente o controle da matocompetição e de formigas periodicamente, a reposição de mudas quando necessário e solicitam a assistência da Casa da Agricultura com maior frequência. Nessas áreas, foram observados muitos indivíduos arbóreos em reprodução, contribuindo para atração da fauna e conseqüente possibilidade de regeneração natural da floresta.

No outro extremo, as duas áreas do Sítio São Roque apresentaram menor crescimento das mudas e menor cobertura de copas, provavelmente devido ao solo raso e pedregoso e ao impacto inicial pelo pastoreio, até que fosse providenciado o isolamento do plantio com cerca de proteção. Nas propriedades São Luiz e Área Verde da Prefeitura de Dois Córregos, a competição com mato e o ataque de formigas foram bastante acentuados. As demais áreas receberam tratos silviculturais semelhantes: os proprietários informaram que fazem gradeação, roçam, adubam, porém ressaltaram a dificuldade para controle de invasoras e formigas, devido à escassez de recursos e de mão-de-obra para a manutenção. Para o plantio estabelecido no Sítio São João/Agrícola Ponte Alta, a proximidade da plantação de cana-de-açúcar e a susceptibilidade a queimadas foram destacados como importantes fatores de impacto importante, debilitando o desenvolvimento do plantio (TABELA 2).

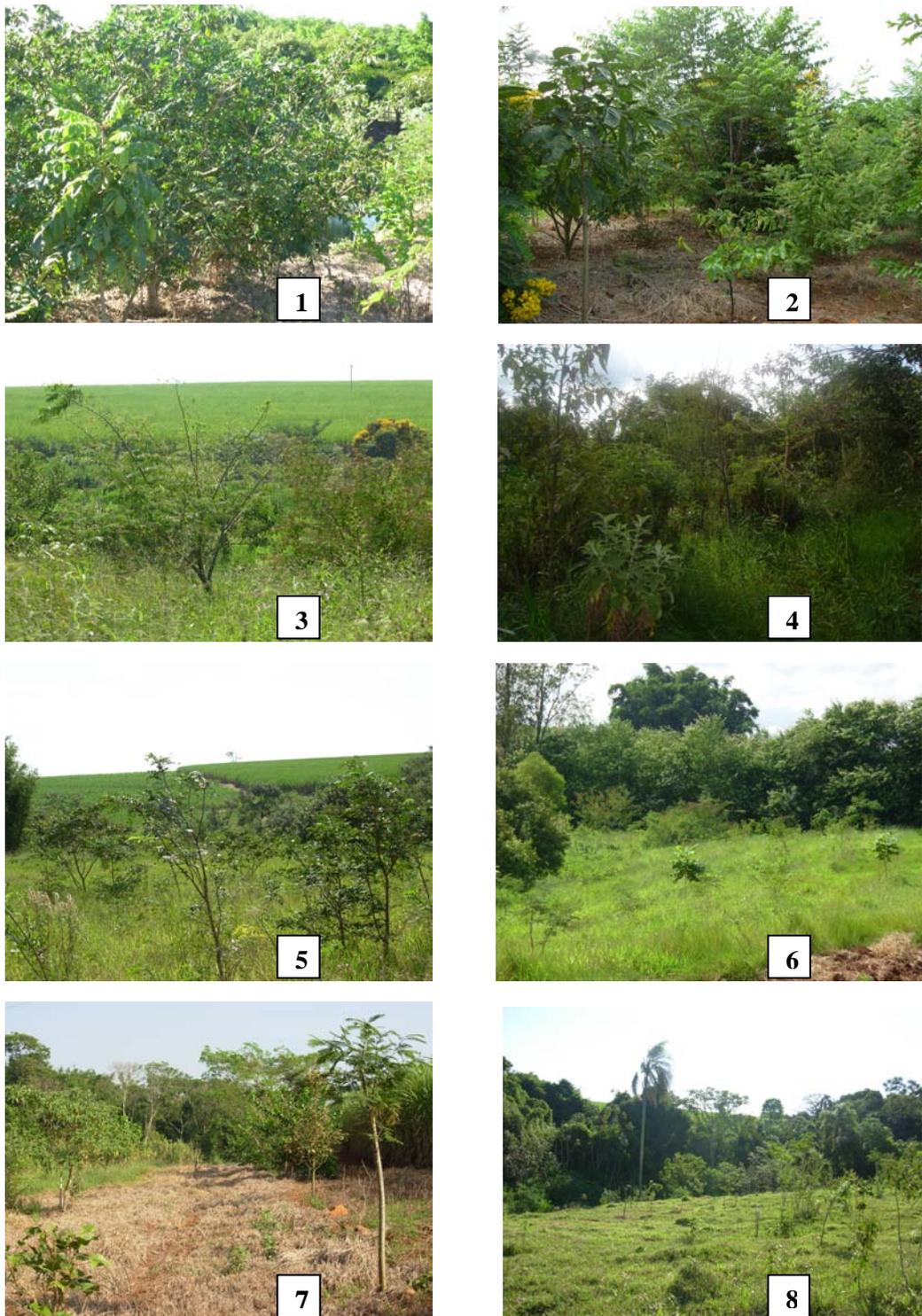


FIGURA 1 – Aspecto geral dos plantios monitorados na microbacia do ribeirão São João, municípios de Mineiros do Tietê e Dois Córregos, SP. A numeração das fotografias refere-se às propriedades mencionadas na TABELA 1.

Resultados de pesquisas voltadas para avaliação/monitoramento, que permitem comparar o desenvolvimento estrutural e as condições de regeneração natural entre diferentes métodos de restauração e/ou idade das áreas restauradas com o emprego de espécies nativas, são ainda escassos e recentes na literatura. No interior do Estado de São Paulo, destacam-se, com esses propósitos, os estudos de Silveira & Durigan (2004), Pulitano *et al.* (2004), Souza & Batista (2004), Melo & Durigan (2007) e Melo *et al.* (2007), realizados na Bacia do Paranapanema, região sudoeste paulista. Os dois últimos trabalhos apresentam resultados sobre a cobertura de copas em plantios de restauração de matas ciliares realizados com base na sucessão secundária em diferentes idades. De acordo com esses estudos, para as condições do Médio Vale do Paranapanema, plantios com idade superior a três anos apresentaram recobrimento total do terreno, com taxas de cobertura superiores a 100%, provavelmente devido à sobreposição de copas de indivíduos próximos. Plantios de um ano apresentaram valores de cobertura entre 16,8 e 77,4%.

Na microbacia do ribeirão São João, a maioria dos plantios foi realizada há três ou quatro anos. No entanto, a taxa de cobertura aproximou-se de 100% em apenas uma das áreas (Sítio Águia Dourada). Nos plantios mais recentes (dois anos), as taxas estiveram entre 20 e 30% (TABELA 1). Em uma comparação direta, a cobertura promovida pelos plantios avaliados neste estudo parece ser, no conjunto, menor que a verificada nos estudos supracitados, para idades equivalentes. No entanto, as áreas de estudo não são próximas e existem muitas variáveis envolvidas no desenvolvimento estrutural de plantios de restauração, impossibilitando avaliações conclusivas com base nestas poucas informações. Além disso, não são conhecidos dados sobre monitoramento de plantios de restauração na região deste estudo, que permitam avaliações mais aprofundadas do significado dos resultados.

Informações da literatura para florestas em processo de regeneração natural após distúrbios indicam modificações nas características fisionômicas, florísticas, estruturais e edáficas, de acordo a idade ou o desenvolvimento da floresta. As tendências gerais de modificações são aumento na riqueza, na diversidade de espécies, na biomassa (Tabarelli & Mantovani, 1999) e na proporção de espécies tolerantes à sombra, com diminuição da concentração de espécies pioneiras (Toniatto & Oliveira-Filho, 2004).

Em plantios de restauração de matas ciliares de um a quinze anos, Melo & Durigan (2007) verificaram que, com o aumento da idade, ocorreu aumento nos valores de riqueza, cobertura, área basal e altura da vegetação nos plantios, em direção aos valores observados na floresta madura.

Em plantios baseados nos princípios da sucessão secundária, espera-se que a cobertura de copas proporcione a interceptação da incidência luminosa e da água das chuvas, promovendo, respectivamente, sombreamento do terreno e estabilização do solo. O sombreamento pode diminuir a ocupação por ervas invasoras que competem com as mudas, e criar condições microambientais favoráveis para o estabelecimento de espécies de estádios sucessionais mais avançados, oriundas da dispersão por meio de agentes atraídos pelas espécies plantadas, ou da chuva de sementes a partir de remanescentes de floresta nativa próximos. Assim, espera-se que os mecanismos naturais de dispersão e regeneração definam as características futuras da comunidade nas áreas em restauração.

Diversos fatores podem estar relacionados ao tempo necessário para que as diferentes características das florestas em restauração assemelhem-se às florestas maduras. Entre eles, podem ser citados as espécies empregadas inicialmente, o modelo de restauração adotado, as condições prévias da área, a existência de fontes de propágulos e dispersores nas proximidades, e a presença de fatores de impacto. Melo & Durigan (2007) verificaram o aumento de espécies pela regeneração natural a partir do quinto ano, com 70% das espécies de floresta madura no décimo quinto, sendo esta a idade aproximada em que os plantios se assemelham estruturalmente às florestas maduras. Já Souza & Batista (2004), analisando plantios de 5, 9 e 10 anos, implantados segundo diferentes modelos de restauração, não verificaram influência dessas variáveis (idade e modelos empregados) na estrutura e dinâmica da vegetação na fase estudada, sugerindo que a dispersão inadequada poderia estar limitando o enriquecimento de espécies pela regeneração natural. Os autores atentam para a existência de alguns fatores que podem colocar em risco a sustentabilidade dos plantios a longo prazo, como o predomínio de espécies pioneiras no sub-bosque, a presença de gramíneas invasoras persistentes, o número reduzido de indivíduos oriundos de fontes externas e o isolamento das áreas em restauração, em relação a remanescentes nativos.

Quanto aos plantios aqui estudados, os resultados do monitoramento por meio da avaliação da cobertura de copas e da observação de outras características dos plantios, permitiram um diagnóstico inicial do desenvolvimento dessas áreas em restauração, com idades entre dois e quatro anos. Esses dados são importantes para o reconhecimento das variações existentes nos diferentes plantios da microbacia e de suas causas prováveis, além dos resultados do manejo empregado pelos proprietários, que o fazem com recursos próprios e aderiram voluntariamente ao Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - PEMBH.

Embora ainda não existam evidências da ocorrência de regeneração natural nessas áreas, este acompanhamento permitiu identificar áreas mais problemáticas, onde o estabelecimento e a sobrevivência dos indivíduos plantados parecem prejudicados, e áreas onde a floresta em restauração apresentou melhor desenvolvimento estrutural. Com base nessas informações, medidas de condução, manejo e replantio poderão ser indicadas para cada local, aumentando as chances de desenvolvimento estrutural e as possibilidades da regeneração natural futura nessas comunidades. Esses dados também podem contribuir para ampliar a compreensão científica acerca da evolução estrutural de florestas plantadas, cujas informações são escassas na literatura. Além disso, a sistematização e documentação de dados resultantes desses plantios de restauração certamente subsidiarão reavaliações periódicas das mesmas comunidades, possibilitando comparações e inferências a respeito de suas variações temporais.

Na região deste estudo, os plantios de restauração de matas ciliares realizados por meio do PEMBH são uma iniciativa muito importante para a conservação da biodiversidade. Considerando a) o contexto histórico de devastação das florestas nativas; b) o predomínio atual de monocultura canavieira, e c) e a existência de poucos e pequenos remanescentes florestais, sendo a maioria representados por faixas muito estreitas ao longo dos cursos d'água, a perspectiva da restauração de matas ciliares e da formação de corredores ecológicos ao longo da microbacia significa um avanço na conscientização sobre a necessidade da manutenção dos recursos hídricos e da conservação da fauna e da flora regionais remanescentes.

## 4 CONCLUSÕES

O diagnóstico produzido por este estudo permitiu verificar que houve sobrevivência das árvores plantadas nas áreas em restauração. No entanto, as diferentes áreas apresentaram estimativas de cobertura de copas que variaram de cerca de 3% até a quase totalidade do terreno, indicando grandes variações no desenvolvimento estrutural da vegetação, de acordo com particularidades ambientais, dificuldades de manutenção e idade dos plantios.

Evidências de regeneração natural não foram verificadas em nenhuma das áreas. Apesar das práticas de manutenção terem sido efetuadas algumas vezes ao ano, a perda estimada das mudas empregadas nos plantios pode chegar a 30%, em consequência da mortalidade por matocompetição e ataque de formigas, conforme relatos dos proprietários das áreas. Assim, embora os plantios tenham sobrevivido e apresentado variações quanto ao desenvolvimento da vegetação, medidas de manutenção e/ou replantio são indicadas na maioria das áreas monitoradas por este estudo.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica à primeira autora por meio do PIBIC/IF; a Antônio Carlos Galvão de Melo pelo auxílio durante o planejamento da pesquisa; a Giselda Durigan, Vânia Pivello e Omar Yasbek Bitar pela revisão do manuscrito e sugestões; a Fernando Santiago pelo auxílio com o abstract; aos proprietários das áreas em estudo pelas informações prestadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade.** 2004. 250 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_.; *et al.* **Adequação ambiental de propriedades rurais, recuperação de áreas degradadas, restauração de matas ciliares.** Piracicaba: Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ/USP, 2006. 66 p. (Apostila Técnica).

IGNÁCIO, E. D.; ATTANASIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP.

CANFIELD, R. H. Application of the line interception method in sampling range vegetation. **Journal of Forestry**, Washington, D.C., v. 39, p. 388-394, 1941.

CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO, D. V.; CAMPOS, J. B. **Florestas**: sistemas de recuperação com essências nativas. Campinas: CATI, 1993. 60 p.

JOLY, C. A. *et al.* Projeto Jacaré-Pepira: o desenvolvimento de um modelo de recomposição de mata ciliar com base na florística regional. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 271-287.

GUILHERME, F. A. G. Efeitos da cobertura do dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília, DF. **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 60-66, 2000.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 2nd ed. London: Butterworths, 1983. 256 p.

HOWE, H. F. Seed dispersal by fruiting-eating birds and mammals. In: MURRAY, D. R. (Ed.). **Seed dispersal**. New York: Academic Press, 1986. p. 123-183.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio Esalq/USP e Cesp. In: GALVÃO, A. P.; PORFÍRIO DA SILVA, V. (Ed.). **Restauração florestal**: fundamentos e estudo de casos. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 139 p.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y. *et al.* (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 29-46.

LIMA, W. P. Função hidrológica das matas ciliares. In: BARBOSA, L. M. (Coord.). SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 25-42.

\_\_\_\_\_. ZAKIA, M. J. B. Hidrologia das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 33-44.

MANTOVANI, W. Recuperação e monitoramento de ecossistemas: escalas de abordagem. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998, v. 5, n. 4, p. 228-294. (**Publicações ACIESP**, São Paulo, n. 104, 1998).

MELO, A. C. G., MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 228-294, 2007.

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

OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas**: uma proposta metodológica. Lavras: Departamento de Ciências Florestais: Universidade Federal de Lavras, 1994. p. 64-72.

PULITANO, F. M.; DURIGAN, G.; DIAS, L. E. A mata ciliar da Fazenda Cananéia: estrutura e composição florística em dois setores com idades diferentes. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 419-445.

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

\_\_\_\_\_. LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. 320 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Informativo**: Projeto de Recuperação de Matas Ciliares. São Paulo, 1995.

IGNÁCIO, E. D.; ATTANASIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP.

SILVEIRA, E. R.; DURIGAN, G. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos 10 anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. In: VILAS BÔAS, O., DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. Páginas & Letras, São Paulo, 2004. p. 347-370.

SOUZA, M. F.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 191, p. 185-200, 2004.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, n. 59, n. 2, p. 239-250, 1999.

TONIATO, M. T. Z.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Variations in tree community composition and structure in a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil related to different human disturbance histories. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 198, p. 319-339, 2004.

# FLORA VASCULAR DO PARQUE ESTADUAL XIXOVÁ-JAPUÍ SETOR PARANAPUÃ, SÃO VICENTE, BAIXADA SANTISTA, SP\*

Claudio de MOURA\*\*  
João Aurélio PASTORE\*\*  
Geraldo Antônio Daher Corrêa FRANCO\*\*

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo levantar a composição florística das espécies vasculares do Setor Paranapuã do Parque Estadual Xixová-Japuí, considerado um dos mais bem preservados fragmentos de Mata Atlântica da Baixada Santista, englobando uma série de ambientes como florestas de encosta, vegetação de restinga, costões rochosos e praias arenosas, em uma região com alta especulação imobiliária. Foram levantadas 13 espécies de pteridófitas e 312 de fanerógamas, distribuídas em 85 famílias e 220 gêneros, havendo o predomínio do porte arbóreo, com 175 espécies, das quais 112 são árvores. As espécies *Erythroxylum catharinense* Amaral e *Beilschmiedia fluminensis* Kosterm são citadas pela primeira vez para o Estado de São Paulo. Das espécies levantadas na área nove estão ameaçadas de extinção (*Euterpe edulis*, *Tabebuia cassinoides*, *Protium kleinii*, *Swartzia flaemingii*, *Lobelia anceps*, *Ocotea odorifera*, *Hibiscus bifurcatus*, *Brosimum glaziovii* e *Pharus latifolius*).

Palavras-chave: composição florística; vegetação vascular; Mata Atlântica; Parque Estadual Xixová-Japuí; Baixada Santista

## 1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica “sensu stricto” estende-se desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul e no Sudeste é praticamente contínua exceto na região entre Vitória (ES) e Campos (RJ), onde é substituída por uma formação florestal semidecídua (Giulietti, 1992).

## ABSTRACT

The aim of this study was to survey the floristic composition of vascular species of Xixová-Japuí State Park, Paranapuã Section, that is seen as one of the most well-preserved fragment of Santos Lowland Atlantic Forest, encompassing a range of environments as forests of slope, restinga vegetation, rocky shores and sandy beaches, in a region with high level of property speculation. Thirteen pteridophytes and 312 fanerogamic species were surveyed; they are distributed in 85 families and 220 genera, with a predominance of the trees and treelets with 175 species of which 112 are trees. *Erythroxylum catharinense* Amaral and *Beilschmiedia fluminensis* Kosterm are cited for the first time for São Paulo State. Among the surveyed species nine are threatened: *Euterpe edulis*, *Tabebuia cassinoides*, *Protium kleinii*, *Swartzia flaemingii*, *Lobelia anceps*, *Ocotea odorifera*, *Hibiscus bifurcatus*, *Brosimum glaziovii* and *Pharus latifolius*.

Key words: floristic composition; vascular vegetation; Atlantic Forest; Xixová-Japuí State Park; Santos Lowland.

Tem sido apontada por especialistas como uma das florestas mais ameaçadas de extinção do planeta (Lino, 1992). Essa situação, segundo São Paulo (1996), é decorrente de intensa atividade agropastoril e industrial, associada à expansão das cidades, que reduziram sua área original a menos de 8%.

(\*) Aceito para publicação em dezembro de 2007.

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

Os ecossistemas costeiros, por sua distribuição ao longo do litoral, têm estado sujeitos à degradação, tanto pelo adensamento populacional ao longo da costa marítima, como pela extração de recursos minerais, transposição das serras para alcançar os planaltos interiores ou, mais recentemente, pela instalação de complexos industriais (Mantovani, 1993). Esses ecossistemas apresentam inter-relações complexas estabelecidas principalmente pela rede hidrográfica que drena as serras, com características estruturais e funcionais que os colocam entre os ecossistemas brasileiros mais frágeis (Mantovani, 1992).

Em função da destruição do “habitat” e do número e concentração de espécies endêmicas por área, a Mata Atlântica Brasileira foi considerada como uma das oito áreas mais importantes do planeta para conservação da biodiversidade (Myers *et al.*, 2000).

Embora represente o maior e o mais diversificado ecossistema florestal remanescente do Sudeste do Brasil, a Floresta Atlântica ainda é pouco conhecida sob o ponto de vista florístico (Leitão Filho *et al.*, 1993).

Ivanauskas *et al.* (2000) observaram que no Estado de São Paulo o Planalto Atlântico foi melhor estudado sob os pontos de vista florístico e fitossociológico, principalmente quando comparado à Província Costeira.

Surpreendentemente, as florestas da região amazônica brasileira apresentam maior volume de informações que as florestas costeiras, em que pese à proximidade destas ao maior número de centros de pesquisa do País (Silva, 1980).

A região da Baixada Santista foi considerada em Brasil (2000) como de extrema importância biológica, sendo definida como uma das áreas prioritárias para a conservação da flora e da biodiversidade da Mata Atlântica.

A diversidade florística da Mata Atlântica equipara-se a algumas localidades cobertas por Matas de Terra Firme da Amazônia, chegando a ultrapassá-las em determinados locais (Silva, 1980).

A importância biológica de alguns trechos da floresta atlântica parece estar relacionada aos níveis de endemismo e não à riqueza total de espécies em diferentes escalas, já que aquela floresta apresenta menor riqueza comparativamente às outras florestas neotropicais conhecidas (Tabarelli & Mantovani, 1999).

Segundo Gomes da Silva & Mamede (2001), grande parte dos trabalhos sobre composição florística e estrutura da Mata Atlântica no Estado de São Paulo muitas vezes referem-se exclusivamente ao estrato arbóreo.

Mamede *et al.* (2001) ressaltam que os levantamentos quantitativos, em geral, não incluem as lianas, arbustos e epífitas, que são componentes geralmente bem representados na Mata Atlântica.

Estudos que abrangem estratos não arbóreos são fundamentais para se conhecer integralmente a diversidade vegetal da Mata Atlântica, onde ervas, lianas, epífitas, hemiepífitas e parasitas são responsáveis por cerca de 50% da riqueza total encontrada (Ivanauskas *et al.*, 2001).

No Brasil, os estudos das plantas herbáceas e arbustivas em ambientes florestais ainda são escassos (Müller & Waechter, 2001), quando comparados a estudos sobre a vegetação de porte arbóreo, porém, no Estado de São Paulo diversos levantamentos de floras completas e herbáceo-arbustivos foram realizados nas últimas décadas, tais como Andrade & Lamberti (1965); Custódio Filho (1989); Barros *et al.* (1991); Mantovani *et al.* (1990); Ivanauskas (1997); Mamede *et al.* (2001); Zipparro *et al.* (2005) e Groppo & Pirani (2005).

Apesar do Parque Estadual Xixová-Japuí localizar-se a cerca de 100 quilômetros de alguns dos maiores centros de pesquisa do Estado de São Paulo (USP, UNESP, UNICAMP e IBt), nenhum levantamento florístico de caráter geral foi realizado, sendo conhecido, até o momento, apenas o levantamento de Leguminosas efetuado por Santos (2001), o que evidencia a carência de informações sobre a composição da vegetação daquela Unidade. Dessa maneira, o presente trabalho teve por objetivo de levantar os componentes herbáceo, epifítico, arbustivo e arbóreo, incluindo as lianas, visando caracterizar floristicamente a vegetação existente no Setor Paranapuã do Parque Estadual Xixová-Japuí, ampliando o conhecimento sobre a Mata Atlântica na região da Baixada Santista. Pretendeu, igualmente, fornecer subsídios para a revisão de seu Plano de Manejo, contribuindo desta maneira para a conservação do patrimônio ambiental da unidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O Parque Estadual Xixová-Japuí, criado através do Decreto Estadual nº 37.536, de 27 de setembro de 1993, localiza-se entre as coordenadas geográficas 23° 58' 37" e 24° 02' 06" S e 46° 22' 19" e 46° 24' 42" W, e possui uma área de 901 ha, sendo 600 ha em terra e o restante em faixa marítima, abrangendo territórios dos municípios de Praia Grande e São Vicente, sendo considerado um dos mais bem preservados fragmentos de Mata Atlântica da Baixada Santista. Engloba uma série de ecossistemas como matas de encostas, restingas, costões rochosos e praias arenosas, que, juntos promovem a manutenção da biodiversidade, já que grande parte do litoral paulista se encontra descaracterizado ambientalmente pela urbanização (São Paulo, 1997).

O relevo predominante na Baixada Santista é composto por planícies marinhas, flúvio-marinhas e morros isolados, que constituem os pontos culminantes de um maciço rochoso datado do pré-cambriano, cercado pela planície litorânea formada por sedimentos quaternários, sendo a origem desta paisagem vinculada a três grandes eventos geológicos: 1) às seqüências litológicas cristalinas pré-cambrianas e cambrio-ordovicianas, que embasam sua gênese; 2) às reativações dos processos tectônicos no Cretáceo-Terciário, que isolaram o maciço do conjunto da Serra do Mar, e 3) às oscilações do nível do mar que se verificaram no período Quaternário, responsáveis pela sedimentação marinha e flúvio-marinha presentes na atualidade. Essas várias transgressões marinhas indicam que a área da Unidade, provavelmente, formava uma ilha há milhares de anos (Mendes *et al.*, 1994).

O gradiente altitudinal do Parque varia do nível do mar até 293 m no topo do Morro do Xixová (São Paulo, 1997).

Segundo a classificação de Köppen, a região onde a Unidade de Conservação se encontra inserida apresenta características de transição do Clima Tropical para o Subtropical úmido (Af), com temperatura média de aproximadamente 22 °C e índice de pluviosidade média anual de 2.350 mm (Mendes *et al.*, 1994).

Na região do Parque Estadual Xixová-Japuí encontra-se a associação de dois tipos de solos, do Latosol Vermelho-amarelo com o Litosolo substrato Granito-gnaiss (Queiroz-Neto & Küpper, 1965).

Em São Paulo (1997) foi realizada uma descrição genérica dos ecossistemas existentes na área do Parque Estadual Xixová-Japuí, onde a vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana e de Terras Baixas (Brasil, 1983) ou Mata Atlântica "sensu stricto", conforme Oliveira-Filho & Fontes (2000).

Na Fase 1 do Plano de Manejo da Unidade, com o objetivo de facilitar a gestão da mesma, foi estabelecida a separação em setores: Paranapuã, Curtume/Itaquitanduva, Xixová, Itaipu e Costão e Mar (São Paulo, 1997).

O Setor Paranapuã possui cerca de 160 ha, compreendendo os Morros da Prainha e Japuí no município de São Vicente (FIGURA 1), onde predomina a Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana e de Terras Baixas, córregos, costões rochosos, praia e vegetação de restinga.

O Parque Estadual Xixová-Japuí, além de proteger um remanescente florestal de importância significativa para manutenção de populações da fauna e flora no contexto da Baixada Santista, abriga importante patrimônio histórico-cultural, existindo indícios de que o Porto das Naus, situado no entorno imediato da Unidade de Conservação, teria sido o ponto onde se fixaram os primeiros colonizadores do Brasil (São Paulo, 1997).

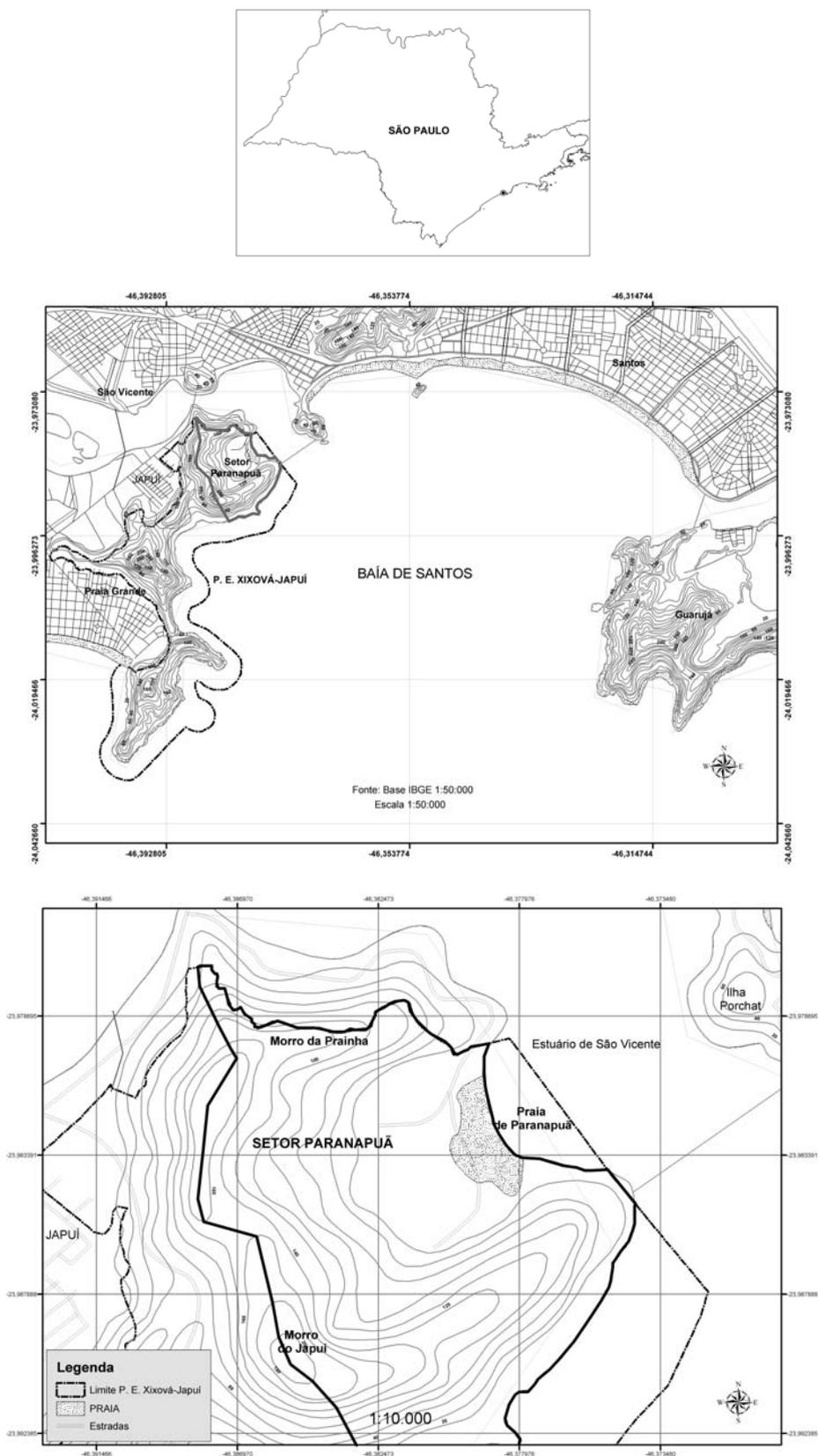


FIGURA 1 – Localização do Setor Paranapuã, Parque Estadual Xixová-Japuí, São Vicente, SP.

## 2.2 Estudo Florístico

O levantamento da composição florística foi realizado durante o período de dezembro/2000 a novembro/2003, por meio de expedições semanais para coleta de material botânico, em caminhadas direcionadas, realizadas ao longo das trilhas existentes na praia, vegetação de restinga e mata de encosta do Setor Paranapuã do Parque Estadual Xixová-Japuí. Foram coletadas amostras de plantas vasculares (pteridófitas e fanerógamas), pertencentes às diversas formas de vida, tais como: ervas, lianas, epífitas, arbustos e árvores, preferivelmente, sempre que férteis, sendo o material processado conforme Fidalgo & Bononi (1984). As palmeiras foram consideradas, de acordo com o seu porte, como arbustos e árvores. Algumas plantas que no decorrer do projeto não apresentaram indivíduos com fenofase reprodutiva tiveram seu material vegetativo coletado para posterior identificação. As espécies mais comuns foram somente registradas e incluídas na listagem de espécies da flora do Setor Paranapuã. A identificação foi realizada por meio de bibliografia especializada, por comparação com exsicatas depositadas em herbários e consulta a especialistas. Todo o material coletado está depositado no Herbário D. Bento Pickel (SPSF) do Instituto Florestal.

Para verificar a similaridade florística da vegetação do Parque Estadual Xixová-Japuí com a vegetação de outras áreas, os resultados obtidos neste trabalho foram comparados a outros realizados em Mata Atlântica “sensu stricto”, estudadas na região do Planalto Atlântico e da Província Costeira, utilizando-se o Índice de Similaridade de Jaccard (ISj) proposto por Mueller-Dombois & ElleMBERG (1974).

Para a obtenção do índice de similaridade florística foram consideradas somente as plantas identificadas ao nível de gênero e espécie, desconsiderando-se das análises as demais. Nos trabalhos de levantamento de flora (herbáceo, arbustivo, arbóreo, epífítico, escalante) realizou-se também, sempre que possível, a comparação da similaridade das árvores separadamente, visando verificar a similaridade do componente arbóreo.

No trabalho realizado por Leitão-Filho *et al.* (1993), no município de Cubatão, efetuou-se comparação somente com a área do rio Pilões, por ser a menos impactada pela poluição atmosférica.

As espécies de angiospermas foram listadas de acordo com a classificação das famílias reconhecidas pelo Angiosperm Phylogeny Group (Angiosperm Phylogeny Group – APG, 2003), e as pteridófitas foram classificadas conforme o sistema proposto por Moran (1995).

Para a conferência dos gêneros consultou-se o Angiosperm Phylogeny Website (<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html>). Os descritores foram citados conforme Brummitt & Powell (1992).

A verificação do grau de ameaça das espécies levantadas foi realizada por meio de comparação com a Lista da Flora Ameaçada de Extinção do Estado de São Paulo (São Paulo, 2007) e com a Lista da Flora Ameaçada de Extinção com Ocorrência no Brasil (International Union for Conservation of Nature - IUCN, 2007).

A verificação da distribuição geográfica das espécies foi realizada a partir dos trabalhos de Amaral Jr. (1980), Siqueira (1994) e Mamede *et al.* (2004), bem como consulta a especialistas.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento florístico detectou a presença de 325 espécies, sendo 13 de Pteridófitas e 312 de Fanerógamas distribuídas por 220 gêneros e 85 famílias, das quais 314 indivíduos, ou 96,61%, foram determinados quanto ao gênero e espécie.

As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae (27), Rubiaceae (24), Myrtaceae (17), Solanaceae (16), Asteraceae e Euphorbiaceae (10 cada), Lauraceae (9), Bignoniaceae e Poaceae (8 cada), Malvaceae, Melastomataceae, Moraceae e Piperaceae (7 cada), Araceae, Malpighiaceae e Myrsinaceae (6 cada), Araceae, Sapindaceae e Rutaceae (5 cada), que somadas representam 58,46% das espécies amostradas (FIGURA 2).

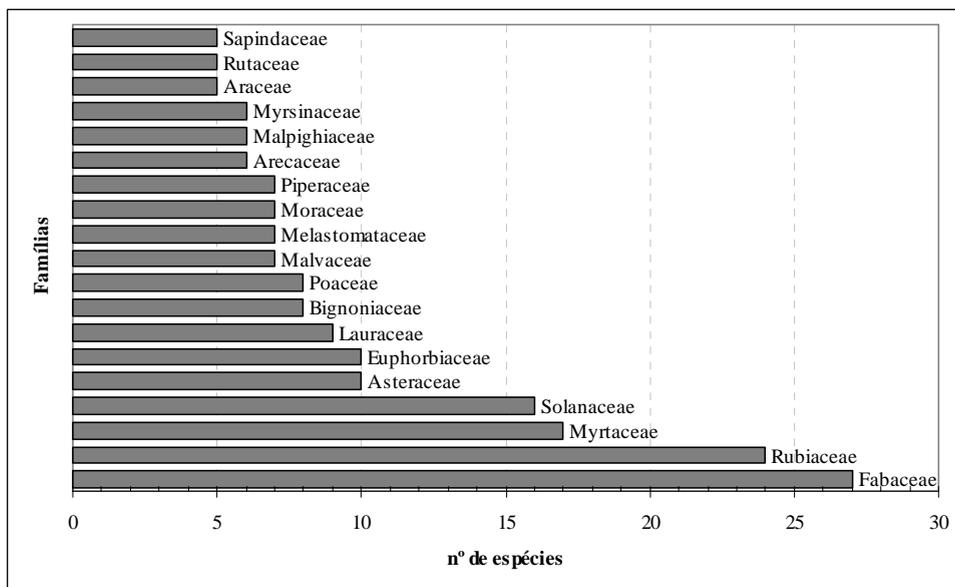


FIGURA 2 – Famílias com maior riqueza de espécies do Setor Paranapuã, Parque Estadual Xixová-Japuí, São Vicente, SP.

O número de espécies verificadas em cada forma de vida estudada foi: 34 arbustos, 112 árvores, 63 arvoretas, 16 epífitas, 54 ervas, 2 fetos arborescentes, 2 hemiparasitas e 42 lianas (FIGURA 3). Ou seja, existe o predomínio do porte arbóreo, correspondendo a 53,84% das espécies levantadas,

seguido das ervas (16,62%), lianas (12,92%), arbustos (10,46%), epífitas (4,92%), fetos arborescentes e hemiparasitas com 0,62% cada.

A lista das espécies, bem como seus hábitos e as famílias que representam são apresentados na TABELA 1.

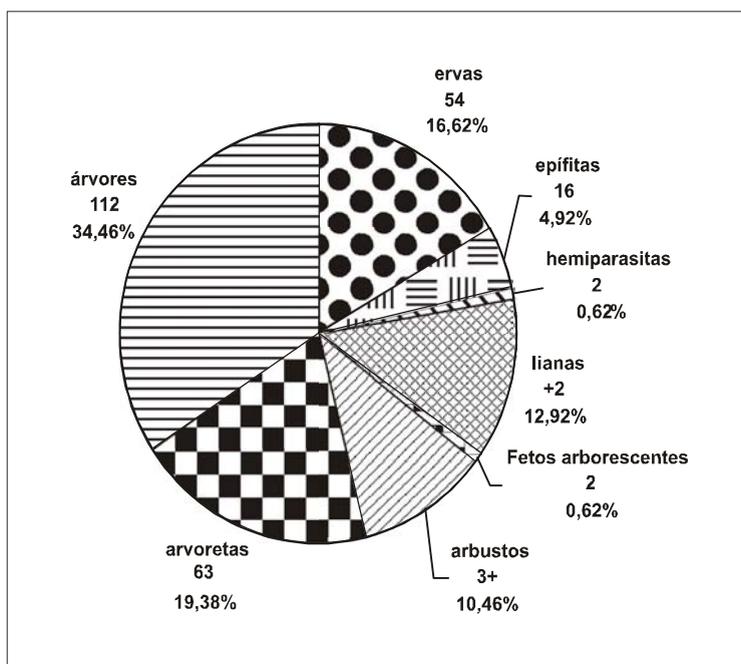


FIGURA 3 – Distribuição numérica e percentual das formas de vida levantadas no Setor Paranapuã, Parque Estadual Xixová-Japuí, São Vicente, SP.

MOURA, C. de; PASTORE, J. A.; FRANCO, G. A. D. C. Flora vascular do Parque Estadual Xixová-Japuí, Setor Paranapuã, São Vicente, Baixada Santista, SP.

TABELA 1 – Lista de espécies levantadas no Parque Estadual Xixová-Japuí, seus respectivos hábitos e famílias que representam.

Família	Espécie	Hábito
PTERIDOPHYTA		
BLECHNACEAE	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	Erva
CYATHEACEAE	<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin	Feto arbor.
	<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	Feto arbor.
PTERIDACEAE	<i>Adiantum diogoanum</i> Glaziou ex Baker	Erva
	<i>Adiantum latifolium</i> Lam.	Erva
	<i>Adiantum pentadactylon</i> Langsd. & Fisch.	Erva
SCHIZAEACEAE	<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	Erva
	<i>Lygodium volubile</i> Sw.	Liana
TECTARIACEAE	<i>Tectaria incisa</i> Cav.	Erva
	<i>Tectaria pilosa</i> (Fee) R. C. Moran	Erva
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris monosora</i> (C. Presl.) Salino	Erva
POLYPODIACEAE	<i>Microgramma geminata</i> (Schrad.) R.M.Tryon & A.F.Tryon	Epífita
	<i>Pleopeltis angusta</i> Willd.	Epífita
EUDICOTILEDÔNEAS		
ACANTHACEAE	<i>Aphelandra prismatica</i> (Vell.) Hiern.	Erva
	<i>Avicennia schaueriana</i> Stapf & Leechman	Árvore
	<i>Ruellia solitaria</i> Vell.	Erva
ALSTROEMERACEAE	<i>Bomarea edulis</i> Herb.	Epífita
AMARANTHACEAE	<i>Blutaparon portulacoides</i> (A. St.-Hil.) Mears	Erva
	<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	Liana
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Arvoreta
	<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	Árvore
ANNONACEAE	<i>Guatteria hilariana</i> Schlttdl.	Árvore
	<i>Rollinia sericea</i> R. E. Fries	Árvore
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Árvore
	<i>Xylopia langsdorffiana</i> A.St.-Hil. & Tul.	Árvore
APIACEAE	<i>Hydrocotyle umbellata</i> L.	Erva
APOCYNACEAE	<i>Malouetia arborea</i> (Vell.) Miers	Árvore
	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	Árvore
	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Árvore
ARALIACEAE	<i>Dendropanax exilis</i> (Toledo) S.L.Jung	Arbusto
	<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	Árvore

continua

## continuação – TABELA 1

Família	Espécie	Hábito
<b>EUDICOTILEDÔNEAS</b>		
ASTERACEAE	<i>Crepis japonica</i> (L.) Benth.	Erva
	<i>Mikania laevigata</i> Sch.Bip. ex Baker	Liana
	<i>Mikania lundiana</i> DC.	Liana
	<i>Mikania paniculata</i> DC.	Liana
	<i>Mikania triangularis</i> Baker	Liana
	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	Árvore
	<i>Vernonia diffusa</i> Less.	Árvore
	<i>Vernonia puberula</i> Less.	Árvore
	<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	Erva
	<i>Wedelia paludosa</i> DC.	Erva
BEGONIACEAE	<i>Begonia cucullata</i> Willd.	Erva
	<i>Begonia fischeri</i> Schrank	Erva
	<i>Begonia nuda</i> Irmsch.	Erva
	<i>Begonia radicans</i> Vell.	Liana
BIGNONIACEAE	<i>Anemopaegma chamberlaynii</i> (Sims) Bur. & K.Schum.	Liana
	<i>Arrabidaea chica</i> (H.B.) Verlot	Liana
	<i>Arrabidaea selloi</i> (Spreng.) Sandw.	Liana
	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	Arvoreta
	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Arvoreta
	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A. Gentry	Liana
	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	Árvore
<i>Tabebuia</i> cf. <i>serratifolia</i> (Vahl) Nicholson	Árvore	
BORAGINACEAE	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schultz	Arbusto
	<i>Tournefortia bicolor</i> Sw.	Arbusto
BURSERACEAE	<i>Protium kleinii</i> Cuatrec.	Árvore
CACTACEAE	<i>Cereus fernambucensis</i> Lem.	Arbusto
	<i>Lepismium houlettianum</i> (Lem.) Barthlott	Epífita
	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S.Muell.) Stearn.	Epífita
CAMPANULACEAE	<i>Isotoma longiflora</i> (Wild.) Presl.	Erva
	<i>Lobelia anceps</i> L f.	Erva
CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arvoreta
CELASTRACEAE	<i>Maytenus litoralis</i> Okano	Arvoreta
	<i>Maytenus robusta</i> Reissek	Arvoreta
	<i>Maytenus schumanniana</i> Loes.	Arvoreta
	<i>Salacia elliptica</i> (Mart.) G. Don	Arvoreta
CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania hoehnei</i> Pilger	Arvoreta
	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	Árvore

continua

## continuação – TABELA 1

Família	Espécie	Hábito
<b>EUDICOTILEDÔNEAS</b>		
CLETHRACEAE	<i>Clethra scabra</i> Pers.	Árvore
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Árvore
	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) D. Zappi	Árvore
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea alba</i> L.	Liana
	<i>Ipomoea cairica</i> L. Sweet.	Liana
	<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.	Liana
	<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy	Liana
CUCURBITACEAE	<i>Melothrianthus smilacifolius</i> (Cogn.) Mart.Crov.	Liana
	<i>Momordica charantia</i> L.	Liana
DILLENIACEAE	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Liana
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea</i> sp.	Árvore
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum catharinense</i> Amaral	Arvoreta
	<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	Árvore
EUPHORBIACEAE	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Árvore
	<i>Actinostemon verticillatus</i> (Klotzsch.) Baill.	Árvore
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Árvore
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Árvore
	<i>Dalecahmpia convolvuloides</i> Lam.	Liana
	<i>Mabea brasiliensis</i> Müll.Arg.	Árvore
	<i>Mabea piriri</i> Aublet	Árvore
	<i>Pausandra morisiana</i> (Casar.) Radlk.	Árvore
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	Árvore
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	Árvore
FABACEAE	<i>Abarema lusoria</i> (Vell.) Barneby & Grimes	Árvore
	<i>Bauhinia</i> sp.	Liana
	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	Liana
	<i>Dahlstedtia pinnata</i> (Benth.) Malme	Arvoreta
	<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	Arbusto
	<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	Erva
	<i>Desmodium purpureum</i> (Mill.) Fawc. & Send.	Liana
	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Arvoreta
	<i>Inga marginata</i> Willd.	Arvoreta
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Árvore
	<i>Lonchocarpus subglauscenscens</i> Mart. ex Benth.	Árvore
	<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	Arvoreta
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Arbusto
<i>Mimosa pudica</i> L.	Arbusto	
<i>Mucuna altissima</i> DC.	Liana	

continua

## continuação – TABELA 1

Família	Espécie	Hábito
<b>EUDICOTILEDÔNEAS</b>		
FABACEAE	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbride	Árvore
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blacke	Árvore
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin & Barneby	Arbusto
	<i>Senna pendula</i> (Willd.) Irwin & Barneby	Árvore
	<i>Sophora tomentosa</i> L.	Arbusto
	<i>Swartzia acutifolia</i> Vog.	Arvoreta
	<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	Árvore
	<i>Tachigali multijuga</i> Benth.	Arvoreta
	<i>Vigna caracalla</i> (L.) Verd.	Erva
	<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.	Liana
	<i>Zollernia ilicifolia</i> Vog.	Arvoreta
	<i>Zollernia</i> sp.	Arbusto
GESNERIACEAE	<i>Codonanthe gracilis</i> (Mart.) Haust.	Epífita
LACISTEMATAACEAE	<i>Lacistema lucidum</i> Snizlein	Árvore
LAURACEAE	<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.	Árvore
	<i>Cryptocarya moschata</i> Nees	Árvore
	<i>Licaria armeniaca</i> (Nees) Kosterm.	Árvore
	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Árvore
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	Árvore
	<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	Árvore
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Árvore
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	Árvore
<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	Árvore	
LECYTHIDACEAE	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Árvore
LORANTHACEAE	<i>Phoradendron piperoides</i> (H.B.K.) Trel.	Hemiparasita
	<i>Struthanthus vulgaris</i> Mart.	Hemiparasita
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia fluminensis</i> Griseb.	Arvoreta
	<i>Heteropterys aceroides</i> Griseb.	Liana
	<i>Heteropterys bicolor</i> A. Juss.	Liana
	<i>Heteropterys chrysophylla</i> (Lam.) Kunth	Arbusto
	<i>Stigmaphyllon arenicola</i> C. Anderson	Liana
	<i>Stigmaphyllon ciliatum</i> (Lam.) A. Juss.	Liana
MALVACEAE	<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell.) A. Robyns	Árvore
	<i>Hibiscus bifurcatus</i> Cav.	Arbusto
	<i>Hibiscus pernambucensis</i> Arruda	Arbusto
	<i>Pavonia nemoralis</i> A.St.-Hil. & Naud.	Arbusto
	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Árvore
	<i>Quararibea turbinata</i> Poir.	Arvoreta
	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	Arbusto

continua

## continuação – TABELA 1

Família	Espécie	Hábito
<b>EUDICOTILEDÔNEAS</b>		
MELASTOMATACEAE	<i>Leandra dasytricha</i> (A.Gray) Cogn.	Árvoreta
	<i>Leandra reversa</i> DC.	Árvoreta
	<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	Árvore
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	Árvore
	<i>Salpinga margaritacea</i> Triana	Erva
	<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	Arbusto
	<i>Tibouchina pulchra</i> (Cham.) Cogn.	Árvore
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. ssp. <i>canjerana</i>	Árvore
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl subsp. <i>tuberculata</i> (Vell.) Penn.	Árvore
	<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	Árvore
MENISPERMACEAE	<i>Abuta selloana</i> Eichler	Liana
	<i>Cissampelos andromorpha</i> DC.	Liana
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia</i> sp.	Árvoreta
	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perk.	Árvoreta
	<i>Siparuna brasiliensis</i> (Spreng.) A. DC.	Árvoreta
MORACEAE	<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	Árvore
	<i>Dorstenia hirta</i> Desv.	Erva
	<i>Ficus arpazusa</i> Casar.	Árvoreta
	<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D.Bouché.	Árvore
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Árvore
	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	Árvore
<i>Sorocea racemosa</i> Gaudich. subsp. <i>racemosa</i>	Arbusto	
MYRISTICACEAE	<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	Árvore
	<i>Virola gardnerii</i> (A. DC.) Warb.	Árvore
MYRSINACEAE	<i>Ardisia guyanensis</i> (Aublet) Mez	Árvoreta
	<i>Ardisia martiana</i> Miq.	Árvoreta
	<i>Cybianthus densicomus</i> Mart.	Arbusto
	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Árvore
	<i>Rapanea guyanensis</i> Aublet	Árvore
	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	Árvore
MYRTACEAE	<i>Calyptranthes grandifolia</i> O. Berg.	Árvore
	<i>Calyptranthes lanceolata</i> O. Berg.	Árvoreta
	<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg.	Árvore
	<i>Eugenia florida</i> DC.	Árvore
	<i>Eugenia multicostata</i> Legrand	Árvore
	<i>Eugenia neolanceolata</i> Sobral	Árvore

continua

## continuação – TABELA 1

Família	Espécie	Hábito
<b>EUDICOTILEDÔNEAS</b>		
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i> sp.1	Árvore
	<i>Eugenia</i> sp.2	Árvore
	<i>Eugenia</i> sp.3	Árvore
	<i>Gomidesia spectabilis</i> (DC.) O. Berg.	Arvoreta
	<i>Marlierea</i> aff. <i>reizii</i> Legrand.	Arvoreta
	<i>Marlierea racemosa</i> (Vell.) Kiaersk.	Arvoreta
	<i>Marlierea tomentosa</i> Camb.	Arvoreta
	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Camb.) O. Berg.	Arvoreta
	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Árvore
	<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	Árvore
	<i>Myrcia</i> sp.	Arvoreta
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell	Arvoreta
	<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	Arbusto
	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A.Schmidt) Lundell	Arbusto
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Arvoreta
OCHNACEAE	<i>Ouratea</i> sp.	Arvoreta
	<i>Ouratea parviflora</i> (DC.) Baill.	Arvoreta
OLACACEAE	<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	Árvore
	<i>Tetrastilidium grandifolium</i> (Baill.) Sleumer	Árvore
PHYLLANTHACEAE	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão.	Árvore
	<i>Phyllanthus</i> cf. <i>roselus</i> Müll.Arg.	Erva
PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia ciliata</i> Mart.	Arvoreta
PIPERACEAE	<i>Peperomia corcovadensis</i> Gardner	Epífita
	<i>Piper aduncum</i> L.	Arvoreta
	<i>Piper arboreum</i> Aublet var. <i>hirtellum</i> Yuncker	Arvoreta
	<i>Piper cernuum</i> Vell.	Arvoreta
	<i>Piper mollicomum</i> Kunth	Erva
	<i>Piper setebarrense</i> E. F. Guim. & L. H. P. Costa	Arbusto
POLYGALACEAE	<i>Polygala laureola</i> A.St.-Hil.	Erva
	<i>Polygala paniculata</i> L.	Erva
	<i>Polygala spectabilis</i> DC.	Erva
	<i>Securidaca lanceolata</i> A. St.Hil & Moq.	Arvoreta
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba glaziovii</i> Lindau.	Árvore
PROTEACEAE	<i>Roupala montana</i> Aublet	Arvoreta
ROSACEAE	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urban	Árvore

continua

## continuação – TABELA 1

Família	Espécie	Hábito
<b>EUDICOTILEDÔNEAS</b>		
<b>RUBIACEAE</b>	<i>Alseis floribunda</i> Schott	Árvore
	<i>Bathysa</i> cf. <i>mendoncaei</i> K. Schum	Árvore
	<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Erva
	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Liana
	<i>Coccocypselum cordifolium</i> Nees & Mart.	Erva
	<i>Coccocypselum geophiloides</i> Wawra	Erva
	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Benth. & Hook.	Árvore
	<i>Coutarea hexandra</i> K.Schum.	Árvore
	<i>Emmeorrhiza umbellata</i> (Spreng.) K.Schum.	Liana
	<i>Faramea multiflora</i> var. <i>salicifolia</i> (C.Presl.) Steyererm.	Arbusto
	<i>Faramea tetragona</i> Müll. Arg.	Árvore
	<i>Posoqueria acutifolia</i> Mart.	Arvoreta
	<i>Psychotria birotula</i> L. B. Sm. & Downs	Arbusto
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Árvore
	<i>Psychotria deflexa</i> DC.	Arbusto
	<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham & Schlecht.	Arvoreta
	<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schlecht.) Wawra	Arvoreta
	<i>Psychotria pubigera</i> Schlecht.	Arvoreta
	<i>Psychotria umbellata</i> Vell.	Arbusto
	<i>Rudgea coriacea</i> (Spreng.) K.Schum.	Arvoreta
	<i>Rudgea heurckii</i> Müll. Arg.	Arvoreta
	<i>Rudgea recurva</i> Müll. Arg.	Árvore
	<i>Rustia formosa</i> (Cham. & Schltld. ex DC.) Klotzsch	Árvore
	<i>Tocoyena bullata</i> (Vell.) Mart.	Árvore
<b>RUTACEAE</b>	<i>Conchocarpus fontanesianus</i> (A.St.-Hil.) Kallunki & Pirani	Arvoreta
	<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Arvoreta
	<i>Metrodorea nigra</i> A.St.-Hil.	Árvore
	<i>Pilocarpus spicatus</i> A. St.-Hil.	Arvoreta
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Árvore
<b>SALICACEAE</b>	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Árvore
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Arvoreta
<b>SAPINDACEAE</b>	<i>Allophylus petiolulatus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	Arvoreta
	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Árvore
	<i>Matayba guianensis</i> Aublet	Árvore
	<i>Paullinia trigonia</i> Vell.	Liana
	<i>Serjania communis</i> Camb.	Liana
<b>SAPOTACEAE</b>	<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	Arvoreta
	<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	Árvore
	<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	Árvore

continua

## continuação – TABELA 1

Família	Espécie	Hábito
<b>EUDICOTILEDÔNEAS</b>		
SOLANACEAE	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schldtl.	Árvoreta
	<i>Capsicum flexuosum</i> Sendtn.	Árvoreta
	<i>Capsicum lucidum</i> (Morici.) Kuntze	Árvoreta
	<i>Cestrum amictum</i> Schldtl.	Árvore
	<i>Cestrum cf. sessiliflorum</i> Schott ex Sendt.	Árvoreta
	<i>Cestrum intermedium</i> Sendt.	Árvoreta
	<i>Dysochroma viridiflora</i> Miers.	Árvoreta
	<i>Sessea brasiliensis</i> Toledo	Árvoreta
	<i>Solanum adpersum</i> Witasek	Árvoreta
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Árvoreta
	<i>Solanum cernuum</i> Vell.	Árvoreta
	<i>Solanum diploconos</i> (Mart.) Bohs	Árvoreta
	<i>Solanum martii</i> Sendt.	Árvore
	<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	Árvoreta
	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Árvoreta
<i>Solanum wacketii</i> Witasek.	Árvoreta	
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos variabilis</i> Mart. ex Miq.	Árvore
TYPHACEAE	<i>Typha dominguensis</i> Pers.	Erva
URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	Árvoreta
	<i>Cecropia glazioui</i> Sneathlaga	Árvore
	<i>Urera mitis</i> Miq.	Árvoreta
VERBENACEAE	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Árvore
	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Árvore
	<i>Lantana undulata</i> Schranck	Árvoreta
VIOLACEAE	<i>Amphirrhox longifolia</i> Spreng.	Árvore
VITACEAE	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicols. & Jarvir	Liana
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia acuminata</i> Bong.	Árvore
<b>MONOCOTILEDÔNEAS</b>		
ARACEAE	<i>Anthurium crassipes</i> Engl.	Epífita
	<i>Anthurium pentaphyllum</i> Aublet	Epífita
	<i>Anthurium scandens</i> (Aublet) Engler	Epífita
	<i>Monstera adansonii</i> Schott	Epífita
	<i>Philodendron propinquum</i> Schott	Epífita
ARECACEAE	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	Árvore
	<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret.	Árvore
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Árvore

continua

## continuação – TABELA 1

Família	Espécie	Hábito
<b>MONOCOTILEDÔNEAS</b>		
ARECACEAE	<i>Geonoma gamiova</i> Barb. Rodr.	Arbusto
	<i>Syagrus pseudococus</i> (Raddi) Glassman.	Árvore
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.	Árvore
BROMELIACEAE	<i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb.	Epífita
	<i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims	Epífita
	<i>Tillandsia usneoides</i> L.	Epífita
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i> sp.	Erva
	<i>Dichorisandra pubescens</i> Mart.	Erva
COSTACEAE	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	Erva
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i> cf. <i>agregatus</i> (Willd.) Endl.	Erva
	<i>Hupolytrum schraderianum</i> Nees	Erva
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea laxiflora</i> Mart.	Liana
	<i>Dioscorea monadelphica</i> (Kunth) Griseb	Liana
	<i>Dioscorea tauriglossum</i> R. Kunth	Liana
HELICONIACEAE	<i>Heliconia velloziana</i> L. Emygdio	Erva
HYPOXIDACEAE	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	Erva
MARANTACEAE	<i>Ctenanthe lanceolata</i> O. G. Peters	Erva
	<i>Maranta divaricata</i> Roscoe	Erva
ORCHIDACEAE	<i>Epidendrum fulgens</i> Brongn.	Erva
	<i>Erythrodes nobilis</i> (Rchbf.) Pabst	Erva
	<i>Oncidium flexuosum</i> Sims.	Epífita
	<i>Sarcoglottis</i> sp.	Erva
POACEAE	<i>Olyra glaberrima</i> Raddi	Erva
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) Beauv. ssp. <i>setarius</i> (Lam.) Ekman	Erva
	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	Erva
	<i>Panicum stoloniferum</i> Poir.	Erva
	<i>Parodiolyra micrantha</i> (Kunth) Davidse & Zuloaga	Erva
	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	Erva
	<i>Pharus latifolius</i> L.	Erva
	<i>Sporolobus indicus</i> (L.) R. Br.	Erva
SMILACACEAE	<i>Smilax elastica</i> Griseb.	Liana
	<i>Smilax quinquenervia</i> Vell.	Liana
	<i>Smilax spicata</i> Vell.	Liana

As famílias com maior riqueza de espécies entre as árvores foram Myrtaceae (12), Rubiaceae (11), Lauraceae e Euphorbiaceae (9 cada), Fabaceae (7), Arecaceae (5), Annonaceae e Moraceae (4 cada). Myrtaceae, Rubiaceae, Fabaceae e Lauraceae têm-se destacado como as famílias mais ricas em espécies na maioria dos trabalhos realizados na Mata Atlântica “sensu stricto” no Estado de São Paulo. E entre as arvoretas as famílias mais ricas são Fabaceae e Solanaceae (7 cada), Rubiaceae (6), Myrtaceae (5) e Celastraceae (4).

Em relação aos arbustos as famílias com maior riqueza de espécies foram Solanaceae (7), Fabaceae (6), Malvaceae e Rubiaceae (4 cada), Boraginaceae e Nyctaginaceae (2 cada), Araliaceae, Arecaceae, Cactaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Moraceae, Myrsinaceae, Piperaceae, Verbenaceae, com uma espécie cada, famílias também destacadas por Tabarelli & Mantovani (1999) como as de maior riqueza de arbustos da floresta atlântica de encosta do Estado de São Paulo.

O componente herbáceo foi representado por 27 famílias, sendo as de maior riqueza de espécies Poaceae (8), Asteraceae, Begoniaceae, Orchidaceae, Polygalaceae, Pteridaceae, Rubiaceae (3 cada) e Acanthaceae, Campanulaceae, Commelinaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Marantaceae, Piperaceae, Tectariaceae (2 cada), que representam mais de 77% das espécies de ervas. De maneira geral as famílias foram representadas por um pequeno número de espécies, talvez em função de problemas de amostragem. Porém, Asteraceae e Poaceae, as famílias mais ricas entre as ervas do Parque Estadual Xixová-Japuí, foram citadas também por Ivanauskas (1997) e Groppo & Pirani (2005) como as de maior riqueza de espécies.

Dentre as epífitas, as famílias de maior riqueza foram Araceae (5), Bromeliaceae (3), Cactaceae e Polypodiaceae (2), Alstroemeriaceae, Gesneriaceae, Orchidaceae e Piperaceae (1 cada). Segundo Mantovani *et al.* (1990), nas formações florestais da encosta atlântica as famílias de epífitas que aparecem com maior número de indivíduos são Bromeliaceae e Araceae, porém, as que apresentam maior número espécies são Orchidaceae e Cactaceae. A família Orchidaceae tem sido citada como a de maior riqueza de espécies em vários trabalhos, tais como Barros *et al.* (1991), Dislich (1996), Ivanauskas (1997), Mamede *et al.* (2001).

No Parque Estadual Xixová-Japuí, tanto Bromeliaceae quanto Orchidaceae se apresentam com um baixo número de espécies, o que provavelmente está relacionado às dificuldades de amostragem, devido ao hábito epifítico comum nesta família, em associação à coleta, pela população, de exemplares mais vistosos para ornamentação, causando a diminuição de indivíduos representantes destas famílias na natureza.

Em relação às lianas, as famílias mais ricas são Fabaceae (5), Asteraceae, Bignoniaceae, Convolvulaceae e Malpighiaceae (4 cada), Dioscoreaceae e Smilacaceae (3 cada), corroborando com os dados obtidos por Kim (1996) no estudo sobre lianas da Mata Atlântica no Estado de São Paulo.

Assim como em outros estudos realizados na Mata Atlântica as espécies dos componentes não arbóreos, incluindo arbustos, representaram mais de 40% da flora local, conforme encontrado por Ivanauskas (1997) e Groppo & Pirani (2005).

A partir do trabalho realizado por Siqueira (1994), que analisou a ocorrência das espécies arbóreas da Mata Atlântica em 63 levantamentos realizados nas Regiões Nordeste, Sudeste e Sul, constatou-se que das 122 espécies comuns ao Parque Estadual Xixová-Japuí, 41,80% ocorrem apenas na Região Sudeste, 31,20% nas Regiões Sudeste–Sul, 14,75% são de distribuição ampla, ocorrendo nas três regiões indistintamente, 5,74% nas Regiões Nordeste–Sudeste, e 5,74% restritas apenas à Região Sul, não havendo nenhuma espécie disjunta em comum. Com base no estudo de distribuição geográfica realizado por Mamede *et al.* (2004), na área de estudo ocorrem tanto espécies endêmicas da porção sul–sudeste da costa brasileira, como *Xylopia langsdorffiana* (Annonaceae), *Begonia radicans* (Begoniaceae), *Parinari excelsa* (Chrysobalanaceae), *Ocotea dispersa*, *O. pulchella* (Lauraceae), *Cabrlea canjerana* ssp. *canjerana* (Meliaceae), *Calyptanthus grandifolia*, *Eugenia excelsa*, *Marlierea reitzii*, *Myrcia pubipetala* (Myrtaceae), *Pouteria venosa* (Sapotaceae), quanto espécies com distribuição muito restrita na costa leste do Brasil, endêmicas regionalmente, tais como *Begonia nuda* (SP) (Begoniaceae), *Lacistema lucidum* (SP, PR) (Lacistemataceae), *Psychotria birotula* (SP, SC, RS), *Rudgea heurckii* (MG, SP) (Rubiaceae).

As espécies *Erythroxylum catharinense* Amaral (Erythroxylaceae) e *Beilschmiedia fluminensis* Kosterm. (Lauraceae), encontradas na restinga e na mata de topo de morro do Setor Paranapuã, respectivamente, são citadas pela primeira vez para o Estado de São Paulo.

A eritroxilácea *Erythroxylum catharinense* Amaral, possui porte arbustivo de 2 a 3 metros de altura, popularmente conhecida como “cocão” e até o momento somente havia sido encontrada no Estado de Santa Catarina, na mata pluvial da encosta atlântica, com limitada, restrita e inexpressiva dispersão (Amaral Jr., 1980).

A laurácea *Beilschmiedia fluminensis* Kosterm é uma espécie arbórea emergente do dossel, que atinge os 20 metros de altura, popularmente chamada de “angelim doce”, cuja distribuição geográfica estava restrita ao Rio de Janeiro e Espírito Santo.

No Estado de São Paulo, foi detectada também no Parque Estadual de Ilhabela, município de mesmo nome (João Batista Baitello, comunicação pessoal).

Comparando a flora do Setor Paranapuã do Parque Estadual Xixová-Japuí, catalogada no presente trabalho, com as listas oficiais de espécies ameaçadas para o Estado de São Paulo (São Paulo, 2007), e para o Brasil (IUCN, 2007), constatou-se que 9 (nove) espécies encontram-se ameaçadas de extinção, sete em nível estadual e três em nível nacional, como o palmito *Euterpe edulis*, espécie considerada ameaçada tanto para São Paulo como para o Brasil. As espécies ameaçadas estão apresentadas na TABELA 2.

Apesar de *Erythroxylum catharinense* e *Beilschmiedia fluminensis* não constarem nas listas de espécies ameaçadas de extinção, por ser a primeira citação das espécies para o estado, podem ser consideradas como espécies ameaçadas no Estado de São Paulo.

TABELA 2 – Espécies da flora do Setor Paranapuã, Parque Estadual Xixová-Japuí ameaçadas de extinção.

Espécie	Família	Forma de Vida	Grau de ameaça
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	ARECACEAE	Árvore	Vulnerável – VU <sup>1</sup> /Em Perigo <sup>2</sup>
<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	BIGNONIACEAE	Árvore	Vulnerável – VU <sup>2</sup>
<i>Protium kleinii</i> Cuatrec.	BURSERACEAE	Árvore	Vulnerável – VU <sup>1</sup>
<i>Swartzia flamingii</i> Raddi	FABACEAE	Árvore	Presumivelmente Extinta – EX <sup>1</sup>
<i>Lobelia anceps</i> L. f.	CAMPANULACEAE	Erva	Vulnerável – VU <sup>1</sup>
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	LAURACEAE	Árvore	Vulnerável – VU <sup>2</sup>
<i>Hibiscus bifurcatus</i> Cav.	MALVACEAE	Arbusto	Em Perigo Crítico – CR <sup>1</sup>
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	MORACEAE	Árvore	Vulnerável – VU <sup>1</sup>
<i>Pharus latifolius</i> L.	POACEAE	Erva	Vulnerável – VU <sup>1</sup>

(1) São Paulo (São Paulo, 2007).

(2) Brasil (IUCN, 2007).

Embora o palmito juçara *Euterpe edulis* seja uma espécie de ampla distribuição na Mata Atlântica, encontrada desde o sul da Bahia ao Rio Grande do Sul (Mantovani, 1993; Carvalho, 1994; Mamede *et al.*, 2001), faça parte da paisagem peculiar desta floresta, e em alguns pontos represente mais de 20% dos indivíduos desta formação florestal (Barros *et al.*, 1991), no Parque Estadual Xixová-Japuí o *E. edulis* é uma espécie de difícil constatação, provavelmente, em função da intensa utilização

deste recurso principalmente como alimento, ao longo dos últimos 500 anos do início da ocupação territorial européia no Brasil, pois, a área de estudo se situa na região onde, no século XVI, foi fundada a Vila de São Vicente. Associado ao histórico do local deve-se destacar, também o processo de fragmentação e isolamento que o maciço florestal Xixová-Japuí tem sofrido, desde a primeira metade do século XX, em razão da urbanização das áreas do entorno.

De maneira geral, a flora do Parque Estadual Xixová-Japuí, quando comparada a outros estudos realizados na região da Mata Atlântica “sensu stricto”, mostra uma baixa similaridade florística, pois, de acordo com Mueller-Dombois & Elleberg (1974) uma área pode ser considerada similar floristicamente a outra a partir do Índice de Similaridade de Jaccard (ISj) igual a 25%, e os maiores índices encontrados foram 23,37% com os levantamentos realizados na Fazenda da Folha Larga (Urbanetz, 2005) e 22,69% no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (Melo, 2000), ambos no município de Cananéia, Litoral Sul do Estado de São Paulo, seguido de 20,66% no gradiente altitudinal do Núcleo Picinguaba do P. E. Serra do Mar (Lacerda, 2001), 19,93% também na planície e encosta do Núcleo Picinguaba (Pedroni, 2001), ambos no município de Ubatuba, Litoral Norte do estado, e 19,81% na Estação Ecológica Juréia-Itatins, na região do Rio Verde (Mantovani, 1993), no município de Iguape (TABELA 3).

Essa baixa similaridade florística pode ter sido influenciada por diversos fatores, dos quais se destacam: a) o grande número de espécies indeterminadas nos levantamentos consultados; b) diferentes métodos de amostragem de vegetação empregados nos trabalhos analisados (levantamentos florísticos, levantamentos fitossociológicos por meio de parcelas, quadrantes e relascopia); c) histórico de ocupação e utilização das áreas; d) variações climáticas, principalmente de temperatura e pluviosidade.

Porém, quando analisado separadamente apenas o componente arbóreo do Parque Estadual Xixová-Japuí com outros levantamentos, percebeu-se que as áreas estudadas no Litoral Sul-Vale do Ribeira se mostraram mais similares floristicamente do que as do Litoral Norte do Estado de São Paulo, apresentando os seguintes índices de similaridade: 27,90% para a Juréia (Mamede *et al.*, 2004) e 25,70% para a Fazenda da Folha Larga (Urbanetz, 2005). Outras duas áreas do Litoral Sul-Vale do Ribeira obtiveram índices muito próximos aos 25%: o Parque Estadual da Ilha do Cardoso estudado por Barros *et al.* (1991) 24,80%, e a área estudada em Pariquerá-Açu por Ivanauskas (1997) 24,50%, ou seja, as áreas mais similares floristicamente à vegetação arbórea

do Parque Estadual Xixová-Japuí estão situadas no Litoral Sul do estado, na Província Costeira e sob o mesmo regime climático, o tipo Af de Köppen. Os dados comparativos das 33 áreas analisadas são apresentados na TABELA 3.

Esses resultados corroboram com as considerações de Leitão-Filho (1982) sobre a existência de dois padrões florísticos distintos na Mata Atlântica ao longo do litoral paulista, um no norte e outro no sul, cujas diferenças estão basicamente associadas à diferenciação climática. Porém, essa confirmação somente será possível quando grande parte das áreas naturais do litoral do Estado de São Paulo forem estudadas, permitindo assim uma comparação mais precisa sobre este aspecto. No presente estudo foram analisados os dados de 33 trabalhos realizados na Mata Atlântica “sensu stricto” e deste montante apenas três são do Litoral Norte e quinze do Litoral Sul-Vale do Ribeira; ainda assim de 19% a 39% das espécies arbóreas levantadas em Caraguatatuba e Picinguaba são comuns ao Parque Estadual Xixová-Japuí.

Oliveira-Filho & Fontes (2000), analisando a flora arbórea das florestas do Sudeste do Brasil sob aspectos geográficos e climáticos por meio de análises multivariadas, constataram que as diferenças de altitude das áreas e suas correspondentes variações de temperatura são fortemente correlacionadas à diferenciação interna das florestas ombrófilas; além disto, existe uma diferenciação no sentido norte-sul para as florestas ombrófilas, provavelmente causada por variações em temperatura e regime de chuvas.

A baixa similaridade de espécies encontrada nos estudos realizados exclusivamente em florestas de restinga está associada à pouca riqueza da flora das restingas, quando comparada a outros tipos de vegetação brasileira, associado às condições adversas e estressantes encontradas em muitos ambientes típicos das planícies costeiras, em função da pobreza nutricional dos solos, dos afloramentos periódicos do lençol freático durante a estação chuvosa e da salinidade presente no solo devido a proximidade do mar (Lacerda, 2001; Sugiyama, 2003).

TABELA 3 – Similaridade florística da vegetação do P. E. Xixová-Japuí em relação a outras áreas da Mata Atlântica “sensu stricto” do Estado de São Paulo. FOD = Floresta Ombrófila Densa; FODM = Floresta Ombrófila Densa Montana; FODAM = Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana FODTb- = Floresta Ombrófila Densa de Terras baixas; FODSbM = Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana; FR = Floresta de Restinga; ISj = Índice de Similaridade de Jaccard.

Município	Ambiente	Divisão Geomorfológica	Clima	Altitude (m)	Pluviosidade Média (mm)	Critério de Inclusão	N° espécies consideradas total (árvores)	N° espécies comuns total (árvores)	Isj Árvores	Isj Total	% espécies Comuns Total (árvores)	Autor
São Vicente	FODTb-SbM-FR	Provincia Costeira	Af	8-200	2350	Flora c/ pieridófila	314 (168)	314 (168)	100%	100%	100 (100)	Este trabalho
Iguape	FOD-FR	Provincia Costeira	Af	5-300	2040	Flora c/ pieridófila* (Fitossociol.**)	822 (162)	173 (72)	27,90%	17,96%	55,09 (42,85)	Mamede <i>et al.</i> (2001)*-2004**)
Cananéia	FOD	Provincia Costeira	Af	60-150	1973	arbus-arb	179 (145)	72 (64)	25,70%	23,37%	35,82 (38,09)	Urbanetz (2005)
Cananéia	FODM	Provincia Costeira	Af/Cfa	2-814	2098	Flora s/ pieridófila	930 (310)	162 (95)	24,80%	15,15%	53,82 (56,54)	Barros <i>et al.</i> (1991)
Pariquera-Açu	FODSbM	Provincia Costeira	Cfa	14-60	1949	Flora c/ feto arb (Fitossociol.)	412 (213)	111 (75)	24,50%	18,37%	36,63 (44,64)	Ivanuskas (1997)
Cananéia	FOD	Provincia Costeira	Cfa	100-250	2098	arboreo c/ feto arb	149 (149)	59 (59)	22,69%	22,69%	34,70 (34,70)	Melo (2000)
Sete Barras	FODSbM	Provincia Costeira	Cfa	70-250	4000	Flora s/ pieridófila	348 (218)	86 (70)	22,15%	15,27%	28,57 (41,66)	Zipparo <i>et al.</i> (2005)
Perúbe	FOD	Provincia Costeira	Af	250	2000	arbus-arb c/ feto arb	112 (111)	50 (49)	21,30%	18,86%	24,63 (29,16)	Oliveira (1999)
Iguape	FODM	Provincia Costeira	Af	50-300	2040	arbus-arb c/ feto arb	178 (155)	63 (56)	20,97%	19,81%	31,03 (33,33)	Mantovani (1993)
Ubatuba	FOD-FODM	Provincia Costeira	Af/Cfb	2-1000	2624	arboreo c/ feto arb	270 (270)	81 (81)	20,66%	20,66%	39,90 (39,90)	Lacenta (2001)
Ubatuba	FODTb-SbM	Provincia Costeira	Af	2-100	2624	arboreo c/ feto arb	172 (172)	57 (57)	19,93%	19,93%	33,33 (33,33)	Pedroni (2001)
Pariquera-Açu	FOD	Provincia Costeira	Cfa	18	1688	arboreo c/ feto arb	138 (136)	49 (47)	18,91%	18,91%	28,82 (27,97)	Sztzman & Rodrigues (2002)
Sete Barras	FODSbM	Provincia Costeira	Cfa	70-250	4000	arboreo c/ feto arb	165 (161)	53 (52)	18,77%	18,77%	31,17 (30,95)	Guilherme <i>et al.</i> (2004)
São Miguel Arcanjo	FODM	Planalto Atlântico	Cfa	650	-	arboreo	213 (213)	60 (60)	18,69%	18,69%	35,71 (35,71)	Aguiar (2003)
Cubatão	FOD	Provincia Costeira	Cfa	100-300	2767	arboreo	126 (126)	46 (46)	18,54%	18,54%	27,38 (27,38)	Letão Filho (1993)
Mairiporã	FODM	Planalto Atlântico	Cfb	950-1077	1545	arbus-arb c/ feto arb	189 (140)	58 (47)	18,00%	17,36%	28,57 (27,97)	Arzolla (2002)
São Miguel Arcanjo	FODM	P. Atlânt./Prov. Cost.	Cfa/Cfb	30-1003	1475-2581	arboreo c/ feto arb	176 (169)	51 (50)	17,42%	17,28%	30,00 (29,76)	Custódio Filho <i>et al.</i> (1992)
São Miguel Arcanjo	FODM	P. Atlânt./Prov. Cost.	Cfa/Cfb	650-850	1683	arboreo	330 (330)	73 (73)	17,17%	17,17%	43,45 (43,45)	Dias (2005)
Careguatuba	FR	Provincia Costeira	Af	5-7	1700	Flora s/ pieridófila	147 (91)	45 (32)	14,09%	11,16%	14,95 (19,04)	Mantovani (1992)
São Bernardo do Campo	FOD	Planalto Atlântico	Cwa	755-830	-	arbus-arb	110 (110)	38 (38)	13,91%	13,91%	18,90 (18,90)	Tubini (2006)
Baixada Santista	FR-FOD	Provincia Costeira	Af	10-1000	2000	Flora c/ pieridófila	327 (119)	58 (35)	13,88%	9,98%	18,58 (20,83)	Andrade & Lamberti (1965)
Codia	FODM	Planalto Atlântico	Cfb	850-1050	1389	arboreo c/ feto arb	247 (241)	55 (49)	13,61%	15,19%	32,35 (29,16)	Catharino (2006)
São Paulo	FOD	Planalto Atlântico	Cwa	730-775	1000	arboreo c/ feto arb	105 (104)	32 (32)	13,33%	13,16%	18,82 (19,04)	Dislich (2002)
Cunha	FODM	Planalto Atlântico	Cwa	-	1100-1700	arbus-arb	163 (163)	41 (41)	12,69%	12,69%	20,39 (20,39)	Aguiar <i>et al.</i> (2001)
Mairiporã	FOD	Planalto Atlântico	Cfb	850-1200	1570	arboreo c/ feto arb	111 (111)	31 (31)	12,50%	12,40%	18,23 (18,45)	Baiello <i>et al.</i> (1992)
São Paulo	FOD	Planalto Atlântico	Cwa	735-765	1428	arbus-arb	119 (119)	35 (35)	12,28%	12,28%	17,41 (17,41)	Rossi (1994)
São Bernardo do Campo	FOD	Planalto Atlântico	-	750	1300-1500	arbus-arb	73 (63)	23 (21)	10,00%	9,16%	11,44 (12,50)	Pastore <i>et al.</i> (1992)
Bananal	FODM-FODAM-	Planalto Atlântico	Cfb	1200-1500	-	Flora arborea	110 (110)	23 (23)	9,01%	9,01%	13,69 (13,69)	Castro (2001)
São Paulo	FOD	Planalto Atlântico	Cfb	800-1200	1424	arboreo	185 (185)	28 (28)	8,61%	8,61%	16,66 (16,66)	Baiello & Aguiar (1982)
Salesópolis	FODM	Planalto Atlântico	Cfb/Cwb	800-1200	-	Flora c/ pieridófila (Fitossociol.)	243 (103)	42 (20)	7,96%	8,15%	13,37 (11,90)	Mantovani <i>et al.</i> (1990)
Cananéia	FR	Provincia Costeira	Af	2-3	2248	Flora c/ pieridófila	60 (32)	16 (10)	5,26%	4,49%	5,12 (5,95)	Sugiyama (2003)
Salesópolis	FODM	Planalto Atlântico	Cfa	750-900	2018	Flora c/ pieridófila	480 (-)	64 (62)	-	8,79%	20,51 (-)	Custódio Filho (1989)
Santo André	FODM	Planalto Atlântico	Cfb	750-891	3381	Flora s/ pieridófila	961 (-)	101 (101)	-	8,69%	33,55 (-)	Kinzawa <i>et al.</i> (s.d.)
Ilha Comprida	FR	Provincia Costeira	Af	-	-	arbus-arb c/ feto arb	38 (-)	13 (12)	-	5,70%	6,40 (-)	Silva (2006)

A TABELA 3 mostra a compartimentação das áreas analisadas em dois grupos distintos, um mais similar floristicamente na Província Costeira, predominando as regiões do Litoral Sul e Vale do Ribeira, onde ocorrem os tipos climáticos Af, Cfa e Cfb, que variam de quentes úmidos a temperados úmidos, com pluviosidade em torno de 2.000 mm, e outro menos similar no Planalto Atlântico, nas regiões da Grande São Paulo e Vale do Paraíba, sob os climas Cfa, Cfb, Cwa e Cwb, variando de quentes úmidos a temperados com estação seca, onde a pluviosidade fica em torno de 1.500 mm.

Os resultados obtidos mostram a existência de uma heterogeneidade entre as florestas comparadas neste estudo, corroborando com os resultados de Siqueira (1994); Mamede *et al.* (2001) e Scudeller (2002).

#### 4 IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO DA ÁREA

A flora apresentada demonstra a importância do Parque Estadual Xixová-Japuí para a conservação biológica das espécies da Mata Atlântica “sensu stricto”, tais como o *Erythroxylum catharinense* e a *Beilschmiedia fluminensis*, citadas neste trabalho pela primeira vez para o Estado de São Paulo e cuja distribuição geográfica conhecida se restringia aos estados de Santa Catarina e Espírito Santo e Rio de Janeiro.

Dentre as espécies levantadas, nove delas estão ameaçadas de extinção tanto em nível estadual quanto nacional, como é o caso do palmito juçara *Euterpe edulis* (São Paulo, 2007; UICN, 2007), e em nível nacional as espécies arbóreas como a canela sassafrás *Ocotea odorifera* e a caixeta *Tabebuia cassinoides* (IUCN, 2007).

Tais resultados reforçam a necessidade da preservação dessa importante Unidade de Conservação, por se encontrar em uma das áreas prioritárias e de extrema importância biológica para a conservação da flora e da biodiversidade da Mata Atlântica (Brasil, 2000). Segundo Myers *et al.* (2000), é uma das oito áreas mais importantes do planeta para a conservação da biodiversidade. Em função disso a referida Unidade foi inserida no Corredor Ecológico da Serra do Mar, cujo objetivo principal é permitir a conectividade entre fragmentos de Mata Atlântica, de forma a manter a biodiversidade deste bioma (Ayres *et al.*, 2005).

Os resultados obtidos evidenciam a necessidade da realização de estudos botânicos e ecológicos mais aprofundados na região, para que se possam compreender as particularidades da mesma e ampliar o conhecimento das espécies ocorrentes. Tal conhecimento, certamente irá contribuir para as ações visando à conservação da área compreendida pelo Parque Estadual Xixová-Japuí.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Florestal pela oportunidade de realizar este trabalho, aos Pesquisadores Científicos do Instituto Florestal, J. B. Baitello e O. T. Aguiar, pelo auxílio na identificação do material botânico, bem como aos especialistas A. Amaral Jr., C. A. Garcia dos Santos, E. L. M. Catharino, G. L. Esteves, I. Cordeiro, J. Prado, J. O. Mendonça, João R. Stehmann, L. G. Temponi, L. R. Mendonça-Souza, M. C. H. Mamede, M. Kirizawa, R. Goldenberg, R. Simão-Bianchini, S. Romaniuc Neto e S. L. Jung-Mendaçolli. Finalmente, mas não por último, os autores agradecem à Yara Cristina Marcondes, Assistente Técnico de Apoio à Pesquisa, pela revisão final do texto, ao Ernane Lino da Silva, funcionário do Herbário Dom Bento Pickel, Instituto Florestal, pelo excelente trabalho de montagem das exsicatas, e à Prof. Maria Luiza Domingues Villar, Chefe do Laboratório de Biologia da UNISANTOS, pelo apoio na fase inicial do trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR O. T. *et al.* Flora fanerogâmica de um trecho da Floresta Densa Secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha/Indaiá (SP). **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, vol. 13, n. 1, p. 1-18, 2001.

AGUIAR O. T. **Comparação entre os métodos de quadrantes e parcelas na caracterização da composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa no Parque Estadual “Carlos Botelho” – São Miguel Arcanjo, São Paulo.** 2003. 119 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

- MOURA, C. de; PASTORE, J. A.; FRANCO, G. A. D. C. Flora vascular do Parque Estadual Xixová-Japuá, Setor Paranapuá, São Vicente, Baixada Santista, SP.
- AMARAL Jr., A. Eritroxiláceas. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário “Barbosa Rodrigues”, 1980. 64 p.
- ANDRADE, M. A. B.; LAMBERTI, A. A Vegetação. In: AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista – aspectos geográficos: as bases físicas**. São Paulo: Edusp, 1965. v. 1, cap. 5, p. 151-178.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Bot. J. Linn. Soc. Lond.**, London, v. 141, p. 399-436, 2003.
- ARZOLLA, F. A. R. D. P. **Florística e fitossociologia de um trecho da Serra da Cantareira, Núcleo Águas Claras, Parque Estadual da Cantareira, Mairiporã – SP**. 2002. 205 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- AYRES, J. M. *et al.* **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005. 256 p.
- BAITELLO, J. B.; AGUIAR, O. T. Flora arbórea da Serra da Cantareira (São Paulo). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão-SP. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 582-90. (**Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 16-A, pt. 1, Edição especial).
- BAITELLO *et al.* Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um trecho da Serra da Cantareira (Núcleo Pinheirinho) SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 291-297. (**Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).
- BARROS *et al.* **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso – caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1991. v. 1. 184 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília, DF: MMA/SBF, 2000. 40 p.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SF 23/24, Rio de Janeiro/Vitória**. Rio de Janeiro, 1983. 780 p. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 32).
- BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E. (Ed.). **Authors of plant names**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1992. 732 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.
- CASTRO, A. G. **Levantamento florístico de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica de Bananal, Serra da Bocaina, Bananal, São Paulo**. 2001. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- CATHARINO, E. L. M. **As florestas montanas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia (São Paulo, Brasil)**. 2006. 230 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CUSTODIO FILHO, A. Flora da Estação Biológica de Boracéia – listagem de espécies. São Paulo, **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 161-199, 1989.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Composição florística do estrato arbóreo do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 184-191. (**Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).
- DIAS, A. C. **Composição florística, fitossociológica, diversidade de espécies arbóreas e comparação de métodos de amostragem na floresta ombrófila densa do Parque Estadual de Carlos Botelho/SP-Brasil**. 2005. 184 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- DISLICH, R. **Florística e estrutura do componente epifítico vascular na mata da Reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”, São Paulo, SP**. 1996. 183 f. Dissertação (Mestrado), Departamento de Ecologia Geral, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

- DISLICH, R. **Análise da vegetação arbórea e conservação na Reserva Florestal da Cidade Universitária “Armando Salles de Oliveira”, São Paulo, SP.** 2002. 251 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. (Coord.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico.** São Paulo: Instituto de Botânica. 1984. 62 p. (Manual, n. 4).
- GOMES DA SILVA, S. J.; MAMEDE, M. C. H. Begoniaceae da Mata Atlântica na Serra do Mar do Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, São Paulo, n. 15, p. 1-61, 2001.
- GIULIETTI, A. M. Biodiversidade da Região Sudeste. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 125-130. (**Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).
- GROPPO, M.; PIRANI, J. R. Levantamento florístico das espécies de ervas, subarbustos, lianas e hemiepífitas da mata da reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”, São Paulo, SP, Brasil. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 141-233, 2005.
- GUILHERME, F. A. G.; MORELLATO, L. P. C.; ASSIS, M. A. Horizontal and vertical tree community structure in a lowland Atlantic Rain Forest, Southeastern Brazil. **Revta. Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 725-737, 2004.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. Revisão da Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção, resultado do Workshop de 07 a 11/06/2005, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte – MG. Disponível em: <[http://www.biodiversitas.org.br/florabr/consulta\\_fim.asp](http://www.biodiversitas.org.br/florabr/consulta_fim.asp)>. Acesso em: 4 out. 2007.
- IVANAUSKAS, N. M. **Caracterização florística e fisionômica da Floresta Atlântica sobre a Formação Pariquera-Açu, na Zona de Morraria Costeira do Estado de São Paulo.** 1997. 216 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- \_\_\_\_\_; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. **Braz. J. Ecol.**, Rio Claro, v. 1, n. 2, p. 71-81, 2000.
- IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Levantamento florístico de um trecho de Floresta Atlântica em Pariquera-Açu, SP. **Naturalia**, São Paulo, v. 26, p. 97-129, 2001.
- KIM, A. C. **Lianas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo.** 1996. 221 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- KIRIZAWA, M. *et al.* **Flora da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, São Paulo, Brasil.** Disponível em: <<http://www.ibot.sp.gov.br/pesquisa/paranapiacaba>>. Acesso em: 20 jun. 2004.
- LACERDA, M. S. **Composição florística e estrutura da comunidade arbórea num gradiente altitudinal da Mata Atlântica.** 2001. 136 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- LEITÃO FILHO, H. F. Aspectos Taxonômicos das Florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão-SP. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 197-206. (**Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 16-A, pt. 1, Edição especial).
- \_\_\_\_\_. *et al.* **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão.** São Paulo: UNESP; Campinas: UNICAMP, 1993. 184 p.
- LINO, C. F. (Ed.). **Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: plano de ação.** Campinas: UNICAMP, 1992. 101 p. (v. 1: Referências Básicas).
- MAMEDE, M. C. H.; CORDEIRO, I.; ROSSI, L. Flora vascular da Serra da Juréia, município de Iguape, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, São Paulo, n. 15, p. 63-124, 2001.
- \_\_\_\_\_. *et al.* **Mata Atlântica.** In: MARQUES, O. A. V.; DULEBA, W. (Ed). **Estação Ecológica de Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna.** Ribeirão Preto: Holos, 2004. cap. 10, p. 115-132.
- MANTOVANI, W. *et al.* A Vegetação na Serra do Mar em Salesópolis, SP. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1990. p. 348-84.

MOURA, C. de; PASTORE, J. A.; FRANCO, G. A. D. C. Flora vascular do Parque Estadual Xixová-Japuí, Setor Paranapuã, São Vicente, Baixada Santista, SP.

MANTOVANI, W. *et al.* Vegetação sobre a restinga em Caraguatatuba, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 139-144. (**Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).

MANTOVANI, W. **Estrutura e dinâmica da Floresta Atlântica na Juréia, Iguape, SP.** 1993. 126 f. Tese (Livre Docência em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MELO, M. M. R. F. **Demografia de árvores em Floresta Pluvial Tropical Atlântica, Ilha do Cardoso, SP, Brasil.** 2000. 155 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MENDES, I. A.; GOMES, A. D.; TEIXEIRA, P. R. **Laudo Técnico sobre a intervenção antrópica nas vertentes do morro da Prainha, São Vicente, SP.** São Paulo: CEPTEL/UNESP, 1994. 16 p.

MORAN, R. C. Clave para las familias de pteridofitas. In: DAVIDSE, G.; SOUSA, M. S.; KNAPP, S. (Ed.). **Flora Mesoamericana. Psilotaceae a Salviniaceae.** México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1995. v. 1, p. 1-2

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley, 1974. 574 p.

MÜLLER, S. C.; WAECHTER, J. L. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. **Revta. Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 395-406, 2001.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000. Disponível em: <<http://www.nature.com>>. Acesso em: 23 jun. 2006.

OLIVEIRA, R. J. **Dinâmica de plântulas e estrutura da Mata Atlântica Secundária de Encosta, Peruíbe, SP.** 1999. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, São Paulo, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

PASTORE, J. A. *et al.* Flora arbóreo-arbustiva do Parque Chico Mendes, Município de São Bernardo do Campo (SP). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 269-273. (**Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).

PEDRONI, F. **Aspectos da estrutura e dinâmica da comunidade arbórea na Mata Atlântica de planície e encosta em Picinguaba, Ubatuba, SP.** 2001. 201 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

QUEIROZ NETO, J. P.; KÜPPER, A. Os solos. In: AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista – aspectos geográficos: as bases físicas.** São Paulo: Edusp. 1965. v. 1, cap. 3, p. 67-92.

ROSSI, L. A flora arbóreo-arbustiva da mata da Reserva da Cidade Universitária “Armando Salles de Oliveira” (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica**, São Paulo, n. 9, p. 1-105, 1994.

SANTOS, F. S. dos. Levantamento florístico de leguminosas arbustivas e arbóreas de um remanescente de Mata Atlântica, Morro do Japuí (São Vicente-SP). In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSCIÊNCIA AMBIENTAL, 2001, Santos. Santos: Editora do SESC, 2001.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo. I – Litoral.** São Paulo: Metalivros, 1996. 30 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente. **Parque Estadual Xixová-Japuí – Plano de Manejo – Fase 1 – Consolidação de Dados e Diretrizes Preliminares.** São Paulo: Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental: Instituto Florestal: Instituto de Botânica: CEPTEL/UNESP, 1997. 74 p. (Documentos Ambientais).

\_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA 48 de 21/09/2004. Publica a lista oficial das espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção. Disponível em: <<http://www.ibot.sp.gov.br/legislação/legislação.htm>>. Acesso em: 4 out. 2007.

MOURA, C. de; PASTORE, J. A.; FRANCO, G. A. D. C. Flora vascular do Parque Estadual Xixová-Japuí, Setor Paranapuã, São Vicente, Baixada Santista, SP.

SCUDELLER, V. V. **Análise fitogeográfica da Mata Atlântica – Brasil**. 2002. 204 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, A. F. **Composição florística e estrutura de um trecho da Mata Atlântica de Encosta no município de Ubatuba – SP**. 1980. 153 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, C. R. **Fitossociologia e avaliação da chuva de sementes em uma área de Floresta Alta de Restinga, em Ilha Comprida – SP**. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.

SIQUEIRA, M. F. **Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários**. 1994. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SUGIYAMA, M. **Estudos florísticos e fitossociológicos em comunidades vegetais de restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP**. 2003. 134 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SZTUTMAN, M.; RODRIGUES, R. R. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera-Açu, SP. **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 161-176, 2002.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil). **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 217-223, 1999.

TUBINI, R. **Comparação entre regeneração de espécies nativas em plantios abandonados de *Eucalyptus saligna* Smith. e em fragmento de Floresta Ombrófila Densa em São Bernardo do Campo/SP**. 2006. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

URBANETZ, C. **Estudos florísticos da Floresta Ombrófila Densa Atlântica da Fazenda Folha Larga, Cananéia, SP**. 2005. 167 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ZIPPARRO, V. B. *et al.* Levantamento florístico de Floresta Atlântica no sul do Estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, Base Saibadela. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2005.

# A TRILHA INTERPRETATIVA DAS ÁRVORES GIGANTES DO PARQUE ESTADUAL DE PORTO FERREIRA NA MODALIDADE AUTOGUIADA<sup>1</sup>

Adriana Fernandes MENDES<sup>2</sup>  
Sonia Aparecida de SOUZA<sup>3</sup>  
Marlene Francisca TABANEZ<sup>4</sup>

## RESUMO

A fim de verificar a eficácia da Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes do Parque Estadual de Porto Ferreira na modalidade autoguiada foram aplicados noventa questionários com trinta e uma questões, sendo sete relacionadas ao perfil dos visitantes e as demais à utilização dos recursos interpretativos, à aquisição de novos conhecimentos, às preferências paisagísticas e à satisfação dos visitantes. Essa trilha possui 3.500 m de extensão e recursos interpretativos como placas de identificação de espécies vegetais, painéis e um folder. Os resultados indicaram que a Trilha é um importante instrumento de interpretação ambiental e que tanto o folder quanto os painéis e as placas de identificação de espécies vegetais possuem valor interpretativo e informativo, proporcionando conhecimentos em relação às características bióticas, abióticas e relações ecológicas encontradas durante o percurso, propiciando satisfação aos visitantes do Parque.

Palavras-chave: trilha autoguiada; interpretação da natureza; eficácia da interpretação; Parque Estadual de Porto Ferreira.

## 1 INTRODUÇÃO

A categoria de manejo de Parque objetiva a preservação dos ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (Brasil, 2000).

Nesse contexto se insere o Parque Estadual de Porto Ferreira - PEPF, com área de 611,55 hectares, criado em 1962, por ser considerado um dos últimos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Mata Ciliar no interior do Estado de São Paulo.

## ABSTRACT

To check the effectiveness of the Interpretative Trail of the Giant Trees of Porto Ferreira State Park in the self-guided trail modality ninety questionnaires had been applied with thirty-one questions, being seven related to the profile and the others to the use of the interpretative resources, to the acquisition of new knowledge, to the landscape preferences and to the satisfaction of the visitors. The track is 3,500 meters long and it has interpretative resources as identification plates of vegetal species, panels and one folder. The results indicated that the Trail is an important instrument of environmental interpretation and that as much the folder as the panels and the identification plates of vegetal species have interpretative and informative value, providing new knowledge in relation to the biotic and abiotic characteristics and ecological relations found during the passage, propitiating satisfaction to the visitors of the Park.

Key words: self-guided trail; nature interpretation; interpretation effectiveness; Porto Ferreira State Park.

Dentre os diversos programas de manejo, os de uso público têm como objetivos proporcionar a integração da comunidade com a área natural, despertar a consciência crítica para a necessidade de conservação dos recursos naturais, culturais e históricos e da valorização das Unidades de Conservação, bem como estimular a sua participação no manejo e proteção dessas áreas (Tabanez, 2000).

O Programa de Uso Público do Parque Estadual de Porto Ferreira compreende os subprogramas Educação Ambiental, Interpretação da Natureza, Ecoturismo e Eventos (Tabanez *et al.*, 2003).

(1) Aceito para publicação em dezembro de 2007.

(2) Rua José Teixeira Vilela Pai, 450, 13660-000, Porto Ferreira, SP, Brasil. E-mail: adrifm@ig.com.br

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

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

De acordo com Tilden (1977) a interpretação ambiental tem como objetivo básico revelar os significados, relações ou fenômenos naturais por intermédio de experiências práticas e meios interpretativos, ao invés da simples comunicação de dados e fatos.

A interpretação da natureza faz parte, também de programas ou projetos educacionais e de ecoturismo com a finalidade de informar e sensibilizar a comunidade para a conservação dos recursos naturais, históricos, artísticos ou culturais (Corrêa, 2004).

O ecoturismo é um segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações (Brasil, 1994).

No PEPF o subprograma de ecoturismo tem, entre outros objetivos, aquele de proporcionar atividades com finalidade educativa, de divulgação de temas sobre o Parque e de conceitos éticos e de conservação da natureza junto aos visitantes, buscando envolvimento e apoio à proteção da Unidade (Tabanez *et al.*, 2003).

Dentre as estratégias utilizadas no Programa de Uso Público das Unidades de Conservação e do PEPF, destacam-se as trilhas interpretativas.

Para Guillaumon *et al.* (1977) trilha de interpretação da natureza é um percurso em um sítio natural propiciando explicações sobre o meio ambiente, flora, fauna e fenômenos naturais locais, que promovem o contato mais estreito entre o homem e a natureza, constituindo-se em um instrumento pedagógico muito importante.

Segundo Robim & Tabanez (1993), as trilhas interpretativas constituem estratégias educativas adotadas para integrar o visitante à natureza, propiciando-lhe conhecimento do ambiente, e para atuar como fator de motivação na preservação das áreas silvestres.

Para Silva (1996) a trilha de interpretação em área silvestre tem vantagens, como permitir aos visitantes apreciar aspectos naturais em seu próprio ambiente e representar uma experiência recreativa.

Segundo Ham (1992) e Feinsinger *et al.* (1997), uma trilha é considerada interpretativa quando seus recursos são traduzidos para o visitante através de guias especializados (intérpretes), folhetos interpretativos, painéis ou ainda através de gravações.

Possuem valores recreacionais e devem ser bem planejadas, dotadas de infra-estrutura como sinalização e marcação, sendo necessária manutenção periódica, com objetivo de conservação dos recursos naturais, segurança e conforto dos visitantes.

As trilhas são normalmente uma das melhores opções para os visitantes aproveitarem os parques de maneira tranqüila, o que permite maior familiaridade com o meio natural dos mesmos. Quando bem construídas e devidamente mantidas, as trilhas protegem o ambiente do impacto do uso e proporcionam aos visitantes conforto e segurança, além de desempenhar papel significativo na impressão que o visitante possa vir a ter sobre a área e a instituição mantenedora (Schelhas, 1986).

Segundo Sharpe (1976), Propst (1984), Ham (1992), e Trapp *et al.* (1994), as trilhas interpretativas podem ser classificadas como trilhas guiadas e trilhas autoguiadas. As trilhas guiadas são aquelas realizadas por um grupo de pessoas com a presença de um intérprete ou guia que acompanha os visitantes e leva-os a observar, sentir, experimentar, refletir, questionar e descobrir os fatos relacionados ao tema estabelecido. As trilhas autoguiadas são aquelas com pontos de paradas marcados, onde o visitante, auxiliado por métodos de placas, painéis ou roteiros, que contêm informações, explora o percurso sem o acompanhamento de um intérprete ou guia.

Segundo Ham (1992), as excursões autoguiadas assim como as guiadas, podem ter propósitos muito específicos como, por exemplo, demonstrar/revelar as interdependências entre plantas e animais, explicar os aspectos significativos de um sítio histórico e ainda ter propósitos mais gerais como criar consciência, fomentar a apreciação, sugerir uma nova maneira de pensar e observar algo.

Robim & Tabanez (1993) recomendaram estratégias como painéis, placas e folhetos para a Trilha da Cachoeira na modalidade autoguiada do Parque Estadual de Campos do Jordão.

Para Cardoso *et al.* (2002), as trilhas autoguiadas visam oferecer maior autonomia aos visitantes, sendo consideradas mais uma opção de recreação, interpretação e educação ambiental, de forma que, independente de monitoria, os visitantes adquiram informações sobre a importância dos recursos naturais.

No Parque Estadual de Porto Ferreira, a Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes é utilizada em atividades monitoradas desde 1992, e, ao longo do tempo, foi implementada com recursos interpretativos. Em dezembro de 2002, com a reestruturação do Programa de Uso Público, essa trilha passou a ser utilizada também na modalidade autoguiada, principalmente em finais de semana e feriados, tornando-se necessário avaliar sua eficácia interpretativa e informativa.

Segundo Tabanez & Herculiani (1990), nos programas de Uso Público das áreas florestais, a avaliação é uma das estratégias de grande relevância, utilizada para uma análise crítica, racional e científica. Apontam que esses programas devem ser avaliados quantitativa e qualitativamente de forma contínua, através de diversas técnicas, como questionários com questões abertas e fechadas, roteiros de entrevistas, observação sistemática, registros sistemáticos de fotografias, conversas informais registradas em gravadores e diários, análise de documentos e arquivos, como jornais e revistas.

De acordo com Tabanez *et al.* (1997), a aplicação de uma avaliação criteriosa da eficácia de trilhas torna-se de grande importância para que possam ser utilizadas adequadamente. Essas autoras indicam que a avaliação de abordagens adotadas em programas de Educação Ambiental pode trazer contribuições significativas ao processo, na medida em que identifica aspectos eficazes e ineficazes, otimizando os esforços, tempo e recursos despendidos.

A avaliação, segundo Belomi (2000), é um instrumento fundamental para se conhecer, compreender, aperfeiçoar e orientar as ações dos indivíduos ou grupos. É um processo sistemático de análise de uma atividade que permite conhecimento dos fatores positivos, que aponta equívocos e insuficiências com a finalidade de buscar aperfeiçoamento ou reformulação.

Para Vasconcellos (1998), a experiência com a implantação de trilhas e utilização de programas educativos e interpretativos em áreas naturais protegidas, principalmente com trilhas interpretativas, é recente e faltam informações de caráter científico sobre a eficiência destes programas voltados para diferentes públicos e locais.

Estudos sobre o perfil dos visitantes, suas percepções, preferências paisagísticas e o nível de satisfação têm sido realizados para avaliação, planejamento e adequação das atividades oferecidas nos programas de uso público das unidades de conservação nacionais (Magro *et al.*, 1990; Takahashi & Martins, 1990; Savi, 1997; Takahashi, 1998; Vasconcellos, 1998; Freitas *et al.*, 2000; Freitas & Magalhães, 2003; Kataoka, 2004).

Assim, o presente estudo teve por objetivo caracterizar o perfil dos visitantes, avaliar a eficácia dos recursos interpretativos, a aquisição de conhecimentos sobre as características do Parque, as preferências paisagísticas e a satisfação dos visitantes em relação à Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes na modalidade autoguiada.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes

Com 3.500 metros de extensão, a Trilha inicia-se nas proximidades da sede do Parque na Zona de Uso Especial, que apresenta fisionomia de Cerrado de porte arbóreo médio e aberto, passa pelo limite com a Fazenda São Judas Tadeu na Zona de Uso Extensivo e adentra a Floresta Estacional Semidecidual no trecho de fisionomia de mata de porte arbóreo alto com alta densidade de jequitibás, onde estão localizadas as “árvores gigantes”, dentre elas, os cedros, as perobas, as figueiras e os jequitibás. O contato com a Mata Ciliar ocorre no ribeirão dos Patos. O retorno é realizado pelo mesmo caminho até as proximidades da saída da Floresta, quando se segue pela área de transição. A Trilha é uma área estratégica interna do PEPF, onde estão previstas atividades de caminhadas, contemplação, educação ambiental, interpretação da natureza e ecoturismo, bem como pesquisas científicas e fiscalização (Tabanez *et al.*, 2003).

Segundo Andrade & Rocha (1990), a Trilha possui formato linear com grau médio de dificuldade. A FIGURA 1 apresenta o croqui do mapa do Parque e localização da Trilha.

MENDES, A. F.; SOUZA, S. A. de; TABANEZ, M. F. A Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes do Parque Estadual de Porto Ferreira na modalidade autoguiada.



FIGURA 1 – Croqui do PEPF com localização da Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes.

A Trilha possui sinalização e recursos interpretativos, sendo sete placas indicativas; vinte e três placas de identificação de espécies vegetais, dentre elas, coto, cinzeiro, tamanqueira, pau-terra e virola no Cerrado; cedro, figueira, araribá, peroba, guatambú e jequitibá-branco na Floresta;

sete painéis interpretativos com textos e ilustrações com os seguintes temas: A Trilha das Árvores Gigantes, Cerrado, Jerivás, Floresta Estacional Semidecidual, Mata Ciliar, Fotossíntese, Jequitibá-rosa, e um folder. A FIGURA 2 ilustra o painel da entrada da Trilha.



FIGURA 2 – Painel da entrada da Trilha.

O PEPF recebe em média 1.450 visitantes/ano em atividades autoguiadas, onde a maioria faz o percurso da Trilha. Ao chegarem na Unidade, os visitantes são encaminhados à área de uso público e no Centro de Visitantes são recepcionados pelos monitores que fornecem explicações, informações e distribuem dois fôlderes, sendo um do Parque e o outro da Trilha das Árvores Gigantes. O folder da Trilha apresenta informações sobre o perfil esquemático da vegetação e dos solos; mensagens para apreciação da beleza e exuberância da natureza; nomes de algumas árvores; dados sobre a extensão e duração aproximada da caminhada; nomes dos painéis; descrição da área de transição; fotos de animais associados aos ambientes, um croqui do mapa do Parque com os diferentes tipos de vegetação, localização da Trilha e indicação dos principais atrativos.

## 2.2 Procedimentos Metodológicos

Para verificar a eficácia interpretativa da Trilha das Árvores Gigantes na modalidade autoguiada foi utilizada a técnica de questionário estruturado com questões abertas e fechadas, sendo 7 (sete) relacionadas ao perfil dos visitantes, e 24 (vinte e quatro) à frequência de visitas, à utilização dos recursos interpretativos, à aquisição de conhecimentos, às preferências paisagísticas e à satisfação. A cópia do questionário consta do APÊNDICE 1.

Os entrevistados foram abordados aleatoriamente no final da caminhada entre os meses de julho a setembro de 2003, e de janeiro de 2004 a maio de 2005, nos finais de semana e feriados, com aplicação de trinta e quatro e cinquenta e seis questionários, respectivamente. Esses questionários foram aplicados pelos pesquisadores e para que não houvesse interferência nas respostas, dúvidas foram esclarecidas no final da aplicação dos mesmos.

Os dados das questões abertas foram tabulados de acordo com as categorias de respostas em função de suas similaridades, e muitas vezes o mesmo entrevistado apresentou mais de uma resposta na mesma questão. Nesses casos, os dados coletados correspondem à porcentagem das respostas. Essa metodologia foi baseada em Robim & Tabanez (1993) quando da elaboração de Subsídios para Implantação da Trilha Interpretativa da Cachoeira no Parque Estadual de Campos do Jordão.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das respostas apresentadas foi geral, genérica e não aprofundada em termos de detalhamento. Dos 90 entrevistados, 55% pertenciam ao sexo masculino e 45% ao sexo feminino, caracterizando uma distribuição equilibrada de gênero.

Em relação à procedência dos entrevistados, 82% residiam no município de Porto Ferreira, 6% nos municípios vizinhos, 4% na capital São Paulo e 8% em outras localidades. A elevada frequência de visitantes que residem nas proximidades de um Parque é uma tendência normal constatada também por Roggenbuck & Lucas (1987), Takahashi (1987), Vasconcellos (1998) e Freitas & Magalhães (2003). Esses dados podem indicar a importância do Parque como alternativa de lazer para o município de Porto Ferreira e sua importância no contexto local e regional.

Quanto ao nível de instrução, 46% dos entrevistados possuíam o 2º grau ou ensino médio completo, 23% o nível superior, e 19% o 1º grau incompleto. Robim & Tabanez (1993) e Vasconcellos (1998) registraram dados semelhantes em relação ao gênero e nível de instrução dos visitantes do Parque Estadual de Campos do Jordão-SP e na Reserva Natural Salto Morato-PR, respectivamente. Corroborando com Freitas *et al.* (2002), destaca-se que o nível cultural dos indivíduos é um elemento balizador para os programas de Educação e Interpretação Ambiental em Unidades de Conservação.

No que se refere ao estado civil, 63% dos entrevistados eram solteiros, 32% casados, 4% desquitados e 1% viúvo. A faixa etária caracterizou um público jovem, sendo 34% com idade entre 21 a 30 anos, 29% com idade entre 10 a 20 anos, 24% entre 31 a 40 anos, e apenas 2% com mais de 61 anos. Segundo Takahashi (1987), a idade dos visitantes é uma das características socioeconômicas que mais afetam a demanda por recreação em Unidades de Conservação.

As atividades profissionais dos entrevistados apresentaram-se bastante diversificadas, sendo 15% estudantes, 6% vendedores, 6% professores, 4% empresários e 69% outras profissões. A diversidade profissional pode estar relacionada ao setor industrial, comercial e agropecuário, característicos do município de Porto Ferreira e região (Tabanez *et al.*, 2003), sendo que a maioria dessas profissões é urbana, concordando com Freitas *et al.* (2002) quando destacam que as atividades de recreação ao ar livre são mais valorizadas por pessoas que exercem profissões urbanas.

A faixa salarial variou de 2 a 5 salários mínimos para 43% dos entrevistados, de 0 a 2 salários mínimos para 38% e apenas 2% acima de 20 salários mínimos.

A maioria dos entrevistados (59%) visitou o Parque pela primeira vez. Dentre aqueles que o visitaram mais de uma vez (41%), 67% era pela segunda vez, 18% pela terceira vez, 11% mais de quatro e 4% quatro vezes. Esses resultados podem indicar tanto a satisfação dos visitantes em relação à Trilha e ao Parque como também à importância como opção de lazer.

O meio mais utilizado de divulgação do Parque para a maioria dos entrevistados foi através de amigos (52%), conforme TABELA 1, isto concorda com Kataoka (2004) que constatou a divulgação por amigos e parentes no Parque Estadual da Ilha Anchieta e que esses dados precisam ser conhecidos pela administração, para que a mesma possa utilizá-los na divulgação de programas específicos, bem como para o manejo do público.

Em relação a outros meios de divulgação, que somam 42%, destacam-se a sinalização na rodovia, as escolas e os parentes, conforme também verificado por Dias & Zanin (2004).

TABELA 1 – Conhecimento da existência do PEPF.

Respostas	%
amigos	52
outros	42
tv	4
rádio	1
folheto	1
Total	100

Com relação à questão: Com quem veio ao Parque? – os resultados demonstram que a companhia dos familiares e amigos é o costume mais

comum e que estes dados podem indicar a importância da área à recreação familiar e entre amigos, conforme TABELA 2.

TABELA 2 – Acompanhantes dos entrevistados durante a visita ao PEPF.

Respostas	%
família	57
parentes	3
sozinho	2
amigo	20
excursão	1
outros (namorados)	17
Total	100

Quanto ao interesse pelo Parque, as respostas mais citadas foram conhecer (35%), lazer (31%) e contato com a natureza (25%), conforme TABELA 3, confirmando a importância do Parque para o desenvolvimento das atividades de ecoturismo, previstas em sua

categoria de manejo. Esses dados são semelhantes àqueles encontrados por Vasconcellos (1998) na Reserva Natural de Salto Morato e no Parque Estadual Pico do Marumbi – PR, em que a maioria dos visitantes buscava o contato com a natureza.

TABELA 3 – Motivos que levaram os entrevistados à visitar o PEPF.

Respostas	%
conhecer	35
lazer	31
contato com a natureza	25
exercício físico	5
outras respostas	4
Total	100

Em relação à questão sobre a importância da existência de uma área como o PEPF, a maioria dos entrevistados (49%) citou a preservação da natureza, 15% o lazer, 9% o contato com a natureza, e apenas 1% a educação. Esses dados demonstram o conhecimento e interesse dos entrevistados em relação ao Parque como uma área de preservação e lazer.

A maioria dos entrevistados (72%) fez a caminhada na Trilha pela primeira vez. Dentre aqueles que a fizeram mais de uma vez, 48% era a segunda,

24% a terceira, 20% mais de quatro vezes e 8% a quarta vez. O retorno à Trilha pode indicar a satisfação dos entrevistados e ainda a falta de opção de lazer e contato com a natureza no município e na região.

Quanto ao interesse dos entrevistados pela caminhada na Trilha, 30% citou o conhecimento, 26% o contato com a natureza e 12% outras respostas como: ser interessante, gostar do ambiente e terapia ambiental, conforme TABELA 4.

TABELA 4 – Interesse dos entrevistados para caminhar na Trilha das Árvores Gigantes.

Respostas	%
conhecer o parque	30
contato com a natureza	26
outras respostas	12
exercício físico	9
ver animais	8
conhecer árvores	8
cachoeira	4
ar puro	2
não respondeu	1
Total	100

A extensão da Trilha (3.500 m) para 46% dos entrevistados é moderada, para 17% é longa, para 12% é curta e 25% citaram outras respostas (boa e normal), demonstrando que esta extensão é satisfatória.

A maioria dos entrevistados (90%) tinha recebido o folder da Trilha, quanto à utilização das informações do mesmo, as respostas foram diversificadas, sendo que 40% citaram os mapas, 18% nenhuma e 10% os animais, conforme TABELA 5.

TABELA 5 – Informações do folder da Trilha utilizadas pelos entrevistados durante a caminhada.

Respostas	%
mapa	40
nenhuma	18
animais	10
árvores	8
ribeirão dos Patos	2
outras respostas	6
não leu	6
não respondeu	10
Total	100

Nos dados relacionados a outras respostas (6%) citaram diferentes informações como: não jogar lixo na trilha, distância e todas as informações. Esses dados demonstram a importância desse recurso interpretativo, uma vez que sua utilização pelos entrevistados na realização da caminhada autoguiada resultou na somatória de 60% (mapa, animais, árvores e ribeirão dos Patos). Com relação às respostas: nenhuma informação, não leu ou não respondeu, que somam 34%, supõe-se que, os entrevistados deixaram para ler o folder em outra ocasião,

por estarem interessados apenas em apreciar ou realizar a caminhada pela Trilha, sem o auxílio do mesmo, ou ainda pelo fato do folder ser um material pessoal, servir de lembrança do local e que pode ser lido a qualquer momento, conforme constatado por Tai (1989).

Com relação às informações fornecidas pelo folder, as que mais chamaram a atenção dos entrevistados foram: os animais (20%), as árvores (16%) e 18% outras respostas (Lagoa do Cerrado, as fotos e não jogar lixo na Trilha), conforme TABELA 6.

TABELA 6 – Informações do folder da Trilha que mais chamaram a atenção dos entrevistados.

Respostas	%
animais	20
outras respostas	18
árvores	16
não leu	12
não respondeu	11
não recebeu	8
mapa	6
todas	4
cachoeira	2
mata ciliar	2
nenhuma	1
Total	100

Esses dados apontam que os entrevistados têm interesse em obter informações quanto aos aspectos naturais da Trilha, e sinalizam a necessidade de se disponibilizar estas informações aos usuários.

Ainda sobre o conteúdo do folder, na questão relacionada ao conhecimento dos entrevistados sobre a fauna que vive no Parque,

observou-se que 55% dos animais citados são os que constam no folder, ilustrados por fotos e, entre os mais citados, aparecem o macaco (38%), o lobo-guará (27%), o tamanduá-mirim (12%) e a jaguatirica (9%).

No que se refere aos painéis lidos durante a caminhada na Trilha, os resultados constam da TABELA 7.

TABELA 7 – Relação dos painéis da Trilha lidos pelos entrevistados.

Respostas	%
entrada	19
fotossíntese	16
cerrado	13
jequitibá	10
mata ciliar	9
todos	8
jerivá	5
outras respostas	5
floresta	4
não lembra	4
não leu	4
não respondeu	3
nenhum	1
Total	100

Dentre os entrevistados que não leram (4%), a maioria justificou estar acompanhada de crianças, e os demais devido à presença de pernilongos e respostas variadas.

Em relação à questão referente às informações dos painéis que mais chamaram a atenção, 24% apontaram o Jequitibá, 17% a Fotossíntese, 18% não leu e as demais respostas foram variadas. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de os entrevistados lerem apenas os painéis dos atrativos que acham mais interessantes, ou lerem os painéis sobre assuntos já conhecidos, ou ainda devido à posição e localização dos painéis na Trilha e ao interesse em chegar logo ao atrativo natural, concordando com Berkmüller (1981), Ham (1992), Trapp *et al.* (1994) e Vasconcellos (1998) que constataram que é comum os visitantes lerem apenas o título dos painéis em atividades autoguiadas. A questão referente ao tipo de vegetação e suas características encontradas durante a caminhada pela Trilha, 37% citaram o cerrado, 35% a floresta e 12% a mata ciliar. Esses resultados indicam a percepção dos entrevistados em relação aos diferentes tipos de vegetação e a utilização dos recursos interpretativos disponíveis na Trilha.

Quanto à importância da mata ciliar, 31% dos entrevistados responderam não saber, 22% para proteger o rio, 10% para os animais, 11% para evitar assoreamento e 26% deram outras respostas (não leu, não lembra, não respondeu e oxigênio). A proximidade desse painel com o atrativo natural ribeirão dos Patos, e o fato de alguns visitantes não lerem o folder durante a caminhada, podem ter contribuído para esse resultado.

A TABELA 8 apresenta os dados sobre o que os entrevistados mais gostaram na Trilha, indicando a preferência paisagística em relação aos atrativos naturais.

Os dados em relação às informações e recursos que contribuíram para a aquisição de conhecimentos sobre a natureza constam da TABELA 9 e demonstram que os recursos interpretativos da Trilha, nas atividades autoguiadas, contribuem para a divulgação das espécies vegetais características da região, sobre os animais que habitam o Parque e sobre a importância de se preservar a natureza. A porcentagem dos que não responderam (20%) é expressiva e pode indicar que parte dos entrevistados não tem interesse na aquisição de novos conhecimentos, utilizando a Trilha apenas para o lazer.

TABELA 8 – Atividades e atrativos que os entrevistados mais gostaram na Trilha.

Respostas	%
ribeirão dos Patos	25
árvores	20
tudo	16
animais	7
paisagem	5
outras respostas	5
área de transição	4
caminhada	4
ar	4
placas	4
contato com a natureza	3
não respondeu	3
Total	100

TABELA 9 – Informações e recursos que contribuíram com novos conhecimentos para os entrevistados.

Respostas	%
nomes das árvores	31
não respondeu	20
preservar a natureza	10
placas	6
árvores	5
vegetação	5
animais	5
processo da fotossíntese	5
outras respostas	4
tudo	3
ribeirão dos Patos	2
nenhuma	2
não sabe	1
não lembra	1
Total	100

De acordo com as observações de Vasconcellos (1998), trilhas autoguiadas com folheto, placas e painéis interpretativos são eficientes como instrumentos educativos, à medida que propiciam a aquisição de novos conhecimentos com alto grau de satisfação.

Para Dias & Zanin (2004), as trilhas autoguiadas com folhetos podem ser eficientes quanto à aquisição de informação e à construção de valores, tanto sobre o ambiente quanto ao histórico do Parque, proporcionando satisfação aos visitantes.

MENDES, A. F.; SOUZA, S. A. de; TABANEZ, M. F. A Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes do Parque Estadual de Porto Ferreira na modalidade autoguiada.

Em relação ao sentimento dos entrevistados ao percorrer a Trilha, as respostas foram variadas, como: se sentiram bem (20%), ar puro (19%), paz (17%), tranquilidade (16%), pequenos (3%) e outras respostas (25%): admiração, satisfação e liberdade, concordando com Trapp *et al.* (1994) que, de um modo geral, as caminhadas em ambientes naturais são muito gratificantes e despertam o interesse e a curiosidade dos usuários.

No caso deste estudo, todos os entrevistados (100%) mencionaram que pretendem voltar ao Parque e fazer a Trilha novamente, principalmente

por terem gostado e para o contato com a natureza. Esses dados podem também indicar a satisfação dos entrevistados para com a Unidade de Conservação, bem como sua importância para a realização de atividades em contato com a natureza.

Quando solicitadas sugestões para a melhoria da Trilha, os usuários apresentaram as respostas constantes na TABELA 10, estes dados indicam a necessidade de implementar infra-estrutura de apoio, como a construção de bancos e a instalação de bebedouros e lixeiras.

TABELA 10 – Sugestões dos entrevistados para a Trilha das Árvores Gigantes.

Respostas	%
esta boa	25
não tem sugestão	20
outras respostas	17
bancos	11
ampliar a trilha	9
bebedouro	8
mais lixeiras	5
painéis mais visíveis	4
banheiro	1
Total	100

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos resultados pode-se inferir que a maioria dos visitantes/entrevistados procura o Parque para atividades de recreação, lazer e para o contato com a natureza, sendo procedentes principalmente do município de Porto Ferreira e região, organizados em grupos de familiares e de amigos.

Características do perfil dos visitantes, como idade e atividades profissionais urbanas, contribuem para que os usuários busquem atividades de recreação ao ar livre e em contato com a natureza, para a contemplação e prática de atividades físicas, bem como de ecoturismo, previstas no Programa de Uso Público do PEPF.

A divulgação do PEPF é realizada principalmente através de pessoa a pessoa, entre amigos e pelas escolas. Essas estratégias contribuem para a conservação da Unidade, tendo em vista o número de visitantes que procura o Parque para o desenvolvimento de atividades autoguiadas.

A Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes na modalidade autoguiada é também um instrumento de interpretação ambiental, uma vez que a mesma é dotada de recursos interpretativos diferenciados como folder, placas e painéis que, associados, propiciaram conhecimentos em relação às principais características locais como os tipos de vegetação, os nomes das árvores e dos animais, e a importância da conservação e preservação do Parque.

Incentivar os visitantes a utilizar os recursos interpretativos durante as caminhadas pode contribuir para que os mesmos adquiram mais informações disponíveis na Trilha e no Parque, aumentando assim o seu nível de conhecimento e de satisfação.

Recomenda-se a troca de local do painel da Mata Ciliar, uma vez que o atrativo natural, ribeirão dos Patos, desperta mais a atenção dos visitantes do que as informações do referido painel, e ainda um estudo para tornar os painéis mais atrativos.

MENDES, A. F.; SOUZA, S. A. de; TABANEZ, M. F. A Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes do Parque Estadual de Porto Ferreira na modalidade autoguiada.

Considerando-se a dinâmica das atividades do Programa de Uso Público, novas pesquisas devem ser realizadas em relação ao perfil e expectativas dos visitantes, eficiência dos recursos interpretativos nas atividades autoguiadas visando à adaptação, à atualização de informações e ao planejamento de atividades do referido programa.

De maneira geral, a Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes na modalidade autoguiada representou um importante instrumento informativo e interpretativo, além de oferecer opções de lazer e ecoturismo aos visitantes do Parque Estadual de Porto Ferreira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, W. J.; ROCHA, L. M. Planejamento, implantação e manutenção de trilhas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1990. v. 3, p. 786-793.
- BRASIL. Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo; Ministério do Meio Ambiente. **Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo**. Brasília, DF: EMBRATUR, 1994.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Brasília, DF: MMA/SBF, 2000. 32 p.
- BELOMI, I. *et al.* **Metodologia de avaliação em políticas públicas**: uma experiência em educação profissional. São Paulo: Cortez, 2000. 96 p. (Coleção Questões da Nossa Época, v. 75).
- BERKMÜLLER, K. **Guidelines and techniques for environmental interpretation**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1981. 100 p.
- CARDOSO, M. M. *et al.* Implantação da trilha autoguiada na Estação Experimental e Ecológica de Assis (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 3., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: FBPN: Associação Caatinga, 2002. v. 1, p. 454-463.
- CORRÊA, A. M. **Iniciação à interpretação ambiental**. Módulo 1, 2004, Rio de Janeiro. Apostilas. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.pdf4free.com>>. Acesso em: 15 set. 2005.
- DIAS, F. V.; ZANIN, E. M. Eficiência de trilhas interpretativas no Parque Municipal Longines Malinowski, Erechim-RS. **Rev. Perspectiva**, Erechim, v. 28, p. 29-38, 2004.
- FEINSINGER, P.; MARGUTTI, L.; OVIEDO, R. D. School yards and nature trails: ecology education outside the university. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 12, n. 3, p. 115-120, 1997.
- FREITAS, W. K. *et al.* O perfil dos visitantes da Floresta da Tijuca (PNT-RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2., 2000, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2000. v. 2, p. 250-258.
- FREITAS, W. K. *et al.* Potencial de uso público do Parque Nacional da Tijuca. **Rev. Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 6, p.1883-1842, 2002.
- FREITAS, W. K; MAGALHÃES, L. M. S. Análise das preferências paisagísticas dos visitantes do Parque Nacional da Tijuca – RJ. **Revista Brasileira de Conservação e Natureza**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 33-38, 2003.
- GUILLAUMON, J. R.; POLL, E.; SINGY, J. M. **Análise das trilhas de interpretação**. São Paulo: Instituto Florestal, 1977. 57 p. (Bol. Técn. IF, 25).
- HAM, S. H. **Interpretación ambiental**: una guía práctica para gente con grandes ideas y presupuestos pequeños. Golden: North American Press, 1992. 437 p.
- KATAOKA, S. Y. **Indicadores da qualidade da experiência do visitante no Parque Estadual da Ilha Anchieta**. 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais – Conservação de Ecossistemas Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MAGRO, T. C.; GRANJA, C. M.; MENDES, F. B. G. Características do usuário do Parque Estadual da Ilha Anchieta: subsídios para o plano interpretativo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1990. p. 766-772.

MENDES, A. F.; SOUZA, S. A. de; TABANEZ, M. F. A Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes do Parque Estadual de Porto Ferreira na modalidade autoguiada.

PROPST, D. B. Self guided trails. In: DESIGN guidelines for bulletin boards, amphitheaters and self-guided trail. Vicksburg: US Army Eng. Wat. Exp. St. Miss, 1984. p. 207-220.

ROBIM, M. J.; TABANEZ M. F. Subsídios para implantação da Trilha Interpretativa da Cachoeira – Parque Estadual de Campos do Jordão-SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 65-89, 1993.

ROGGENBUCK, J. W.; LUCAS, R. C. Wilderness use and user characteristics: a state-of-knowledge review. In: LUCAS, R. C. (Ed.). NATIONAL WILDERNESS RESEARCH CONFERENCE: ISSUES, STATE OF KNOWLEDGEMENT, FUTURE DIRECTIONS, 1985, Fort Collins. **Proceedings...** Ogden: United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, 1987. p. 201-245. (General Technical Report INT, 220).

SAVI, M. Manejo de visitantes para a implementação de parques – estudo de caso Parque Estadual Marumbi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNILIVRE, v. 2, p. 345-356.

SHARPE, G. W. **Interpreting the environment outdoor recreation.** New York: John Wiley & Sons, 1976. 566 p.

SHELAS, J. Construção e manutenção de trilhas. In: CURSO DE TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE PARQUES E OUTRAS ÁREAS PROTEGIDAS, 1986, São Paulo. São Paulo: Instituto Florestal. (Não paginado).

SILVA, L. L. **Ecologia:** manejo de áreas silvestres. Santa Maria: MMA: FNMA: FATEC, 1996. 352 p.

TABANEZ, M. F.; HERCULIANI, S. Lazer e educação ambiental em florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1990. v. 1, p. 64-69.

TABANEZ, M. F. **Significado para professores de um programa de Educação Ambiental em Unidade de Conservação.** 2000. 313 f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de Ensino) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

TABANEZ, M. F. *et al.* Avaliação de trilhas interpretativas para educação ambiental. In: PÁDUA, S. M.; TABANEZ, M. F. (Org.). **Educação ambiental:** caminhos trilhados para o Brasil. Brasília, DF: PAX, 1997. cap. 6, p. 89-102.

TABANEZ, M. F. *et al.* **Plano de Manejo do Parque Estadual de Porto Ferreira.** Porto Ferreira: O2 Estúdio Web, 2003. 1 CD-ROM.

TAI, D. B. **An evaluation of the use and effectiveness of two types of interpretative trail media in Yellowstone National Park.** 1981. 101 p. M.S. Thesis - University of Idaho, Moscow.

TAKAHASHI, L. Y. **Avaliação da visitação e dos recursos recreativos da Estrada da Graciosa.** 1987. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TAKAHASHI, L. Y.; MARTINS, S. S. Perfil dos visitantes de um Parque municipal situado no perímetro urbano. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1990. p. 197-210.

TAKAHASHI, L. Y. **Caracterização dos visitantes, suas preferências e percepções e avaliação dos impactos da visitação pública em duas unidades de conservação do Estado do Paraná.** 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TILDEN, F. **Interpreting our heritage.** 3rd. ed. Chapel Hill: The University of North Carolina, 1977. 138 p.

TRAPP, S.; GROSS, M.; ZIMMERMAN, R. **Sings, trails and wayside exhibits:** connecting people and places. Stevens Point: University of Wisconsin Foundation Press, 1993. 102 p. (Interpreter's Handbook Series).

VASCONCELLOS, J. **Avaliação da visitação pública e da eficiência de diferentes tipos de trilhas interpretativas no Parque Estadual Pico do Marumbi e Reserva Natural Salto Morato – PR.** 1998. 139 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

**APÊNDICE 1****Questionário de Avaliação da Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes na Modalidade Autoguiada**

1) Qual a sua idade?

R. \_\_\_\_\_

2) Sexo:

Feminino ( )      Masculino ( )

3) Em que cidade você mora?

R. \_\_\_\_\_

4) Grau de escolaridade:

( ) Nenhum

( ) 1º Grau Incompleto

( ) 1º Grau (Ensino Fundamental)

( ) 2º Grau Incompleto

( ) 2º Grau (Ensino Médio)

( ) 3º Grau

Qual o Curso? \_\_\_\_\_

5) Qual é a sua profissão?

R. \_\_\_\_\_

6) Faixa Salarial:

( ) 0 a 2 salários mínimos

( ) 2 a 5 salários mínimos

( ) 5 a 10 salários mínimos

( ) 10 a 20 salários mínimos

( ) acima de 20 salários mínimos

7) Estado Civil:

( ) Solteiro (a)

( ) Casado (a)

( ) Desquitado (a)

( ) Viúvo (a)

( ) Outro: Qual: \_\_\_\_\_

8) É a primeira vez que você visita o Parque Estadual de Porto Ferreira?

Sim ( )      Não ( )

Se não, quantas vezes?

( ) segunda      ( ) terceira      ( ) quarta      ( ) mais de quatro vezes

9) Como você ficou sabendo da existência do Parque:

( ) TV

( ) jornal

( ) rádio

( ) folder/folheto

( ) amigos

( ) agência de turismo

( ) outros: Qual: \_\_\_\_\_

MENDES, A. F.; SOUZA, S. A. de; TABANEZ, M. F. A Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes do Parque Estadual de Porto Ferreira na modalidade autoguiada.

10) Você veio ao Parque com:

família

parente  amigos

sozinho  excursão

Outros: Qual: \_\_\_\_\_

11) Por que você procurou o Parque Estadual de Porto Ferreira?

R. \_\_\_\_\_

12) Por que é importante existir uma área como o Parque?

R. \_\_\_\_\_

13) É a primeira vez que você faz a caminhada na Trilha das Árvores Gigantes?

Sim  Não

Se não, quantas vezes já visitou a trilha:

segunda  terceira  quarta  mais de quatro vezes

14) Por que você se interessou pela caminhada na Trilha?

R. \_\_\_\_\_

15) O que você achou da distância da Trilha:

Longa  Moderada  Curta

Outros \_\_\_\_\_

16) Você recebeu o folder da Trilha?

Sim  Não

Se sim, que informações do folder você utilizou?

R. \_\_\_\_\_

17) Quais informações do folder mais chamaram sua atenção?

R. \_\_\_\_\_

18) Você saberia dizer algumas espécies de animais que vivem no Parque?

R. \_\_\_\_\_

19) Você observou que na Trilha existem painéis grandes com informações diversas sobre o Parque, qual deles você leu?

R. \_\_\_\_\_

Se não leu os painéis, por que?

R. \_\_\_\_\_

20) Quais informações dos painéis mais chamaram sua atenção?

R. \_\_\_\_\_

21) No painel do Bosque dos Jerivás que informação mais chamou sua atenção?

R. \_\_\_\_\_

22) No painel do Jequitibá que informação mais chamou sua atenção?

R. \_\_\_\_\_

MENDES, A. F.; SOUZA, S. A. de; TABANEZ, M. F. A Trilha Interpretativa das Árvores Gigantes do Parque Estadual de Porto Ferreira na modalidade autoguiada.

23) Quais os tipos de vegetação você encontrou durante a Trilha? Você percebeu as diferenças entre uma e outra? Explique.

R. \_\_\_\_\_

24) Você sabe a importância da Mata Ciliar?

R. \_\_\_\_\_

25) Que árvores da Trilha mais chamaram sua atenção? Por que?

R. \_\_\_\_\_

26) O que você mais gostou da Trilha?

R. \_\_\_\_\_

27) Que informações da Trilha contribuíram para você saber mais sobre a natureza?

R. \_\_\_\_\_

28) O que você sentiu ao percorrer a Trilha?

R. \_\_\_\_\_

29) Você pretende voltar ao Parque?

Sim ( ) Não ( )

30) Você pretende fazer a Trilha das Árvores Gigantes novamente?

Sim ( ) Não ( )

Por que? R. \_\_\_\_\_

31) Você gostaria de dar alguma sugestão para a Trilha?

R. \_\_\_\_\_

# PROCESSOS HIDROLÓGICOS EM DIFERENTES MODELOS DE PLANTIO DE RESTAURAÇÃO DE MATA CILIAR EM REGIÃO DE CERRADO<sup>1</sup>

Karine Baldo de GÊNOVA<sup>2,3</sup>  
Eliane Akiko HONDA<sup>2</sup>  
Giselda DURIGAN<sup>2,4</sup>

## RESUMO

A restauração de florestas ciliares tem sido recomendada como a melhor estratégia visando à proteção dos recursos hídricos e à recuperação da biodiversidade. No entanto, quase nada se conhece sobre o papel hidrológico das florestas plantadas e seus efeitos protetores. O presente estudo teve como objetivo analisar comparativamente alguns modelos de plantio de mata ciliar em região de cerrado, para verificar se diferem quanto ao seu papel na interceptação da água das chuvas e em sua influência na umidade do solo, com reflexos sobre a função protetora da floresta. Foram coletados, durante cinco meses, dados pluviométricos no interior de quatro modelos de plantio aos dezessete anos (um plantio misto com espécies de cerrado e três plantios puros, com *Pinus elliottii*, *Tapirira guianensis* e *Anadenanthera falcata*) e em área aberta para comparação. Para análises de umidade, foram coletadas amostras compostas da camada superficial do solo (0 a 20 cm) em cada uma das parcelas. Houve variação na porcentagem da água das chuvas interceptada pelas copas entre os diferentes modelos, com o maior valor no plantio puro de *Tapirira guianensis* (30,8%), espécie latifoliada perenifólia e com a maior densidade de árvores. No outro extremo, o plantio de *Anadenanthera falcata*, uma espécie caducifólia de folhas muito pequenas, reteve apenas 12,5% da água das chuvas. A umidade do solo, como era esperado, foi inversamente proporcional à interceptação. Não se observou correlação entre a biomassa florestal e a interceptação ou umidade do solo.

Palavras-chave: hidrologia florestal; recuperação; florestas ripárias; interceptação; umidade do solo.

## ABSTRACT

Riparian forest restoration has been reported as the most efficient strategy to protect water resources and to recover biodiversity. However, few is known about the hydrological functioning of the planted forests and their protective effect. Some different riparian forest restoration models were analyzed 17 years after planting, to verify the hypothesis that different forest structure and composition are correlated to different hydrological processes. Rain interception along five months and soil humidity (0-20 cm) were analyzed under a mixed stand with native species, three pure stands (*Pinus elliottii*, *Tapirira guianensis* and *Anadenanthera falcata*) and also in an open area (control). The highest interception rate (30.8%) was observed in the pure stand of *Tapirira guianensis*, which is evergreen and has the highest density. On the opposite, the deciduous stand of *Anadenanthera falcata* intercepted only 12.5% of the precipitation. Soil humidity, as expected, was inversely proportional to the interception. No correlation was observed between basal area (biomass) and interception or soil humidity.

Key words: hydrology; riparian forests; restoration; rain interception; soil humidity.

(1) Aceito para publicação em dezembro de 2007.

(2) Floresta Estadual de Assis, Instituto Florestal, Caixa Postal 104, 19802-970, Assis, SP, Brasil. E-mail: florestassis@gmail.com

(3) Bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

(4) Bolsista de Produtividade do CNPq.

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a conservação e a recuperação da cobertura florestal ao longo dos rios é relativamente recente no Brasil e tem sido objeto de discussões amplas e freqüentes, abordando aspectos técnicos, científicos, conservacionistas e da legislação correlata.

A legislação brasileira protege, de forma permanente, uma faixa de terra e o ecossistema a ela associado, cuja largura mínima deve ser de 30 m a partir da margem dos rios. De fato, essas áreas têm características ecológicas e hidrológicas distintas, que justificam um tratamento diferenciado dos demais terrenos, mediante a extensa gama de influências que esta faixa exerce sobre os corpos de água, tanto do ponto de vista biótico quanto abiótico.

Espera-se, portanto, que as florestas ciliares plantadas venham, após algum tempo, a oferecer os mesmos benefícios atribuídos às matas ciliares naturais.

A presença de vegetação protetora às margens dos corpos de água é essencial para o funcionamento hidrológico harmonioso das bacias hidrográficas, pois influencia a produção hídrica, tanto na quantidade e regime de fluxo, como na qualidade da água gerada. A faixa de mata ciliar é, portanto, uma área crítica, onde se justifica maior atenção na ocasião do planejamento do manejo e recuperação de bacias hidrográficas, assim como para a formulação de políticas governamentais de meio ambiente e gerenciamento de recursos hídricos.

A reconhecida importância do ecossistema ripário tem motivado ações e pesquisas visando facilitar sua restauração, que trouxeram avanços significativos no conhecimento sobre o assunto em anos recentes, destacando-se obras de síntese, como Rodrigues & Leitão Filho (2000), Ribeiro *et al.* (2001), Kageyama *et al.* (2003) e Galvão & Silva (2005).

Estudos específicos têm sido, geralmente, voltados para o conhecimento da flora das florestas ripárias e para a experimentação de modelos de restauração, essencialmente baseados no crescimento e sobrevivência das árvores plantadas. Para a região em que foi desenvolvido o presente estudo, destacam-se os trabalhos de Durigan & Silveira (1999), Pulitano (2003), Pulitano *et al.* (2004), Silveira (2001), Silveira & Durigan (2004) e Melo (2004).

Austin & Gaywood (1994) estudaram as relações existentes entre a distribuição das populações de espécies arbóreas e as variáveis ambientais que podem afetar tal distribuição. Vários estudos têm sido realizados para quantificar a influência das variáveis ambientais na distribuição das populações naturais de espécies arbóreas. Em tais estudos, a heterogeneidade ambiental, associada a tipos de solo e suas propriedades, tais como drenagem, variáveis topográficas, capacidade de armazenamento de água, fertilidade, granulometria, textura, dinâmica e inundações (Rodrigues *et al.*, 1989; Johnston, 1992; Medley, 1992; Oliveira-Filho *et al.*, 1994a, b, c; Oliveira-Filho *et al.*, 1997; Pendry & Proctor, 1997; Sabatier *et al.*, 1997), vem sendo utilizada para explicar variações nas comunidades vegetais.

Em florestas ripárias em região de cerrado, Van den Berg & Oliveira-Filho (1999) verificaram que as propriedades físicas, químicas e a umidade do solo, seja em razão do gradiente topográfico ou da dinâmica de enchentes, normalmente variam em relação ao distanciamento do curso d'água e aproximação dos limites da floresta com o campo limpo circundante, sendo que os níveis de umidade do solo apresentam comportamento previsível ligado às propriedades físicas do solo, topografia da área e distribuição da precipitação pluviométrica.

A precipitação é a água proveniente do vapor de água da atmosfera, depositada na superfície terrestre sob qualquer forma, como chuva, granizo, orvalho, neblina, neve ou geada. Em escala global, a principal fonte de umidade para precipitação é proveniente dos oceanos, e não mais que 10% da precipitação nos continentes pode ser atribuída à evaporação continental (Linsley *et al.*, 1982). Dessa forma, a simples presença de vegetação florestal em área restrita não determina a ocorrência de chuvas.

A vegetação tem papel preponderante na perda evaporativa, que é a parcela da precipitação que retorna à atmosfera e, portanto, não pode ser considerada componente do recurso hídrico. A perda evaporativa é composta principalmente pela transpiração e interceptação.

A transpiração tem origem fisiológica e, como tal, sofre controle ambiental e biológico. Ocorre quando não existe água livre disponível para evaporação na superfície da folha e é de difícil manejo, pois sendo um processo conservativo (Roberts, 1983), sob as mesmas condições de clima e solo, não varia muito em função do tipo de vegetação.

A interceptação ocorre enquanto a copa está úmida, pois é o processo físico de evaporação da água da chuva retida pela folhagem. Compõe a parcela da chuva que retorna à atmosfera antes de alcançar o solo, sendo função da disponibilidade energética do ambiente, da frequência e da duração das chuvas, e também das condições da vegetação. Por ocorrer em uma taxa superior à transpiração (Stewart, 1981) e por ser fortemente influenciada pelas condições da vegetação, é um item importante a ser considerado no gerenciamento da água, pois é um componente do balanço hídrico passível de manejo.

A interceptação é quantificada obtendo-se a diferença entre a precipitação medida no aberto e o somatório da precipitação interna da floresta com o escoamento pelo tronco. Em florestas tropicais esses dois componentes são de difícil medição, devido à grande variabilidade espacial que apresentam.

O escoamento pelo tronco é a parcela da precipitação que, após interagir com a copa, atinge o solo escorrendo pelo tronco, representando uma parcela pequena do balanço hídrico anual – cerca de 0,2% a 3,0% (Nalon & Vellardi, 1992; Fujieda *et al.*, 1997; Oliveira Júnior & Dias, 2005), razão pela qual geralmente os pesquisadores o têm relegado a segundo plano.

A precipitação interna, também chamada de “transprecipitação”, é um componente cuja determinação é mais freqüente, apesar das dificuldades inerentes à sua grande variabilidade espacial dentro da floresta. Sua ordem de grandeza, em pesquisas realizadas no Brasil, varia ao redor de 80% (Lima & Nicolielo, 1983; Cicco *et al.*, 1986/1988; Fujieda *et al.*, 1997; Arcova *et al.*, 2003; Oliveira Júnior & Dias, 2005) do balanço hídrico anual. Quanto maior a biomassa da vegetação em uma bacia hidrográfica, maior é a chance da água interagir com a folhagem, aumentando a interceptação e diminuindo a quantidade de chuva que chega ao solo. Por consequência, menor será a vazão da bacia hidrográfica. De fato, após extensa revisão bibliográfica, Bosch & Hewlett (1982) verificaram o aumento da produção hídrica após execução de operações silviculturais que diminuíram a cobertura florestal.

Os estudos mencionados, que tratam de relações entre a comunidade vegetal e as variáveis ambientais são, regra geral, baseados em ecossistemas naturais. Faltam análises hidrológicas para os

plantios experimentais de restauração, que possam testar a sua eficácia em proteger os recursos hídricos. Faltam também estudos que demonstrem as relações ecológicas entre a floresta plantada e o ambiente, que possam prever o futuro dos plantios de restauração e compreender os fatores determinantes do êxito dos processos naturais de sucessão, que poderão assegurar a perpetuidade das florestas formadas.

O objetivo do presente estudo foi analisar comparativamente alguns modelos de plantio de mata ciliar em região de cerrado quanto ao seu papel na interceptação da água das chuvas e umidade do solo. Supõe-se que diferentes modelos de plantio resultarão em processos hidrológicos distintos, com reflexos sobre a função protetora da floresta.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A Floresta Estadual de Assis está localizada na região oeste do Estado de São Paulo, sob as coordenadas 22° 35' S e 50° 22' W, a uma altitude média de 562 m. O solo na área experimental é do tipo Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa Hidromórfica), com lençol freático superficial a pouco profundo. A área está em uma zona de transição entre os tipos climáticos Cwa e Cfa, segundo a classificação de Köppen, sujeita a geadas esporádicas, com precipitação anual média de 1.300 mm.

O plantio experimental onde foi desenvolvido o estudo foi instalado em 1989, ocupando área de 16.308 m<sup>2</sup>, em torno das nascentes e ao longo da margem direita do córrego do Barro Preto, pequeno tributário da Bacia do Paranapanema. As parcelas estão distribuídas dentro dos limites da faixa de preservação permanente estabelecida pela lei (30 m a partir da margem do córrego).

As técnicas de preparo de solo, de plantio e de condução das mudas foram descritas por Durigan & Silveira (1999), que efetuaram análise comparativa dos modelos de plantio aos nove anos, sob o ponto de vista da sobrevivência e crescimento das árvores.

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado.

Embora o plantio experimental compreendesse inicialmente nove tratamentos, foram analisados no presente estudo apenas os quatro de melhor desempenho silvicultural, descritos a seguir:

- 1- plantio puro de *Tapirira guianensis* Aubl.;
- 2- plantio puro de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg.;
- 3- plantio puro de *Pinus elliottii* Engelm var. *densa* Little & Dormann., e
- 4- plantio misto com seis espécies nativas de matas ciliares em região de cerrado, organizadas em módulos sucessionais (módulos formados por uma espécie climática no centro e espécies pioneiras e secundárias ao redor): *Anadenanthera falcata*, *Tapirira guianensis*, *Cedrela odorata* L.; *Calophyllum brasiliense* Cambess.; *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. e *Solanum pseudoquina* A. St.-Hill.

Cada um dos tratamentos foi caracterizado estruturalmente, visando correlacionar os dados de interceptação da chuva e umidade do solo com as características da floresta.

Foram utilizados os seguintes descritores de estrutura:

- área basal: mediu-se o diâmetro à altura do peito (DAP a 1,30 m acima do nível do solo) de todas as árvores dentro da área útil de cada parcela (175,5 m<sup>2</sup>), convertendo-se os valores para m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>;
- cobertura de copas na estação chuvosa: utilizaram-se quatro fotos do dossel para cada modelo de plantio, obtidas com câmera digital com a objetiva direcionada para cima, perpendicularmente ao solo. Sobre cada foto projetou-se uma grade de 100 pontos regularmente distribuídos, contando-se as interseções correspondentes a 1) folha ou 2) céu aberto. A cobertura, expressa em porcentagem, foi obtida pela média do número de pontos correspondentes a “folhas” nas quatro fotografias, para cada tratamento;

- fenologia foliar: os modelos de plantio foram caracterizados quanto à deciduidade das espécies que os compõem (perenifólia, caducifólia ou semi caducifólia), com base na literatura (Lorenzi, 1992, 1998);
- densidade de árvores plantadas: calculada a partir do número de árvores plantadas sobreviventes no interior da parcela de amostragem;
- densidade de regenerantes: obtida a partir da contagem de todos os indivíduos de espécies lenhosas em regeneração no interior da parcela, com altura a partir de 50 cm.

A precipitação foi tomada no interior de parcelas reflorestadas e, também, em área adjacente, sem cobertura florestal, como controle.

Na área aberta (controle), a precipitação total ( $P_a$ ) foi medida em cinco pluviômetros. A precipitação interna, ou transprecipitação ( $P_i$ ) dos modelos florestais, foi medida em dez pluviômetros por tratamento, distribuídos ao acaso e mudados de lugar após cada evento chuvoso.

Os pluviômetros utilizados são recipientes de polietileno com 15 cm de profundidade e abertura superficial circular com 9,2 cm de diâmetro, fixados a 50 cm acima do nível do solo, com estacas de PVC. Os volumes de precipitação foram medidos no campo em mililitros e, com base nas dimensões do recipiente, posteriormente convertidos em altura pluviométrica através da equação (1).

$$\text{Precipitação (mm)} = \text{volume medido (mL)} \times 0,1504 \quad (1)$$

Foi quantificada a água recolhida nos pluviômetros em 14 eventos chuvosos, durante cinco meses, no período de agosto de 2006 a janeiro de 2007.

O cálculo da interceptação foi feito segundo a equação (2).

$$\text{Interceptação (\%)} = 100 (P_a - P_i) P_a^{-1} \quad (2)$$

onde:  $P_a$  = precipitação total (mm), medida a céu aberto  
 $P_i$  = transprecipitação (mm), medida sob o dossel.

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado.

A determinação da umidade do solo foi realizada em cada um dos quatro modelos de plantio e em uma área controle (sem árvores plantadas), mediante coleta de duas amostras compostas por cinco amostras simples em cada uma das épocas de coleta: estação seca e estação chuvosa. Cada amostra composta pesava cerca de 300 gramas.

A operação de coleta de todas as amostras foi efetuada dentro de um intervalo de

tempo de uma hora, para minimizar o efeito de eventuais alterações que pudessem acontecer em função de diferenças no horário de coleta.

A coleta de solos correspondente à estação seca foi efetuada no dia 31/08/06, após longo período de estiagem (FIGURA 1). A coleta de solos correspondente à estação úmida foi efetuada no dia 12/01/2007, sendo que o registro pluviométrico nos quinze dias que antecederam a coleta foi de 305 mm.

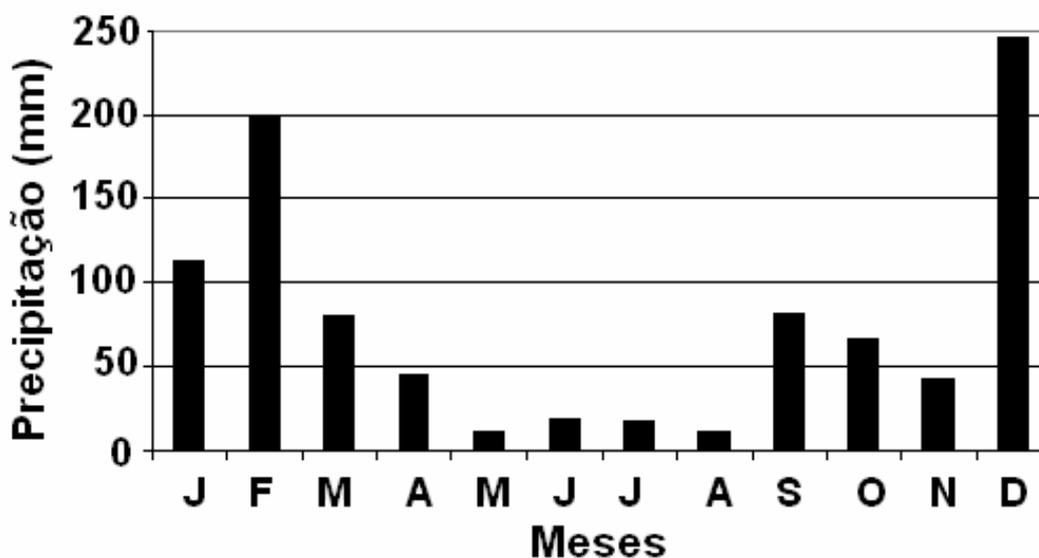


FIGURA 1 – Precipitação pluviométrica mensal do ano de 2006 nas parcelas do plantio experimental.

As amostras para análise de umidade foram pesadas em balança analítica eletrônica imediatamente após a abertura de cada embalagem, para determinação do peso úmido.

Após a pesagem, as amostras foram secas em estufa de ar forçado a 40 °C por algumas horas e, em seguida, colocadas em estufa aquecida a 105-110 °C para obtenção do peso seco e determinação da umidade, conforme o método descrito no Manual de Métodos de Análises de Solo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1997).

Para compreender a correlação entre a interceptação em função do volume de chuva em cada evento, foram construídas equações de regressão linear.

Efetuuou-se análise de correlações de Pearson entre as características estruturais da floresta e os dados de interceptação e umidade do solo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há uma grande variação estrutural entre os plantios comparados, em termos de área basal, densidade das árvores sobreviventes após 17 anos, cobertura de copas e deciduidade do dossel (TABELA 1), que certamente acarreta efeitos distintos sobre a água da chuva e umidade do solo.

TABELA 1 – Densidade, área basal, cobertura de copas (estação chuvosa) e deciduidade em diferentes modelos de plantio de mata ciliar, Assis, SP.

Modelo	Densidade plantadas (ind.ha <sup>-1</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Cobertura das copas (%)	Deciduidade do dossel	Densidade de regenerantes (ind.ha <sup>-1</sup> )
Controle	0	0	0	–	1766
<i>Tapirira guianensis</i>	2222	13,3	72	Perenifólio	8547
<i>Pinus elliottii</i>	1994	63,2	78	Perenifólio	2336
Misto	1197	11,8	78	Semi Caducifólio	3191
<i>Anadenanthera falcata</i>	1368	16,6	79	Caducifólio	5812

Durante o período compreendido entre 28 de agosto de 2006 a 03 de janeiro de 2007 foram medidas 14 chuvas, que variaram de um valor mínimo de 3,9 mm até um máximo de 111,3 mm, totalizando 529,8 mm.

A TABELA 2 contém a distribuição e a frequência das classes de tamanho das chuvas observadas no período, assim como os valores médios de transprecipitação nos diferentes tratamentos.

TABELA 2 – Frequência das classes de volume de chuva observada no período e valores médios de transprecipitação em diferentes modelos de plantio de mata ciliar na Floresta Estadual de Assis, SP.

Classes de volume de chuva (mm)	Frequência	Transprecipitação (mm)			
		<i>Tapirira guianensis</i>	<i>Pinus elliottii</i>	Misto	<i>Anadenanthera falcata</i>
00,0 – 09,9	2	4,4	2,6	3,9	4,2
10,0 – 19,9	2	8,1	9,3	10,0	11,2
20,0 – 29,9	1	21,8	21,0	26,0	24,4
30,0 – 39,9	4	26,6	27,2	32,2	33,6
40,0 – 49,9	2	31,9	34,8	39,4	39,7
50,0 – 59,9	1	36,6	37,8	46,2	50,9
≥ 60,0	2	56,3	63,2	76,2	72,0

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado.

A relação entre a precipitação total e a transprecipitação nos diferentes tratamentos pode ser representada por equações de regressão linear simples, todas apresentando alto coeficiente de determinação (equações 3, 4, 5 e 6), ou seja, alta correlação positiva entre volume de chuva e transprecipitação. Quanto maior o coeficiente angular da equação, mais próximos serão os valores de acréscimo da transprecipitação em função dos valores correspondentes de acréscimo na precipitação total.

$$Pi_{\text{Tapirira}} (\text{mm}) = 0,6443 Pa + 1,7868 \quad (R^2 = 0,9855) \quad (3)$$

$$Pi_{\text{Pinus}} (\text{mm}) = 0,7309 Pa + 0,0085 \quad (R^2 = 0,9923) \quad (4)$$

$$Pi_{\text{misto}} (\text{mm}) = 0,8735 Pa - 0,1994 \quad (R^2 = 0,9932) \quad (5)$$

$$Pi_{\text{Anadenanthera}} (\text{mm}) = 0,8165 Pa + 2,2313 \quad (R^2 = 0,9845) \quad (6)$$

Todas as equações obtidas no presente estudo possuem coeficiente angular menor ao calculado por Nalon & Vellardi (1992) para floresta ombrófila densa na em Cubatão, SP, por Lima & Nicolielo (1983) em florestas implantadas de *Pinus* sp. entre os 10 e 13 anos de idade em Agudos, SP, e por Lima (1976) em florestas implantadas de *Eucalyptus saligna* Smith e *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* entre os dois e três anos de idade em Piracicaba, SP.

Valor intermediário aos coeficientes angulares da equação linear obtida no plantio de *Tapirira guianensis* e *Pinus elliottii* foi calculado por Lima & Nicolielo (1983) em vegetação de cerradão. O coeficiente angular calculado por Cicco *et al.* (1986/88) em floresta ombrófila densa secundária foi também intermediário em relação aos coeficientes angulares das equações lineares obtidos neste estudo para o plantio de *Pinus elliottii* e o plantio misto. Em floresta estacional semidecidual localizada em Viçosa, MG, Oliveira Júnior & Dias (2005) obtiveram coeficiente angular da equação que se coloca entre os valores obtidos para o plantio misto e *Anadenanthera falcata*. Desta forma, os valores de coeficiente angular das equações lineares calculadas no presente estudo encontram-se dentro dos limites obtidos por diversos autores da região Sudeste do Brasil.

Foram verificadas diferenças na retenção da água das chuvas pela copa das árvores entre diferentes tratamentos (TABELA 3 e FIGURA 2), com a maior interceptação (*Tapirira guianensis*) sendo praticamente o triplo da menor (*Anadenanthera falcata*). A interceptação é crescente do plantio de *Anadenanthera falcata* para o plantio Misto, seguidos de *Pinus elliottii* e *Tapirira guianensis*, este último tendo retido em suas copas 30,8% da água das chuvas no período de estudo.

TABELA 3 – Valores de precipitação total, transprecipitação e interceptação em mm e em relação à precipitação total no período experimental, em diferentes modelos de plantio de mata ciliar na Floresta Estadual de Assis, SP. Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

	Controle	<i>Tapirira guianensis</i>	<i>Pinus elliottii</i>	Misto	<i>Anadenanthera falcata</i>
Precipitação Total ( $P_a$ ), em mm	529,8	529,8	529,8	529,8	529,8
Transprecipitação ( $P_i$ ), em mm	529,8	366,4	387,3	460,0	463,8
Transprecipitação ( $P_i$ ), em % de P	100,0	69,2	73,1	86,8	87,5
Interceptação(I), em % de P	0,0	30,8 <sup>a</sup>	26,9 <sup>a</sup>	13,2 <sup>b</sup>	12,5 <sup>b</sup>

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado.

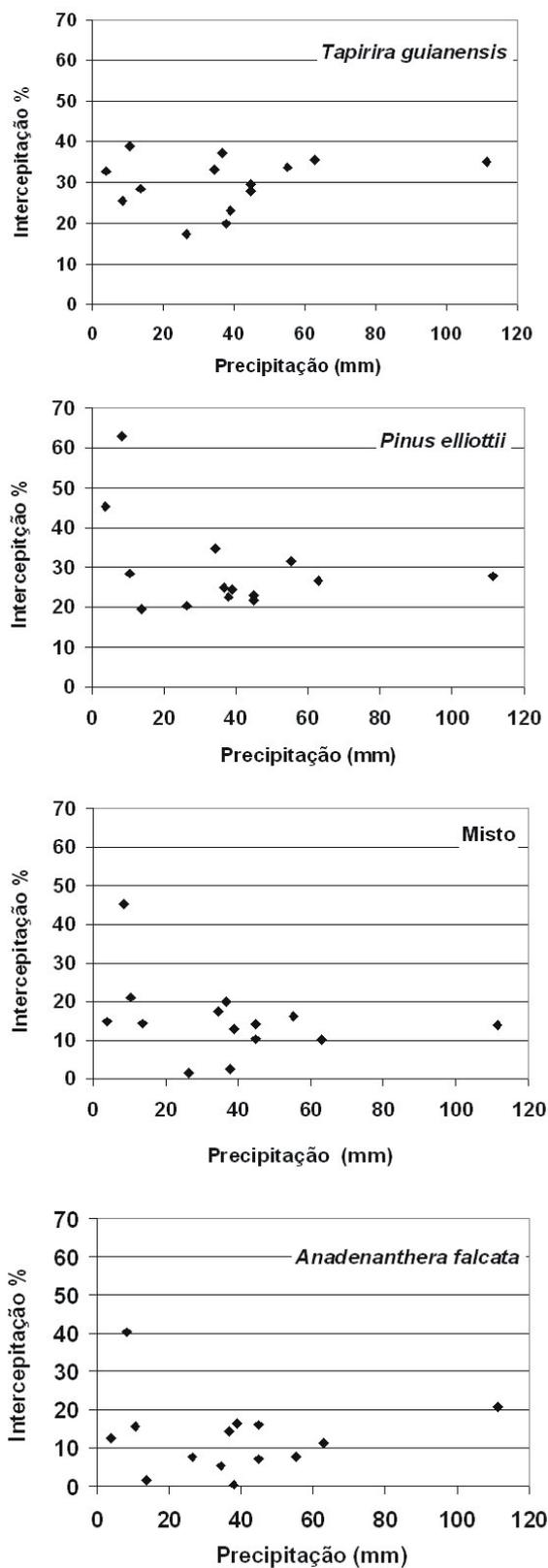


FIGURA 2 – Intercepção da chuva (%) pela copa das árvores nos diferentes modelos de plantio de mata ciliar (Assis, SP), em função do volume de chuva em cada evento chuvoso.

Em revisão bibliográfica efetuada sobre o processo de interceptação, Lima (1976) afirma que muitos estudos indicam maior interceptação da água da chuva por florestas de coníferas em comparação com florestas de folhosas. Lima (1976), porém, estudando florestas implantadas de *Eucalyptus saligna* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* entre os dois e três anos de idade, obteve maiores valores de interceptação em plantios de eucalipto (12,2 %) do que no pinheiro (6,6 %). A explicação do autor para essa conclusão foi de que as plantações de *Pinus* eram jovens, com as copas mal começando a se tocar. Lima & Nicolielo (1983) também notificam valores menores de interceptação em floresta implantadas de *Pinus* sp. entre os 10 e 13 anos de idade, de 12,0 % no plantio de *P. oocarpa* Schiede, e 11,7 % para *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis*, contra 27,3 % no cerradão. No presente estudo, uma folhosa (*Tapirira guianensis*) também apresentou interceptação superior à conífera, ainda que a biomassa da floresta de *Pinus elliottii* fosse muito superior.

Provavelmente, fatores relacionados com a área foliar, formato e textura das folhas e, adicionalmente, a folhagem do subosque, que não foi contabilizada na avaliação de cobertura de copas, podem ter contribuído para esse resultado. Não se pode descartar a hipótese de que as árvores muito mais altas do *Pinus* possibilitam a entrada de chuva lateral, aumentando a precipitação interna.

A quantidade de água que alcança o solo no plantio de *Anadenanthera falcata* é aproximadamente 18,5 % maior que no plantio de *Tapirira guianensis*. O reflexo dessa diferença é observado na umidade do solo na estação seca, que é ligeiramente superior no plantio puro de *Anadenanthera falcata*, seguido do plantio misto, *Pinus elliottii* e, por último, *Tapirira guianensis*. A umidade do solo, nesse período, é maior na área sem árvores do que em qualquer dos tratamentos de plantio, já que nesta área toda a água da chuva atinge o solo e não há transpiração das árvores. Na estação chuvosa, porém, o solo é igualmente úmido em todos os tratamentos (FIGURA 3).

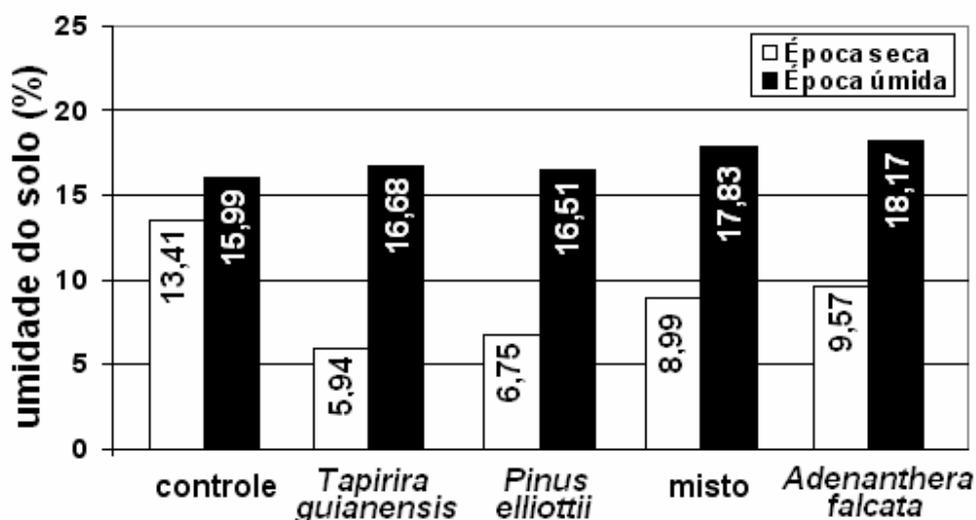


FIGURA 3 – Umidade do solo em época seca e em época úmida em diferentes modelos de plantio de restauração da mata ciliar em Assis, SP.

Com base nesses resultados e à luz da teoria da Área Variável de Afluência (Hewlett & Hibbert, 1967), pode-se afirmar que, à época chuvosa, pela igual facilidade em se saturar, todos os plantios encontram-se identicamente sujeitos a serem áreas de geração de deflúvio, o que pode causar diminuição da sua resistência mecânica e predispondo-os igualmente à degradação. Na época seca, porém, as diferenças na umidade do solo entre os plantios podem vir

a gerar diferenças na resistência à degradação no solo em função do conteúdo de umidade do solo, resultando em maior resistência à degradação sob o plantio de *Tapirira guianensis* ou sob o *Pinus elliottii*. Por outro lado, as diferenças na umidade do solo podem resultar em diferenças na disponibilidade de água, fator agravado por se tratar de época seca, período crítico em relação à disponibilidade de recurso hídrico na região de estudo.

Considerando uma precipitação anual de 1.300 mm e aplicando as equações 3, 4, 5 e 6, serão obtidos valores de transprecipitação de 839,4 mm, 950,2 mm, 1.135,8 mm e 1.063,7 mm, respectivamente, para os plantios de *Tapirira guianensis*, *Pinus elliottii*, plantio misto e *Anadenanthera falcata*, o que significa 224,3 mm a mais de água no solo neste último

modelo de restauração, em relação ao primeiro. Esses fatores devem ser considerados pelo gerenciador da bacia hidrográfica na ocasião do seu planejamento, pois a análise de correlações (TABELA 4) mostra claramente que a interceptação e a umidade do solo são inversamente correlacionadas, ou seja, quanto maior a interceptação, menor a umidade do solo.

TABELA 4 – Correlações de Pearson entre parâmetros estruturais de vegetação, interceptação da chuva e umidade do solo na estação seca, em plantio de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP.

	Densidade plantadas (ind.ha <sup>-1</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Cobertura das copas (%)	Densidade de regenerantes (ind.ha <sup>-1</sup> )	Umidade do solo (%)
Densidade (ind.ha <sup>-1</sup> )	1	–	–	–	–
Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,5907	1	–	–	–
Cobertura (%)	0,8404	0,4989	1	–	–
Regenerante (ind.ha <sup>-1</sup> )	0,6175	-0,2135	0,4535	1	–
Umidade (%)	<b>-0,9857</b>	-0,5707	<b>-0,8975</b>	-0,5709	1
Interceptação (%)	<b>0,9682</b>	0,6077	0,7022	0,5495	<b>-0,9421</b>

Negrito:  $p < 0,05$ .

Célula cinza:  $p < 0,01$ .

Embora fosse esperada uma maior interceptação no plantio de *Pinus elliottii*, com elevada área basal, indicando alta biomassa, foi o plantio puro de *Tapirira guianensis* que interceptou a maior porcentagem de água da chuva (TABELA 3). Não se constatou correlação significativa entre área basal e umidade do solo ou interceptação.

A correlação direta entre interceptação e biomassa, correntemente mencionada na literatura, pode ser válida apenas quando são comparadas florestas com composição florística semelhante, em que a cobertura do dossel é diretamente proporcional à biomassa.

Entre os parâmetros estruturais, a densidade de árvores foi o fator mais estreitamente relacionado com a perda evaporativa das chuvas e a menor umidade do solo. Constatou-se, também, que nos dois tratamentos em que as árvores são perenifólias há maior interceptação da chuva e é menor a umidade do solo.

#### 4 CONCLUSÕES

Com base nas análises de interceptação da chuva, comprovou-se a hipótese de que modelos de plantio baseados em diferentes espécies arbóreas exercem função consideravelmente distinta nos processos hidrológicos, especialmente pela grande diferença na interceptação da água das chuvas. A quantidade de chuva interceptada não está diretamente relacionada com a biomassa da floresta, uma vez que a maior retenção de água pelas copas foi observada no plantio puro de *Tapirira guianensis* e não no plantio de *Pinus elliottii*, cuja biomassa é muito superior à dos plantios com essências nativas. Maior interceptação implica redução na precipitação real que chega ao solo e isso, por si só, explica os resultados obtidos para umidade do solo. Para a precipitação média anual local de 1.300 mm e com base na equação 3, sob o plantio de *Tapirira guianensis* é como se a chuva tivesse sido de apenas 839,4 mm.

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado.

Aparentemente, algumas características estruturais e ecológicas do dossel exercem influência sobre os processos hidrológicos em plantios de recuperação da mata ciliar. Maior interceptação e menor umidade do solo tendem a ocorrer em florestas perenifólias, especialmente naquelas com alta densidade de árvores.

## 5 AGRADECIMENTOS

A Edison Adriano Berto, Édson Damasceno e Luiz Sérgio Console pela colaboração na coleta de amostras de solo e água, ao Químico Aleicho Agnaldo Sachete pelo auxílio nas análises de laboratório, ao Eng. Florestal Antônio Carlos Galvão de Melo pela contribuição nas análises estatísticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha - SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

AUSTIN, M. P.; GAYWOOD, M. J. Current problems of environmental gradients and species response curves in relation to continuum theory. **J. of Vegetation Science**, Grangärde, v. 5, n. 4, p. 473-482, 1994.

BOSCH, J. M.; HEWLETT, J. D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. **J. of Hydrology**, Amsterdam, v. 55, p.3-23, 1982.

CICCIO, V.; ARCOVA, F. C. S.; SHIMOMICHI, P. Y.; FUJIEDA, M. Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de Mata Atlântica. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 20/22, p. 25-30, 1986/88.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

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

GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 143 p.

HEWLETT, J. D.; HIBBERT, A. R. Factors affecting the response of small watershed to precipitation in humid areas. In: SOPPER, W. E.; LULL, H. W. (Ed.). **International Symposium of Forest Hydrology**. Oxford: Pergamon Press, 1967. p. 527-543.

JOHNSTON, M. H. Soil-vegetation relationships in a tabonuco forest community in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 8, p. 253-263, 1992.

KAGEYAMA, P. Y. *et al.* (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. 340 p.

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

LIMA, W. P.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, Piracicaba, n. 24, p. 43-46, 1983.

LINSLEY Jr., R. K.; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L. H. **Hydrology for engineers**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1982. p. 47-133.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1, 343 p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 2, 368 p.

MEDLEY, K. E. Patterns of forest diversity along the Tana river, Kenya. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 8, p. 353-371, 1992.

MELO, A. C. G. **Reflorestamentos de restauração de matas ciliares: análise estrutural e método de monitoramento no Médio Vale do Paranapanema (SP)**. 2004. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado.

NALON, M. A.; VELLARDI, A. C. Interceptação na floresta secundária das encostas da Serra do Mar, região de Cubatão, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 894-899. (**Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 4, n. único, pt. 3, 1992, Edição especial).

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

OLIVEIRA-FILHO, A. T. *et al.* Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern. **Flora**, Amsterdam, v. 189, p.1-19, 1994a.

\_\_\_\_\_. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 113, p. 99-124, 1994b.

\_\_\_\_\_. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 67-85, 1994c.

\_\_\_\_\_. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in southeastern Brazil. **Flora**, Amsterdam, v. 192, p. 47-64, 1997.

PENDRY, C. A.; PROCTOR, J. Altitudinal zonation of rain forest on Bukit Belalong, Brunei: soils, forest structure and floristics. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 13, p. 221-241, 1997.

PULITANO, F. M. **Análise da estrutura e funcionamento de reflorestamento de mata ciliar aos 18 e 29 anos após plantio, no município de Cândido Mota – São Paulo**. 2003. 141 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

\_\_\_\_\_.; DURIGAN, G.; DIAS, L. E. A mata ciliar da Fazenda Cananéia: estrutura e composição florística em dois setores com idades diferentes. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 419-445.

RIBEIRO, J. P.; FONSECA, C. E. L.; SILVA, J. C. S. (Org.). **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 899 p.

ROBERTS, J. Forest transpiration: a conservative hydrological process. **J. of Hydrology**, Amsterdam, v. 66, p. 123-141, 1983.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. 320 p.

RODRIGUES, R. R. *et al.* Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 71-84. 1989.

SABATIER, D. *et al.* The influence of soil cover organization on the floristic and structural heterogeneity of a Guianan rain forest. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 131, p. 81-108, 1997.

SILVEIRA, E. R. **Recuperação de mata ciliar do córrego Tarumã (Tarumã, SP)**: aspectos ambientais de quatro modelos florestais dez anos após o plantio. 2001. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

\_\_\_\_\_.; DURIGAN, G. Recuperação da matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos 10 anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, S.P. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 347-370.

STEWART, J. B. Evaporation from forest. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 17., 1981, Kyoto. **Proceedings....** Tokyo: IUFRO, 1981. p. 129-138.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery Forest in south-eastern Brazil. **Flora**, Amsterdam, v. 194, p. 249-266, 1999.

# AVES ENDÊMICAS E AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE XITUÉ E A CONTRIBUIÇÃO DO TAQUARUÇU *Guadua tigoara* (Nees) Kunth PARA A RIQUEZA LOCAL\*

Alexsander Zamorano ANTUNES\*\*  
Marilda Rapp de ESTON\*\*\*

## RESUMO

O contínuo ecológico da Serra de Paranapiacaba, no sul do Estado de São Paulo, é uma área de extrema importância para a conservação das aves. Dentro do contínuo, a Estação Ecológica de Xitué é a Unidade de Conservação cuja avifauna é menos conhecida. Em levantamento efetuado em 2006 foram registradas em Xitué 48 espécies endêmicas da Mata Atlântica e 8 ameaçadas de extinção. Apesar de ser a espécie vegetal dominante em vastos trechos da estação, o taquaruçu *Guadua tigoara* (Nees) Kunth parece contribuir pouco para a riqueza de espécies de aves encontradas. No entanto, entre estas espécies se encontra o criticamente ameaçado papa-capim-da-taquara *Sporophila falcirostris*, granívoro especializado em sementes de taquaras.

Palavras-chave: endemismo; Mata Atlântica; Serra de Paranapiacaba; *Sporophila falcirostris*.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das mais ricas avifaunas do mundo. Apesar da Amazônia apresentar a maior riqueza de espécies, é na Mata Atlântica que se encontra a maioria das espécies endêmicas do Brasil (Marini & Garcia, 2005).

Para preservar o maior número possível de espécies da Mata Atlântica, se faz necessária a manutenção e/ou implementação de redes de remanescentes florestais grandes interligados a outros fragmentos através de corredores ecológicos. Idealmente incluindo várias fitofisionomias e gradientes altitudinais, já que muitas espécies são especializadas quanto aos habitats ocupados (Goerck, 1997; Marsden & Whiffin, 2003) ou ocorrem apenas em determinadas faixas de altitude (Bencke & Kindel, 1999; Goerck, 1999; Buzzetti, 2000). Além disso, certas espécies realizam deslocamentos sazonais em busca de recursos,

## ABSTRACT

The Paranapiacaba Range ecological *continuum*, in State of São Paulo southern Brazil, is an extremely important area to bird conservation. In Paranapiacaba Range the birds of Xitué Ecological Station remains poorly known. We surveyed the Xitué birds in 2006 and we found 48 Atlantic Forest endemics species and 8 threatened. Although the bamboo *Guadua tigoara* (Nees) Kunth dominate many areas of Xitué, it contributed too little for bird richness. However, between these bird species was the critically endangered Temminck's Seedeater *Sporophila falcirostris*, specialized bamboo granivorous.

Key words: endemism; Atlantic Forest; Paranapiacaba Range; *Sporophila falcirostris*.

necessitando de florestas em diferentes altitudes ou de diferentes fisionomias para sua sobrevivência (Pizo *et al.*, 1995; Galetti *et al.*, 1997a, b, 2000; Sick, 1997; Willis & Oniki, 2003).

Uma das áreas mais importantes para a conservação da biodiversidade e dos processos ecológicos da Mata Atlântica é o chamado contínuo da Serra de Paranapiacaba, no sul do Estado de São Paulo, integrante da área de endemismo da Serra do Mar (Silva *et al.*, 2004). Ele é formado por quatro Unidades de Conservação - UCs de proteção integral e algumas áreas privadas contíguas, totalizando 140.000 ha de floresta, com trechos consideráveis em estágio avançado de sucessão ecológica, entre 20 e 1.095 m de altitude (Pisciotta, 2002). As UCs do contínuo são os Parques Estaduais Carlos Botelho (37.644 ha), Intervalos (41.704 ha), Turístico do Alto Ribeira (35.156 ha) e a Estação Ecológica de Xitué (3.095 ha).

(\*) Aceito para publicação em dezembro de 2007.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: alexsanderantunes@ig.com.br

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

Os três Parques Estaduais foram considerados áreas de extrema importância para a conservação de espécies de aves ameaçadas de extinção na região Neotropical (Wege & Long, 1995), compondo a Área Importante para a Conservação das Aves (IBA) do Maciço Florestal de Paranapiacaba (Bencke *et al.*, 2006).

Dentre estas unidades, a Estação Ecológica de Xitué - EECX se destaca por sua grande área, quando comparada às demais, coberta pelo taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth (Souza *et al.*, 2007), sendo a menos estudada em relação à avifauna. O único trabalho publicado sobre o tema, o de Pedrocchi *et al.* (2002), apresentou as espécies registradas na estação em conjunto com as encontradas na contígua base Barra Grande, do Parque Estadual Intervales, totalizando 54 espécies.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados de um levantamento preliminar efetuado na EECX, caracterizando a comunidade de aves em relação à presença de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Como ocorre o taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth em vastos trechos dessa UC, também se avalia a influência desta espécie na riqueza de aves, discutindo-se com registros encontrados em outras áreas com taquaras.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A Estação Ecológica de Xitué, criada através dos Decretos Estaduais nº 28153/57, nº 24151/85 e nº 26890/87, está localizada nas coordenadas 24° 22' S e 48° 25' W, ocupando uma área de 3.095 ha, no município de Ribeirão Grande – SP (FIGURA 1), sendo contígua ao Parque Estadual Intervales (São Paulo, 2006). A amplitude altitudinal desta UC varia de 750 a 1005 m, o clima da região é do tipo Cfb, temperado úmido sem estiagem, no sistema Köppen (Ferraz & Varjabedian, 1999).

A vegetação predominante é a Florestal Ombrófila Densa Montana, havendo muitos trechos com dominância do taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth (Ferraz & Varjabedian, 1999). Esse pertence à subfamília Bambusoideae da família Poaceae, uma das mais diversas do mundo, englobando cerca de 793 gêneros e 10.000 espécies conhecidas (Longhi-Wagner *et al.*, 2001). O taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth ocorre na Mata Atlântica entre a Bahia e Santa Catarina, principalmente em matas secundárias.

O comportamento reprodutivo dessa espécie é pouco conhecido, porém parece florescer frequentemente e as plantas não morrem após a floração, ao contrário da maioria das Bambuseae (Londoño, 2001).

As aves foram amostradas em setembro de 2006, seguindo a metodologia de Avaliação Ecológica Rápida (Sobrevilla & Bath, 1992). Foram percorridas as duas principais trilhas existentes na Estação: a de Xitué e a do Rio das Almas. Na primeira predomina o taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth, com vegetação arbórea mais desenvolvida nos vales dos pequenos riachos que drenam a área. Já a segunda trilha acompanha a margem direita do rio das Almas, apresentando mais trechos com árvores de maior porte.

As trilhas foram percorridas lentamente, aproximadamente 1 km/h, conforme amostragem por trajetos de distância ilimitada (Willis, 1979; Bibby *et al.*, 1992), com paradas breves para melhor visualização de alguns indivíduos, totalizando 10 horas de esforço amostral.

As espécies foram identificadas através de vocalizações e visualizações com auxílio de binóculos Mirador 8x40. Os registros foram georeferenciados com GPS Garmin e-Trex Summit. A nomenclatura científica adotada foi a de Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2007). Os nomes populares apresentados foram, em sua maioria, os sugeridos por Willis & Oniki (1991).

Para a classificação das espécies endêmicas ao Bioma Mata Atlântica foi utilizada a relação apresentada por Bencke *et al.* (2006). Foram consultadas as listas de espécies ameaçadas do Estado de São Paulo (São Paulo, 1998), brasileira (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 2003) e global (lista vermelha) da International Union for Conservation of Nature - IUCN (2007).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A EECX, apesar de sua área pequena e da condição alterada da maior parte de sua vegetação, apresentou uma riqueza surpreendente de espécies de aves endêmicas e ameaçadas de extinção. Foram registradas 91 espécies, das quais 48 (53%) são endêmicas ao Bioma Mata Atlântica (TABELA 1). Oito espécies são consideradas ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo, duas destas também incluídas na lista brasileira e três na lista global (TABELA 1).

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de. Aves endêmicas e ameaçadas de extinção da Estação Ecológica de Xitué e a contribuição do taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth para a riqueza local.

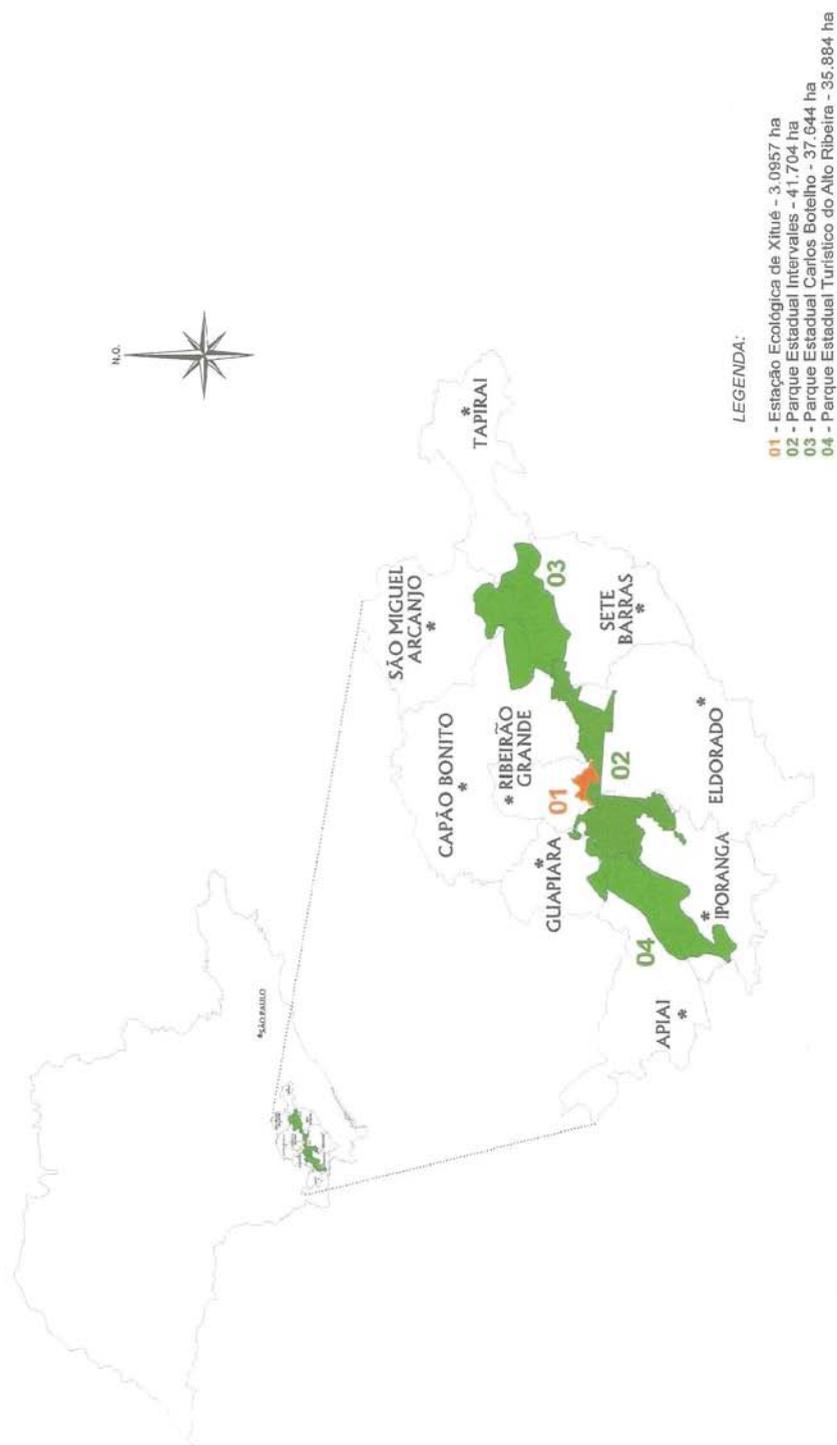


FIGURA 1 – Localização da Estação Ecológica de Xitúé em relação ao Contínuo Ecológico da Serra de Paranapiacaba no Estado de São Paulo.

TABELA 1 – Aves registradas na Estação Ecológica de Xitué. *Status*: END = espécie endêmica ao bioma Mata Atlântica; SP = espécies ameaçadas no Estado de São Paulo (São Paulo, 1998); BR = espécies nacionalmente ameaçadas (IBAMA, 2003) e IUCN = espécies globalmente ameaçadas (IUCN, 2007); Categorias: Criticamente em perigo (CP); Em perigo (EP) e Vulnerável (VU).

Táxons	Nome Popular	Total de Registros	Status		
			SP	BR	IUCN
Tinamiformes					
Tinamidae					
<i>Tinamus solitarius</i> (Vieillot, 1819)	macuco	3	END		VU
<i>Crypturellus obsoletus</i> (Temminck, 1815)	inhambu-guaçu	2			
Galliformes					
Cracidae					
<i>Aburria jacutinga</i> (Spix, 1825)	jacutinga	3	END	CP	EP
Accipitridae					
<i>Leucopternis polionotus</i> (Kaup, 1847)	gavião-pombo-grande	1	END		VU
<i>Spizaetus tyrannus</i> (Wied, 1820)	gavião-pega-macaco	1			VU
Columbiformes					
Columbidae					
<i>Patagioenas plumbea</i> (Vieillot, 1818)	pomba-amargosa	2			
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	juriti-gemedeira	1			
<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	juriti-piranga	2			
Psittaciformes					
Psittacidae					
<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1817)	tiriba-de-testa-vermelha	14			
<i>Brotogeris tirica</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rico	6	END		
<i>Pionopsitta pileata</i> (Scopoli, 1769)	cuiú-cuiú	10	END		VU
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca-verde	9			
<i>Trichilaria malachitacea</i> (Spix, 1824)	sabiaca	2	END		CP
Cuculiformes					
Cuculidae					
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	1			
Apodiformes					
Apodidae					
<i>Chaetura cinereiventris</i> Sclater, 1862	taperá-de-barriga-cinza	2			

continua

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de. Aves endêmicas e ameaçadas de extinção da Estação Ecológica de Xitué e a contribuição do taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth para a riqueza local.

continuação – TABELA I

Táxons	Nome Popular	Total de Registros	Status
			SP BR IUCN
Trochilidae			
<i>Phaethornis eurynome</i> (Lesson, 1832)	rabo-branco-de-garganta-rajada	2	END
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-frente-violeta	1	END
Trogoniformes			
Trogonidae			
<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucua-variado	1	END
<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	surucua-de-barriga-amarela	1	
Piciformes			
Picidae			
<i>Picumnus temminckii</i> Lafresnaye, 1845	picapau-anão-de-coleira	2	END
<i>Yenilornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	picapau-manchado	3	
<i>Piculus aurulentus</i> (Temminck, 1821)	picapau-verde-dourado	1	END
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	picapau-carijó	1	
<i>Campephilus robustus</i> (Lichtenstein, 1818)	picapau-rei	1	END
Passeriformes			
Thamnophilidae			
<i>Hypodaedalus guttatus</i> (Vieillot, 1816)	chocão-carijó	2	END
<i>Batara cinerea</i> (Vieillot, 1819)	matracão	1	
<i>Mackenziaena severa</i> (Lichtenstein, 1823)	borralhara-preta	2	END
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa	2	
<i>Myrmotherula gularis</i> (Spix, 1825)	choquinha-estrelada	2	END
<i>Drymophila ferruginea</i> (Temminck, 1822)	dituí	2	END
<i>Drymophila ochropyga</i> (Hellmayr, 1906)	trovoada-ocre	2	END
<i>Terenura maculata</i> (Wied, 1831)	zidedê-do-sul	1	END
<i>Pyriglena leucoptera</i> (Vieillot, 1818)	olho-de-fogo-do-sul	3	END
<i>Myrmeciza squamosa</i> Pelzel, 1868	formigueiro-da-grota	2	END
Conopophagidae			
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831)	chupa-dente-marrom	1	
Grallariidae			
<i>Grallaria varia</i> (Boddaert, 1783)	tovacuçu-malhado	2	

continua

continuação – TABELA I

Táxons	Nome Popular	Total de Registros	Status		
			SP	BR	IUCN
Rhinocryptidae					
<i>Scyatopus notorius</i> Raposo, Stopiglia, Loskot & Kirwan, 2006	macuquinho-serrano	1			END
Formicariidae					
<i>Chamaea campanisona</i> (Lichtenstein, 1823)	tovaca-campainha	2			
<i>Chamaea meruloides</i> Vigors, 1825	tovaca-cantador	1			END
Scleruridae					
<i>Sclerurus scansor</i> (Menetries, 1835)	vira-folha-vermelho	1			
Dendrocolaptidae					
<i>Dendrocincla turdina</i> (Lichtenstein, 1820)	arapaçu-liso	2			END
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde	2			
<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	3			END
<i>Lepidocolaptes falcinellus</i> (Cabanis & Heine, 1859)	arapaçu-escamoso-do-sul	1			END
<i>Campylorhamphus falcularius</i> (Vieillot, 1822)	arapaçu-alfange	1			END
Furnariidae					
<i>Synallaxis ruficapilla</i> Vieillot, 1819	pichororé	2			END
<i>Phacellodomus ferrugineigula</i> (Pelzeln, 1858)	joão-botina	1			END
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832)	limpa-folha-quiete	2			
<i>Philydor rufum</i> (Vieillot, 1818)	limpa-folha-de-testa-canela	6			
<i>Anabazenops fuscus</i> (Vieillot, 1816)	limpa-folha-de-coleira	2			END
<i>Automolus leucophthalmus</i> (Wied, 1821)	barranqueiro-de-olho-branco	2			
<i>Heliobletus contaminatus</i> Berlepsch, 1885	trepadorzinho	1			END
Tyrannidae					
<i>Mionectes rufiventris</i> Cabanis, 1846	abre-asa-de-cabeça-cinza	1			END
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	abre-asa-cabeçudo	1			
<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i> (Lafresnaye, 1846)	tororó	1			
<i>Phylloscartes oustaleti</i> (Sclater, 1887)	treme-rabo	2			END
<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	maria-cigarra	2			END
<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho-de-garganta-branca	1			
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado	1			
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	maria-irré	1			
<i>Ramphotrigon megacephalum</i> (Swainson, 1835)	maria-cabeçuda	1			
<i>Attila rufus</i> (Vieillot, 1819)	tinguaçu-de-cabeça-cinza	1			END

continua

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de. Aves endêmicas e ameaçadas de extinção da Estação Ecológica de Xitué e a contribuição do taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth para a riqueza local.

continuação – TABELA I

Táxons	Nome Popular	Total de Registros	Status		
			SP	BR	IUCN
Cotingidae					
<i>Carpornis cucullata</i> (Swainson, 1821)	corococho	8	END		
<i>Procnias nudicollis</i> (Vieillot, 1817)	araponga	1	END	VU	VU
Pipridae					
<i>Piprites chloris</i> (Temminck, 1822)	caneleirinho-cantor	1			
<i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw & Nodder, 1793)	tangará-dançarino	3	END		
Tityridae					
<i>Oxyruncus cristatus</i> Swainson, 1821	bico-agudo	1			
<i>Schiffornis virescens</i> (Lafresnaye, 1838)	flautim-verde	1	END		
<i>Pachyrhamphus castaneus</i> (Jardine & Selby, 1827)	caneleiro-castanho	2			
Vireonidae					
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	2			
<i>Hylophilus poicilotis</i> Temminck, 1822	vite-vite-coroado	2	END		
Turdidae					
<i>Turdus flavipes</i> Vieillot, 1818	sabiá-una	2			
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	1			
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	5			
Thraupidae					
<i>Cissopis leverianus</i> (Gmelin, 1788)	tietinga	3			
<i>Orthogonyx chloricterus</i> (Vieillot, 1819)	catirumbava	8	END		
<i>Trichothraupis melanops</i> (Vieillot, 1818)	tié-de-topete	3			
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	tié-da-mata	5			
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinza	1			
<i>Thraupis cyanoptera</i> (Vieillot, 1817)	sanhaço-da-serra	1	END		
<i>Thraupis ornata</i> (Sparman, 1789)	sanhaço-rei	1	END		
<i>Tangara cyanocephala</i> (Statius Muller, 1776)	saíra-militar	16	END		
<i>Hemithraupis ruficapilla</i> (Vieillot, 1818)	saíra-ferrugem	2	END		
Emberizidae					
<i>Haplospiza unicolor</i> Cabanis, 1851	catatau	4	END		
<i>Sporophila falcirostris</i> (Temminck, 1820)	papa-capim-da-taquara	2	END	CP	VU

continua

continuação – TABELA I

Táxons	Nome Popular	Total de Registros	Status
			SP BR IUCN
Cardinalidae			
<i>Saltator fuliginosus</i> (Daudin, 1800)	bico-de-pimenta	1	END
<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro-de-asa-verde	1	
Parulidae			
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula-coroado	2	
<i>Phaeothlypis rivularis</i> (Wied, 1821)	pula-pula-ribeirinho	2	
Icteridae			
<i>Cacicus chrysopterus</i> (Vigors, 1825)	japiim-soldado	3	
Fringillidae			
<i>Euphonia pectoralis</i> (Latham, 1801)	ferro-velho	2	END

Cumpramos ressaltar que todas as espécies encontradas em Xitué também foram registradas para o Parque Estadual Intervales (Vielliard & Silva, 2002), UC contígua à esta Estação Ecológica. Embora o papa-capim-da-taquara *Sporophila falcirostris* não conste da lista de Vielliard & Silva (2002), observou-se esta espécie em Intervales, no mesmo período amostral, em áreas contíguas à EEcX.

Atualmente, 207 espécies são consideradas endêmicas ao bioma Mata Atlântica, sendo que 16% constam na lista paulista de fauna ameaçada, 24,6% na lista do IBAMA e 45,4% figuram na lista da IUCN (Cordeiro, 2007). Na EEcX 15% das espécies endêmicas encontradas são consideradas ameaçadas na lista paulista, 4% na lista do IBAMA e 6% na lista da IUCN. Dentre as ameaçadas se destaca a jacutinga *Aburria jacutinga*, espécie criticamente em perigo.

A maioria das UCs implantadas no bioma da Mata Atlântica, além de sofrerem inúmeras pressões antrópicas, apresenta áreas insuficientes para a manutenção de populações viáveis, a longo prazo, para a maioria das espécies de aves (Franklin, 1980; Marsden *et al.*, 2005). Considerando que a Mata Atlântica foi reduzida a menos de 10% da cobertura original (Harris & Pimm, 2004), qualquer remanescente e área em regeneração deveriam ser considerados preciosos. A EEcX, apesar de ser pequena como UC e apresentar uma vegetação degradada, devido à riqueza de espécies endêmicas e ameaçadas, deve ser considerada de extrema prioridade para a conservação.

Várias espécies podem servir como bioindicadores para o monitoramento e manejo dessa UC. Insetívoros de sub-bosque exigentes podem ser utilizados no acompanhamento de áreas em regeneração. A presença dessas espécies indica a importância da área como fonte de recursos para a fauna local, mesmo em fase de recuperação. Exemplos dessas aves que ocorrem na EEcX são a choquinha-estrelada *Myrmotherula gularis*, o tovacuçu *Grallaria varia* e o vira-folha-vermelho *Sclerurus scansor*. Essas espécies desaparecem de fragmentos florestais pequenos ou quando ocorre alteração acentuada no microclima.

Outros bons bioindicadores são os predadores de topo de cadeia e os frugívoros de grande porte, que desempenham papéis importantes na manutenção do ecossistema.

A abundância relativa ou a densidade dessas espécies pode ser monitorada ao longo do tempo e usada para inferir a qualidade da floresta ou a efetividade de ações de manejo. Exemplos de frugívoros grandes encontrados nessa UC são a jacutinga *Aburria jacutinga*, o corocochó *Carponis cucullata* e a araponga *Procnias nudicollis*.

Na EEcX a vegetação ao longo da trilha de Xitué é dominada pelo taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth, com pequenas manchas com dossel bem desenvolvido ocorrendo apenas nos vales dos riachos. A dominância do taquaruçu em vastos trechos dessa UC se deve ao histórico de perturbação antrópica da região, que incluiu ciclos de garimpo de ouro, corte raso para produção de carvão e assentamentos de pequenos proprietários (Ferraz & Varjabedian, 1999). Dezoito espécies (20%) foram observadas vocalizando ou forrageando no taquaruçu, a maioria delas insetívoras e endêmicas (TABELAS 1 e 2).

Apenas três espécies insetívoras, *Drymophila ochropyga*, *Anabazenops fuscus* e *Ramphotrigon megacephalum*, e uma granívora, *Sporophila falcirostris*, entretanto, podem ser consideradas especialistas em taquarais (Sick, 1997; Rodrigues *et al.*, 1994; Willis & Oniki, 2003). Os demais insetívoros foram observados também em outras áreas, forrageando em emaranhados de lianas, touceiras de samambaias *Dicranopteris* spp. e *Gleichenella* spp., etc., e os demais granívoros também utilizam sementes de outras espécies.

O João-botina *Phacellodomus ferrugineigula* foi considerado espécie restrita a taboais relativamente extensos por Vielliard & Silva (2002) e alocado entre as espécies ameaçadas de extinção encontradas no Parque Estadual Intervales. Porém, o registro obtido na EEcX confirma o padrão detectado também em outra UC, o Parque Estadual da Cantareira - PEC, onde o João-botina foi frequentemente observado no período de 2005 a 2007 forrageando em moitas de taquaruçu e de Cyperaceae localizadas próximas de riachos no interior da mata. Inclusive, naquela localidade, indivíduos foram encontrados nidificando em colmos de taquaruçu inclinados sobre esses riachos. No interior do Estado o João-botina parece estar realmente restrito a taboais.

TABELA 2 – Espécies de aves registradas nas moitas de taquaruçu *Guadua tagoara* da Estação Ecológica de Xitué.

Táxons Insetívoros	Nome Popular	Táxons Granívoros	Nome Popular
Thamnophilidae		Thraupidae	
<i>Hypoedaleus guttatus</i>	chocão-carijó	<i>Cissopis leverianus</i>	tietinga
<i>Batara cinerea</i>	matracão	Emberizidae	
<i>Mackenziaena severa</i>	borralhara-preta	<i>Haplospiza unicolor</i>	catatau
<i>Dryophila ferruginea</i>	dituí	<i>Sporophila falcirostris</i>	papa-capim-da-taquara
<i>Dryophila ochropyga</i>	trovoada-ocre	Cardinalidae	
Rhinocryptidae		<i>Saltator fuliginosus</i>	bico-de-pimenta
<i>Scytalopus notorius</i>	macuquinho-serrano	<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro-de-asa-verde
Dendrocolaptidae			
<i>Campylorhamphus falcularius</i>	arapaçu-alfange		
Furnariidae			
<i>Phacellodomus ferrugineigula</i>	joão-botina		
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	limpa-folha-quiete		
<i>Anabazenops fuscus</i>	limpa-folha-de-coleira		
Tyrannidae			
<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i>	tororó		
<i>Myiornis auricularis</i>	maria-cigarra		
<i>Ramphotrigon megacephalum</i>	maria-cabeçuda		

Em relação ao catatau *Haplospiza unicolor*, Olmos (1996) discutiu se esta seria uma espécie nômade, que se desloca procurando frutificações de taquaras, ou se seria uma espécie sedentária pouco conspícua que congrega ao redor de taquarais frutificados, tornando-se mais detectável. Esse autor parece apoiar a primeira hipótese, afirmando que ela teria de ser uma espécie muito elusiva e silenciosa, para passar despercebida fora dos períodos de frutificação de taquarais. Observações realizadas no PEC detectaram *H. unicolor* forrageando em gramíneas das bordas de trilhas e clareiras da mata. Nessas ocasiões não havia taquaras frutificadas na área, incluindo o taquaruçu. No interior do Estado de São Paulo, por exemplo, nas regiões de Itapetininga e Piracicaba, alguns indivíduos dessa espécie foram observados no inverno, no período de 2000 a 2005, independente de frutificações de taquaras.

Tanto no PEC quanto no interior, os machos observados não estavam cantando, o que corrobora a segunda hipótese.

Os gêneros de taquara diferem muito no seu ciclo de vida (Clark, 2001). O taquaruçu não apresenta o padrão que se associa prontamente aos bambus, ou seja, o florescimento sincrônico a longos intervalos seguido pela morte de todos os indivíduos (Londoño, 2001). Desde 2002, têm sido observadas moitas de taquaruçu frutificando na Serra de Paranapiacaba. A frutificação é assíncrona, permitindo haver indivíduos em diferentes fenofases ao mesmo tempo. Em agosto de 2007, foram observadas no Parque Estadual Carlos Botelho moitas de taquaruçu distantes alguns quilômetros entre si em diferentes fases do ciclo de vida. Enquanto algumas estavam completamente mortas e tomadas por emaranhados de lianas, outras estavam frutificando e outras, ainda, apresentavam colmos novos.

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de. Aves endêmicas e ameaçadas de extinção da Estação Ecológica de Xitué e a contribuição do taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth para a riqueza local.

Por ser o Sudeste do Brasil um importante centro de diversidade de taquaras (Clark, 2001), a riqueza de espécies com ciclos de vida distintos e a grande área de floresta contínua existente originalmente, possibilitaram a especialização de granívoros. Atualmente, essas espécies estão ameaçadas devido à extrema redução e fragmentação da Mata Atlântica e sua biologia é pouco conhecida.

Olmos (1996) sugeriu que a frutificação de taquaras dos gêneros *Guadua* e *Merostachys* atrairiam mais aves granívoras do que as do gênero *Chusquea*, devido à maior quantidade de sementes e por estas serem de maior porte e mais fáceis de encontrar. É provável que, por apresentar assincronia na frutificação e por ocupar uma área extensa no domínio da Mata Atlântica, o taquaruçu seja a espécie de taquara mais importante para a manutenção das três espécies de granívoros especializados e endêmicos: a pararu-espelho *Claravis godefrida* (Temminck, 1811), o papa-capim-da-taquara *Sporophila falcirostris* (Temminck, 1820) e o pichochó *Sporophila frontalis* (Verreaux, 1869).

As alterações antrópicas favoreceram tanto o taquaruçu e algumas espécies de *Merostachys* que alguns pesquisadores as consideram espécies invasoras/problema em certas localidades. (Mattoso *et al.*, 2006; Mattoso *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2007). Contudo, se a dominância do taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth fosse generalizada, insetívoros especializados como a choca-da-taquara *Biatas nigropectus* (Lafresnaye, 1850), e os granívoros especializados e endêmicos citados acima, provavelmente também apresentariam uma ampla distribuição e seriam abundantes. Ao ser constatado o contrário, presume-se que a ocorrência do taquaruçu não deva ser genericamente considerada um problema ambiental.

#### 4 CONCLUSÕES

A EEcX, apesar de ser uma UC pequena e apresentar vegetação alterada, com predomínio de moitas de taquaruçu, abriga um número considerável de espécies de aves endêmicas e ameaçadas de extinção, devendo ser considerada de extrema prioridade para a conservação.

Estudos detalhados sobre a biologia de aves insetívoras e granívoros considerados especialistas em taquaras são necessários para a compreensão do aparente paradoxo da extrema raridade de algumas destas espécies, e a provável maior disponibilidade de habitat decorrente da ação humana.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Ana Maria Rodrigues dos Santos por sugestões ao trabalho, à Kátia Pisciotta pelo apoio e ao Maurício de Alcântara Marinho, diretor do Parque Estadual Intervales, pela infra-estrutura disponibilizada, ao guarda-parque José da Silva e ao monitor José Flóido pelo acompanhamento em campo e à Fátima Marino pela confecção da FIGURA 1.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENCKE, G. A.; KINDEL, A. Bird counts along an elevational gradient of Atlantic Forest in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. **Ararajuba**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 91-107, 1999.
- 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.
- BIBBY, J. C.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. **Bird census techniques**. London: Academic Press, 1992. 253 p.
- BUZZETTI, D. R. C. Distribuição altitudinal de aves em Angra dos Reis e Parati, sul do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: ALVES, M. A. *et al.* (Ed.). **A ornitologia no Brasil: pesquisa atual e perspectivas**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2000. p. 131-148.
- CLARK, L. G. Subfamília Bambusoidea. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. (Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP: Hucitec, 2001. v. 1, p. 21-49.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Listas das aves do Brasil**. Versão 16/08/2007. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 26 jul. 2007.

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de. Aves endêmicas e ameaçadas de extinção da Estação Ecológica de Xitué e a contribuição do taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth para a riqueza local.

CORDEIRO, P. H. C. **Análise dos padrões de distribuição geográfica das aves endêmicas da Mata Atlântica e a importância do corredor da Serra do Mar e do corredor central para conservação da biodiversidade brasileira.** Disponível em: <[www.corredores.org.br/? pageld=adminOpenDoc&docId=1692](http://www.corredores.org.br/?pageld=adminOpenDoc&docId=1692)>. Acesso em: 2 ago. 2007.

FERRAZ, L. P. M.; VARJABEDIAN, R. **Evolução histórica da implantação e consolidação das informações disponíveis sobre a Estação Ecológica de Xitué.** São Paulo: SMA, Instituto Florestal, Divisão de Reservas e Parques Estaduais, 1999. 14 p. (Relatório técnico apresentado à DRPE/CINP/IF).

FRANKLIN, I. R. Evolutionary change in small populations. In: SOULÉ, M. E.; WILCOXON, B. A. (Ed.). **Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective.** Sunderland: Sinauer, 1980. p. 135-149.

GALETTI, M. *et al.* Ecology and conservation of the jacutinga *Pipile jacutinga* in the Atlantic forest of Brazil. **Biol. Conserv.**, Oxford, v. 82, n. 1, p. 31-39, 1997a.

GALETTI, M. *et al.* Records of Harpy and Crested Eagles in the Brazilian Atlantic Forest. **Bull. Brit. Orn. Club**, Peterborough, v. 117, n. 1, p. 27-31, 1997b.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; LAPS, R. Frugivory by toucans (Ramphastidae) in two altitudes in the Atlantic forest of Brazil. **Biotropica**, Malden, v. 33, supl., p. 723-726, 2000.

GOERCK, J. M. Patterns of rarity in the birds of the Atlantic Forest of Brazil. **Conserv. Biol.**, Malden, v. 11, n. 1, p. 112-118, 1997.

GOERCK, J. M. Distribution of birds along an elevational gradient in the Atlantic Forest of Brazil: implications for the conservation of endemic and endangered species. **Bird Conserv. Intern.**, Cambridge, v. 9, n. 1, p. 235-253, 1999.

HARRIS, G. M.; PIMM, S. L. Bird species' tolerance of secondary forest habitats and its effects on extinction. **Conserv. Biol.**, Malden, v. 18, p. 1607-1616, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 101, p. 88-97, 28 maio 2003. Seção I.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. **2007 IUCN red list of threatened species.** Cambridge: IUCN Species Survival Commission. Disponível em: <<http://www.redlist.org>>. Acesso em: 26 jul. 2007.

LONGHI-WAGNER, H. M. *et al.* (Ed.). Poaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. (Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo.** São Paulo: FAPESP: Hucitec, 2001. v. 1.

LONDOÑO, X. *Guadua* Kunth. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. (Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo.** São Paulo: FAPESP: Hucitec, 2001. v. 1, p. 38-39.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 95-102, 2005.

MARSDEN, S. J.; WHIFFIN, M. The relationship between population density, habitat position and habitat breadth within a neotropical forest bird community. **Ecography**, Lund, v. 26, n. 1, p. 385-392, 2003.

MARSDEN, S. J.; GALETTI, M.; FIELDING, A. H. How well will Brazil's system of Atlantic Forest reserves maintain viable bird populations? **Biodivers. Conserv.**, Amsterdam, v. 14, p. 2835-2853, 2005.

MATTOSO, A. Q. *et al.* **Plano de Manejo da Serra do Mar.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2006. 465 p.

MATTOSO, A. Q. *et al.* **Plano de Manejo Carlos Botelho.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2007. 534 p.

OLMOS, F. Satiation or deception?: mast-seeding *Chusquea* bamboos, birds and rats in the Atlantic forest. **Rev. Brasil. Biol.**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 2, p. 391-401, 1996.

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de. Aves endêmicas e ameaçadas de extinção da Estação Ecológica de Xitué e a contribuição do taquaruçu *Guadua tagoara* (Nees) Kunth para a riqueza local.

PEDROCCHI, V.; SILVA, C. R. da; SILVA, A. da. Check list of birds and mammals in the Paranapiacaba forest fragment. In: MATEOS, E. *et al.* (Ed.). **Censuses of vertebrates in a brazilian Atlantic rainforest área:** the Paranapiacaba fragment. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2002. p. 183-204.

PISCIOTTA, K. The Paranapiacaba forest fragment. In: MATEOS, E. *et al.* (Ed.). **Censuses of vertebrates in a brazilian Atlantic rainforest área:** the Paranapiacaba fragment. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2002. p. 19-25.

PIZO, M. A.; SIMÃO, I.; GALETTI, M. Diet and flock size of sympatric parrots in the Atlantic forest of southeastern Brazil. **Ornit. Neotrop.**, Albuquerque, v. 6, n. 1, p. 87-95, 1995.

RODRIGUES, M.; ALVARES, S. M. R.; MACHADO, C. G. Foraging behavior of the white-collared foliage-gleaner (*Anabazenops fuscus*), a bamboo specialist. **Ornit. Neotrop.**, Albuquerque, v. 5, n. 1, p. 65-67, 1994.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Fauna ameaçada no Estado de São Paulo.** São Paulo: CETESB, 1998. 61 p. (Documentos Ambientais – Série PROBIO/SP).

\_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. **Áreas especialmente protegidas.** São Paulo, 2006. p. 12-45.

SICK, H. **Ornitologia brasileira.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 862 p.

SILVA, J. M. C. da; SOUSA, M. C. de; CASTELLETTI, C. H. M. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic Forest, South America. **Global Ecol. Biogeogr.**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 85-92, 2004.

SOBREVILLA, C.; BATH, P. **Evaluación ecológica rápida** - un manual para usuários de América Latina y el Caribe. Arlington: The Nature Conservancy, 1992. 231 p.

SOUZA, F. M. *et al.* **Plano de Manejo da Estação Ecológica de Xitué.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2007. 43 p. (Relatório Vegetação – Módulo Biodiversidade).

VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. Avifauna. In: LEONEL, C. (Org.). **Intervalos.** São Paulo: Fundação Florestal, 2002. p. 124-145.

WEGE, D. C.; LONG, A. J. **Key areas for threatened birds in the neotropics.** Cambridge: BirdLife International, 1995. 312 p. (BirdLife Conservation Series, n. 5).

WILLIS, E. O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. **Pap. Avulsos 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.

\_\_\_\_\_. **Aves do Estado de São Paulo.** Rio Claro: Divisa, 2003. 398 p.



## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

### 1 REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL (Rev. Inst. Flor.)

Publicação semestral do Instituto Florestal, destinada à veiculação de artigos técnico-científicos, notas científicas e artigos de revisão em ciências florestais e afins.

#### 1.1 Encaminhamento e Apresentação do Original

Os trabalhos externos à Instituição deverão ser encaminhados ao Presidente da Comissão Editorial, Caixa Postal 1322, 01059-970 São Paulo - SP - Brasil; os trabalhos internos à Instituição deverão ser encaminhados ao chefe imediato e ao diretor da divisão à qual pertencem que, após análise, enviará à Comissão Editorial. Os trabalhos deverão ser encaminhados em 4 (quatro) vias (1 original e 3 cópias), respeitando-se as margens superior e inferior de 20 mm x 20 mm e as margens laterais esquerda de 30 mm e direita de 20 mm.

Serão analisados pela Comissão Editorial e, após a análise, encaminhados ao(s) autor(es) para atendimento das sugestões apresentadas. Procedidas as modificações sugeridas, o(s) autor(es) deverá(ão) enviar 2 (duas) vias (1 original e 1 cópia) da versão final do artigo, acompanhadas do disquete correspondente digitado no aplicativo "Word for Windows", fonte Times New Roman tamanho 11, em espaço duplo, respeitando as margens anteriormente citadas.

Deverão obedecer a seguinte ordem: TÍTULO do trabalho em caixa alta, seguido do título na língua do ABSTRACT; RESUMO e ABSTRACT seguidos de Palavras-chave e Key words; INTRODUÇÃO; REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (que dependendo do(s) autor(es) pode ser incluída na INTRODUÇÃO); MATERIAL(AIS) E MÉTODO(S); RESULTADOS; DISCUSSÃO (a critério dos autores os resultados e a discussão podem ser incluídos em um único item, identificado como RESULTADOS E DISCUSSÃO); CONCLUSÃO(ÕES); AGRADECIMENTO(S) (se houver) e REFERÊNCIA(S) BIBLIOGRÁFICA(S).

A identificação, filiação e endereço dos autores não deverão ser incluídos no corpo do texto, mas sim em uma página em separado que acompanhará o manuscrito.

#### 1.2 Ilustrações

São consideradas ilustrações as FIGURAS, TABELAS e QUADROS. Deverão ser citadas no texto e não incluídas no corpo do mesmo, mas sim em folhas, em separado, que acompanharão o manuscrito. O(s) autor(es) deve(m) indicar qual o lugar mais apropriado para a inserção das ilustrações no texto, através da citação "local da figura/tabela/quadro nº". Exemplos: "local da figura 1"; "local do quadro 3"; "local da tabela 2".

1.2.1 As FIGURAS (mapas, gráficos, fotos, desenhos) deverão ser numeradas contínua e seqüencialmente com algarismos arábicos e título auto-explicativo abaixo, deverão ainda ser elaboradas a partir de softwares compatíveis com o Windows 98, tais como: Corel Draw, Excel, etc. O uso de escala é obrigatório, e constará juntamente com a legenda (se houver), na própria figura. As fotos deverão ser de boa qualidade, acompanhadas dos negativos ou em disquete.

1.2.2 TABELAS e QUADROS deverão ser numerados consecutivamente com algarismos arábicos, encabeçados e citados como TABELAS ou QUADROS com título auto-explicativo acima, sendo a numeração distinta daquela das figuras. Quando se tratar de TABELA, as linhas horizontais só aparecerão separando o título do conteúdo e no final da mesma; evitar tabelas muito extensas.

1.2.3 O tamanho máximo das ilustrações deverá ser de 215 mm x 170 mm, incluindo o título e a fonte (se houver). Caso seja necessário reduzir o original, calcular a redução de acordo com o tamanho da página impressa para que não haja perda na nitidez.

#### 1.3 Citação da Literatura no Texto

Deverá ser feita na forma de AUTOR (em caixa alta/baixa) e ANO entre parênteses. Quando houver mais de dois autores usar *et al.*

#### 1.4 Referência Bibliográfica

Deverá ser apresentada em ordem alfabética pelo sobrenome do autor ou do primeiro autor, sem numeração (consultar ABNT - NBR 6023 - 2000). Quando houver vários artigos do(s) mesmo(s) autor(es), obedecer a ordem cronológica crescente; quando houver vários artigos do mesmo ano, indicar: 1988a, 1988b, etc., e quando houver quatro ou mais autores usar *et al.*

##### 1.4.1 Monografias (livros, dissertações, teses, manuais, folhetos, etc.)

AUTOR(ES)//Título: subtítulo (se houver)//edição//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas e/ou volumes//ilustração//(série ou coleção, nº).

###### 1.4.1.1 Livros

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYER, A. *The germination of seeds*. 4. ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 270 p.

###### 1.4.1.1.1 Autor entidade

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

###### 1.4.1.1.2 Capítulo ou parte de livro

AUTOR(ES) do capítulo/parte//Título do capítulo/parte//In: AUTOR(ES) do livro. (Coord./Org./Ed.)//Título do livro: subtítulo (se houver)//Local da publicação: Editora, ano da publicação//cap., página inicial-final.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília, DF: ABRATES, 1993. cap. 4, p. 137-174.

###### 1.4.1.2 Dissertações, Teses

AUTOR//Título da dissertação/tese//ano da publicação//total de folhas//Dissertação/Tese (Mestrado/Doutorado em...) - Instituto, Faculdade, Universidade, Local da publicação.

VALLILO, M. I. *Caracterização das folhas e galhos do Croton floribundus Spreng. (Euphorbiaceae) e respectivo solo, por espectrometria de emissão com plasma de argônio induzido*. 1995. 105 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

#### 1.4.2 Periódicos (revistas, suplementos, jornais, etc.)

##### 1.4.2.1 Artigo de periódico

AUTOR(ES)//Título do artigo//Título do periódico, Local da publicação, volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação//(Artigos aprovados pelo corpo editorial do periódico, mas ainda não publicados, devem incluir no final da referência, entre parênteses, a expressão "No prelo").

SEBBENN, A. M. *et al.* Variabilidade genética e interação genótipo x locais em jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 13-23, 2000. (No prelo).

#### 1.4.2.2 Coleção no todo

**TÍTULO DO PERIÓDICO**//Local da publicação: Editora, ano da publicação do primeiro volume e ano de encerramento da publicação (se houver)//Periodicidade.

REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA. Rio de Janeiro: IBGE, 1939-. Quadrimestral.

#### 1.4.2.3 Fascículos, suplementos, números especiais

**TÍTULO DA COLEÇÃO**//Título da parte (se houver)//Local da publicação: Editora, volume, número, ano de publicação//total de páginas//Suplemento/Edição especial.

CONJUNTURA ECONÔMICA. As 500 maiores empresas do Brasil. Rio de Janeiro: FGV, v. 38, n. 9, 1984. 135 p. Edição especial.

#### 1.4.2.4 Artigos em jornais

AUTOR(ES) (se houver)//Título do artigo: subtítulo (se houver)//Título do jornal, Local da publicação, data da publicação, Seção, Caderno, Suplemento, número da página do artigo.

BIBLIOTECA climatiza seu acervo. *O Globo*, Rio de Janeiro, 4 mar. 1985. p. 11.

#### 1.4.2.5 Resumo em "abstracts"

AUTOR(ES)//Título do resumo//Título do periódico, Local da publicação do periódico, volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação do periódico//(Resumo número em Título do "abstract", Local da publicação do "abstract", volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação do "abstract").

KATOH, M. Classification of conifer trees species using JERS-1 OPS data. *Journal of Forest Planning*, England, v. 1, n. 1, p. 1-5, 1995. (Resumo 9432 em *Forestry Abstracts*, Oxon, v. 58, n. 12, p. 1361, 1997).

#### 1.4.3 Congressos, simpósios, seminários, conferências

AUTOR(ES)//Título do trabalho apresentado//In: Coord./Org. (se houver)//TÍTULO DO EVENTO, numeração do evento (se houver), ano do evento, Local do evento//Título da publicação...//Local da publicação: Editora, ano da publicação//página inicial-final. (Quando necessário, ao final da referência acrescentar notas relativas a outras informações para melhor identificar o trabalho).

##### 1.4.3.1 Trabalho apresentado e publicado sob forma de resumo

MARCHIORI, C. F. S.; SILVA, M. R.; SILVA, T. R. G. Estudo da germinação e desenvolvimento de plântulas de espécies arbóreas nativas de matas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, XI, 1996, São Carlos. *Programa e Resumos...* São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Botânica, 1996. p. 43.

##### 1.4.3.2 Trabalho apresentado e publicado em Anais

PASTORE, J. A. et al. Flora arbustiva do Parque Chico Mendes, município de São Bernardo do Campo (SP). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 269-273. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).

##### 1.4.3.3 Trabalho apresentado e publicado em seriado

MÁRQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Purity testing in *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* seeds: new methodologies. In: REUNIÓN SOBRE PROBLEMAS EN SEMILLAS FORESTALES TROPICALES, 1980, San Felipe-Bacalar. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1981. tomo 1, p. 243-246. (Publicación Especial, 35).

#### 1.4.4 Legislação

JURISDIÇÃO//Título e número da lei/decreto/outros, data//Ementa//Dados da publicação, outras informações necessárias para melhor identificar o documento.

BRASIL. Lei nº 7.653, de 12 de fevereiro de 1988. Altera a redação dos arts. 18, 27, 33 e 34 da Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967, que dispõe sobre a proteção à fauna, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 fev. 1988. Seção I, p. 26-89.

#### 1.4.5 Mapas

AUTOR(ES) (se houver)//Título do mapa//Local da publicação: Editora (se houver), ano de publicação//Escala.

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

#### 1.4.6 Relatórios técnicos

AUTOR(ES) (se houver)//Título do relatório//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas//(Acrescentar ao final da referência notas relativas a outras informações para melhor identificar o relatório).

CASTRO, M. C.; GOMES, G.; VIANA, L. A. C. *Cooperação técnica na implementação do Programa Integrado de Desenvolvimento - Polonordeste*. Brasília, DF: PNUD/FAO, 1990. 47 p. (Relatório da Missão de Avaliação do Projeto BRA/87/037).

#### 1.4.7 CD-ROM

AUTOR(ES)//Título: subtítulo (se houver)//Local: Produtora, ano da gravação//total de CD-ROMS//Software necessário.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. *Mata Atlântica - 500 anos*. [S.l.]: Estação da Arte Ltda., 2000. 1 CD-ROM. Windows 95 ou superior.

#### 1.4.8 Seriado

AUTOR(ES)//Título do artigo: subtítulo (se houver)//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas//(Título do seriado, nº).

DIAZ, G. E.; BROWN, T. C. *AQUARIUS: a modeling system for river basin water allocation*. Fort Collins: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 1997. 160 p. (General Technical Report RM-GTR, 299).

## 2 INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS

Para maiores esclarecimentos sobre a organização dos trabalhos especialmente quanto à colocação de títulos e subtítulos, subdivisão do texto, organização de tabelas e figuras, consultar o número mais recente da revista. Os casos omissos serão resolvidos pela COMISSÃO EDITORIAL.



SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**  
TRABALHANDO POR VOCÊ