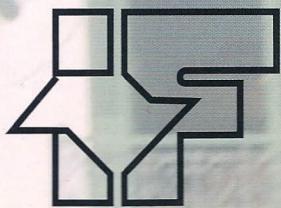




SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

COORDENADORIA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL

INSTITUTO FLORESTAL



# REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

**GOVERNADOR DO ESTADO**

Mário Covas

**SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE**

Ricardo Trípoli

**COORDENADOR DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL**

Luiz Mauro Barbosa

**DIRETOR GERAL**

Luiz Alberto Bucci

**COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**

Demétrio Vasco de Toledo Filho

Eduardo Amaral Batista

Cybele de Souza Machado Crestana

Edegar Giannotti

Francisco Carlos Soriano Arcova

Márcia Balistiero Figliolia

Sandra Monteiro Borges Florschheim

Yara Cristina Marcondes

Maria Isabel Vallilo

Reinaldo Cardinali Romanelli

Waldir Joel de Andrade

Ivan Suarez da Mota

Marilda Rapp de Eston

**PUBLICAÇÃO PERIÓDICA SEMESTRAL/SEMESTRAL PERIODICAL PUBLICATION****SOLICITA-SE PERMUTA**

Biblioteca do

Instituto Florestal

Caixa Postal 1.322

01059-970 São Paulo, SP

Brasil

Fone: (011) 6231-8555

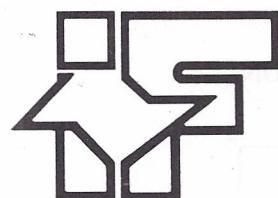
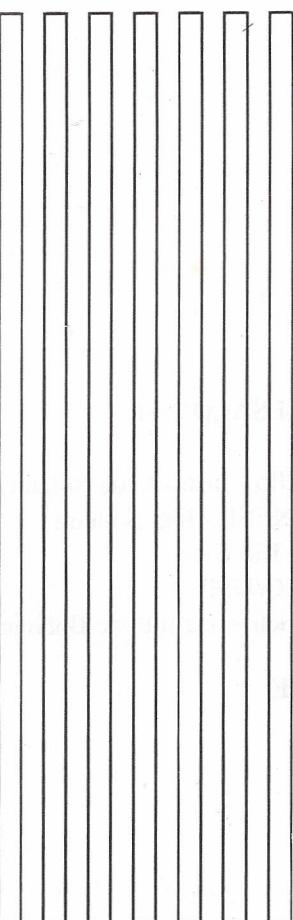
Fax: (011) 6232-5767

[nuinfo@iforestsp.br](mailto:nuinfo@iforestsp.br)

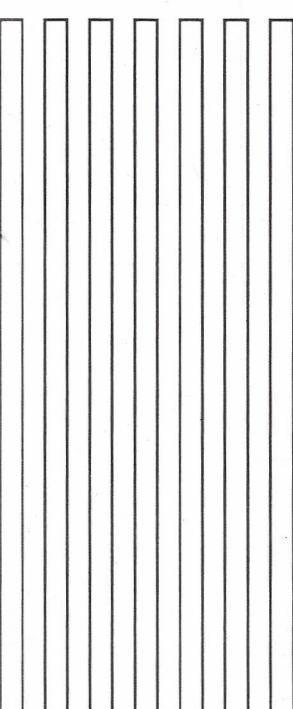
**EXCHANGE DESIRED****ON DEMANDE L'ÉCHANGE**



**SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**  
**COORDENADORIA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL**  
**INSTITUTO FLORESTAL**



**REVISTA DO**  
**INSTITUTO FLORESTAL**



Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 12	n. 2	p. 77 - 203	dez. 2000
------------------	-----------	-------	------	-------------	-----------

## **COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**

Demétrio Vasco de Toledo Filho  
Eduardo Amaral Batista  
Cybele de Souza Machado Crestana  
Edegar Giannotti  
Francisco Carlos Soriano Arcova  
Márcia Balistiero Figliolia  
Sandra Monteiro Borges Florsheim  
Yara Cristina Marcondes  
Maria Isabel Vallilo  
Reinaldo Cardinali Romanelli  
Waldir Joel de Andrade  
Ivan Suarez da Mota  
Marilda Rapp de Eston

## **APOIO/SUPPORT**

Carlos Eduardo Spósito (Revisão)  
Carlos José de Araújo (Gráfica)  
Cecília do Prado (Gráfica)

## **CONSULTORES EXTERNOS DESTA EDIÇÃO:**

Adelita Aparecida Sartori Paoli - UNESP - Rio Claro  
Alexandra A. Gobatto Rodrigues - UNESP - Assis  
Celso Foelkel - Universidade Federal de Santa Maria - RS  
Elizabeth Ann Veasey - ESALQ/USP  
Fátima C. Márquez Piña-Rodrigues - UFRRJ  
Flávio Henrique Minguante Schilitler - UNESP - Rio Claro  
João Del Giudece Neto - Instituto de Botânica

Luiz Ernesto G. Barrichello - ESALQ/USP  
Luiz Mauro Barbosa - CINP  
Maria Margarida R. F. de Mello - Instituto de Botânica  
Mario Luiz T. de Moraes - UNESP - Ilha Solteira  
Massanori Takaki - UNESP - Rio Claro  
Mônica Cabello Brito - ESALQ/USP  
Sonia Maria de Campos Dietrich - Instituto de Botânica

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

Biblioteca do Instituto Florestal  
Caixa Postal 1.322  
01059-970 São Paulo-SP-Brasil  
Fone: (011) 6231-8555  
Fax: (011) 6232-5767  
[nuinfo@iforestsp.br](mailto:nuinfo@iforestsp.br)

## **PUBLICAÇÃO PERIÓDICA SEMESTRAL/SEMESTRAL PERIODICAL 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)	
1992, 4	
1993, 5(1-2)	
1994, 6	
1995, 7(1-2)	
1996, 8(1-2)	
1997, 9(1-2)	
1998, 10(1-2)	

**COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL**  
dezembro, 2000

## SUMÁRIO/CONTENTS

	p.
Fenologia reprodutiva de canela-preta ( <i>Ocotea catharinensis</i> Mez-Lauraceae) no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo (SP). Reproductive phenology of canela-preta ( <i>Ocotea catharinensis</i> Mez-Lauraceae) in the Cantareira State Park, SP. Antonio da SILVA; Ivor Bergemann de AGUIAR & Edgar Ricardo SCHÖFFEL .....	77-88
Variação genética entre e dentro de populações de <i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engler) Engler para conservação <i>ex situ</i> . Genetic variation among and within populations for <i>ex situ</i> conservation of <i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engler) Engler. Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA; Alexandre Magno SEBBENN; Lígia de Castro ETTORI & José Carlos Bolliger NOGUEIRA .....	89-103
Estrutura populacional de <i>Genipa americana</i> L. (Rubiaceae) em mata ripária do rio Moji-Guaçu, em Conchal - SP. Populational structure of <i>Genipa americana</i> L. (Rubiaceae) in a riparian forest of Mogi-Guaçu river, in Conchal - SP. Cybele de Souza Machado CRESTANA .....	105-117
Emergência em campo e germinação de <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) sob diferentes temperaturas com o uso de reguladores de crescimento. Field emergence and germination of <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) under different temperatures with addition of growth regulators. Andreia DE FIORE & Sonia Cristina Juliano Gaultieri de Andrade PEREZ .....	119-126
Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil. Diversity of the arboreal component in the secondary atlantic rain forest, São Paulo, Brazil. Antonio Cecílio DIAS; Alcebiades CUSTODIO FILHO & Geraldo Antonio Daher Corrêa FRANCO .....	127-153
Variação genética em progênies de aroeira ( <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais. Genetic variability in progenies of aroeira ( <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.) under different crop conditions. I - Silvicultural aspects. Simone Aparecida de OLIVEIRA; Mario Luiz Teixeira de MORAES; César Mitsuyoshi KURAMOTO; Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA & Paulo Yoshio Kageyama .....	155-166
Fitossociologia da regeneração natural sob plantio heterogêneo em Piracicaba, SP. Phytosociology of natural regeneration under heterogeneous plantation in Piracicaba, State of São Paulo. Gonçalo MARIANO; Cybele de Souza Machado CRESTANA; Edegar GIANNOTTI & Eduardo Amaral BATISTA .....	167-177
Variação da estrutura anatômica da madeira de <i>Eucalyptus saligna</i> aos 7 anos. Variation of the anatomical structure of the wood of seven-year-old <i>Eucalyptus saligna</i> . Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM; Hilton Thadeu Zarate do COUTO; Laura SPEGIORIN & Finê Thomaz ROCHA .....	179-191
Atividades de educação e interpretação ambiental no Parque Estadual Alberto Loefgren. Educational activities and ambiental interpretation in the Alberto Loefgren State Park. Écia Rubini SALES & Marilda Rapp de ESTON .....	193-203



# FENOLOGIA REPRODUTIVA DE CANELA-PRETA (*Ocotea catharinensis* Mez-LAURACEAE) NO PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA, SÃO PAULO (SP)<sup>1</sup>

RESUMO: A fenologia reprodutiva de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) foi estudada no Parque Estadual da Cantareira, em área de Mata Atlântica, localizado em São Paulo (SP) a 850 m de altitude média, 23°22' de latitude S e 46°36' de longitude W, com clima Cfb. As observações fenológicas foram efetuadas mensalmente, de janeiro de 1988 a dezembro de 1995, em 17 árvores. O florescimento e a frutificação foram relacionados com a temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, fotoperíodo e balanço hídrico do local. Constatou-se que o florescimento e a frutificação ocorreram de maneira irregular e variaram entre árvores e anos. O florescimento ocorreu na primavera, no inverno e, principalmente, no verão. A maioria das árvores que floresceu não frutificou ou produziu somente frutos imaturos. Apenas os frutos originados do florescimento ocorrido na primavera atingiram a maturidade, indicando a necessidade de um período quente e úmido para o seu desenvolvimento. A produção de sementes foi supra-anual e restrita a poucas árvores.

Palavras-chave: fenologia; florescimento; frutificação; produção de sementes.

## 1 INTRODUÇÃO

*Ocotea catharinensis* é uma espécie arbórea de grande porte, pertencente à família Lauraceae e conhecida principalmente como canela-preta (Vattimo, 1956; Teixeira, 1980; Inoue *et al.*, 1984; Reitz *et al.*, 1988; Rizzini, 1990; Lorenzi, 1992; Carvalho, 1994). Ocorre naturalmente em toda a encosta oriental da Serra do Mar, na floresta pluvial atlântica, desde o sul do Estado de São Paulo até o norte do Rio Grande do Sul (Lorenzi, 1992).

Antonio da SILVA<sup>2</sup>  
Ivor Bergemann de AGUIAR<sup>3</sup>  
Edgar Ricardo SCHÖFFEL<sup>4</sup>

## ABSTRACT

The reproductive phenology of *Ocotea catharinensis* was studied in an area of Atlantic Forest localized in São Paulo (SP) Brazil at 850 m mean altitude, 23°22' latitude S and 46°36' longitude W, with a Cfb climate. Phenological observations were made in 17 trees monthly from January 1988 to December 1995. The flowering and fruiting were related with the temperature, air relative humidity, rain, photoperiod and hydric balance of the place. It was found that the flowering and the fruiting occurred irregularly and varied between trees and years. Flowering occurred in the spring, winter and mainly in the summer. Most of the flowered trees failed to fruit or produced only immature fruits. Only the fruits originated of spring flowering reached the maturity, showing the need of a hot and wet period for their development. Seeds production was supra-annual and limited to few trees.

Key words: phenology; flowering; fruiting; seed production.

Segundo Reitz *et al.* (1988), é a espécie mais comum, característica e significativa da mata pluvial da encosta atlântica do Sul do Brasil, freqüente em altitudes compreendidas entre 300 e 800 m. Sua madeira é de excelente qualidade, moderadamente pesada (densidade de 0,70 a 0,80 g/cm<sup>3</sup>), resistente, de fácil desdobro e apropriada para a laminação, apresentando grande potencial econômico. Assim, pode ser utilizada para fins nobres como marcenaria e carpintaria, entre outros usos (Inoue *et al.*, 1984; Reitz *et al.*, 1988; Lorenzi, 1992).

(1) Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor em 21/02/97 à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP de Jaboticabal - SP, e aceita para publicação em agosto de 2000.

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

(3) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Rodovia Professor Paulo Donato Castellane km 5, 14870-000, Jaboticabal, SP, Brasil.  
(Bolsista do CNPq)

(4) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Rodovia Professor Paulo Donato Castellane km 5, 14870-000, Jaboticabal, SP, Brasil.  
(Bolsista da FAPESP)

As flores são bissexuadas e reunidas em inflorescências racemosas axilares com 1 a 3 cm de comprimento. O fruto é uma baga elipsóide, de coloração pardo-escura, com 2,0 a 2,5 cm de comprimento e 1,0 a 1,5 cm de diâmetro, envolvida por uma cúpula hemisférica até próximo à metade do seu comprimento (Inoue *et al.*, 1984; Reitz, 1988). Do ponto de vista de extração de sementes, Silva *et al.* (1993) classificaram os frutos de *O. catharinensis* como carnosos e indeiscentes.

As árvores florescem praticamente durante o ano todo (Reitz *et al.*, 1988; Lorenzi, 1992), com maior intensidade em determinados meses do ano, que variam em função do local: de outubro a janeiro (Inoue *et al.*, 1984) e de junho a janeiro (Carvalho, 1994) no Paraná; de julho a março em Santa Catarina (Carvalho, 1994) e de agosto a março no Rio Grande do Sul (Reitz *et al.*, 1988). A frutificação ocorre principalmente de janeiro a março em São Paulo (Carvalho, 1994), de maio a agosto no Paraná (Inoue *et al.*, 1984; Carvalho, 1994), em novembro e dezembro em Santa Catarina (Carvalho, 1994) e no outono-inverno no Rio Grande do Sul (Reitz *et al.*, 1988).

De acordo com a classificação em grupos ecológicos, *O. catharinensis* é considerada uma espécie clímax (Carvalho, 1994; Cordini, 1994). Está ameaçada de extinção (Baitello, 1992; Carvalho, 1994), devido à destruição de seu habitat na área de ocorrência natural. Em algumas áreas, segundo Baitello (1992), é encontrada em estado nativo, protegida em Parques Estaduais como o das Lauráceas (PR), o do Ibiritá (RS), o da Cantareira (SP), o da Serra do Mar (SP) e o das Fontes do Ipiranga (SP), bem como na Reserva Biológica Estadual da Canela-preta (SC).

Apesar da importância ecológica e econômica, as pesquisas com *O. catharinensis* são escassas e as informações envolvendo sua biologia reprodutiva, que podem ser obtidas parcialmente em trabalhos de fenologia, são contraditórias. Segundo Lieth (1974) *apud* Mantovani & MARTINS (1988), a fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com as mudanças no ambiente biótico e abiótico. Referindo-se às matas brasileiras, Morellato *et al.* (1989) enfatizaram que a fenologia das espécies é pouco conhecida.

Acredita-se que informações mais seguras poderão subsidiar estudos nas áreas de produção, tecnologia e fisiologia da germinação das sementes.

Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a fenologia do florescimento e da frutificação de *O. catharinensis*, em relação aos fatores abióticos, em uma área de ocorrência natural da espécie.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A pesquisa foi desenvolvida em árvores adultas de *O. catharinensis* numa área de floresta natural do Parque Estadual da Cantareira denominada Pinheirinho, administrada pelo Instituto Florestal de São Paulo. O Parque encontra-se localizado na Zona Norte do município de São Paulo (FIGURA 1), à altitude média de 850 m, 23°22' de latitude S e 46°36' de longitude W (Ventura *et al.*, 1965/66), compreendendo uma área de 7.881 ha de Mata Atlântica.

De acordo com Ventura *et al.* (1965/66), o solo dessa área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo-fase rasa (LVR) e o clima do tipo Cfb, segundo a classificação climática de Köppen. Com base nos dados meteorológicos referentes ao período mínimo de 11 anos, os autores relataram que a precipitação média anual foi 1.545 mm, a temperatura média do mês mais quente 21,0°C e a do mês mais frio 14,4°C.

### 2.2 Seleção, Marcação e Medição das Árvores

Em janeiro de 1988 foram selecionadas 17 árvores de *O. catharinensis*, todas dominantes do dossel florestal, a maioria distribuída na meia encosta e menor Quantidade em locais planos, localizadas em diferentes pontos. A distância entre árvores variou de 18 a 136 m, tendo sido selecionadas aquelas de bom aspecto fitossanitário, vigor e forma da copa. De acordo com Prado (comunicação pessoal), elas possuem mais de 300 anos de idade.

As 17 árvores foram numeradas seqüencialmente e identificadas com placas de alumínio colocadas no tronco, à altura aproximada de 2 m do nível do solo. Foi efetuada a medição do DAP (diâmetro à altura do peito), altura do fuste, da copa e altura total, bem como o diâmetro da copa de cada uma das árvores selecionadas. Os dados obtidos constam na TABELA 1.

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de & SCHÖFFEL, E. R. Fenologia reprodutiva de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez-Lauraceae) no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo (SP).

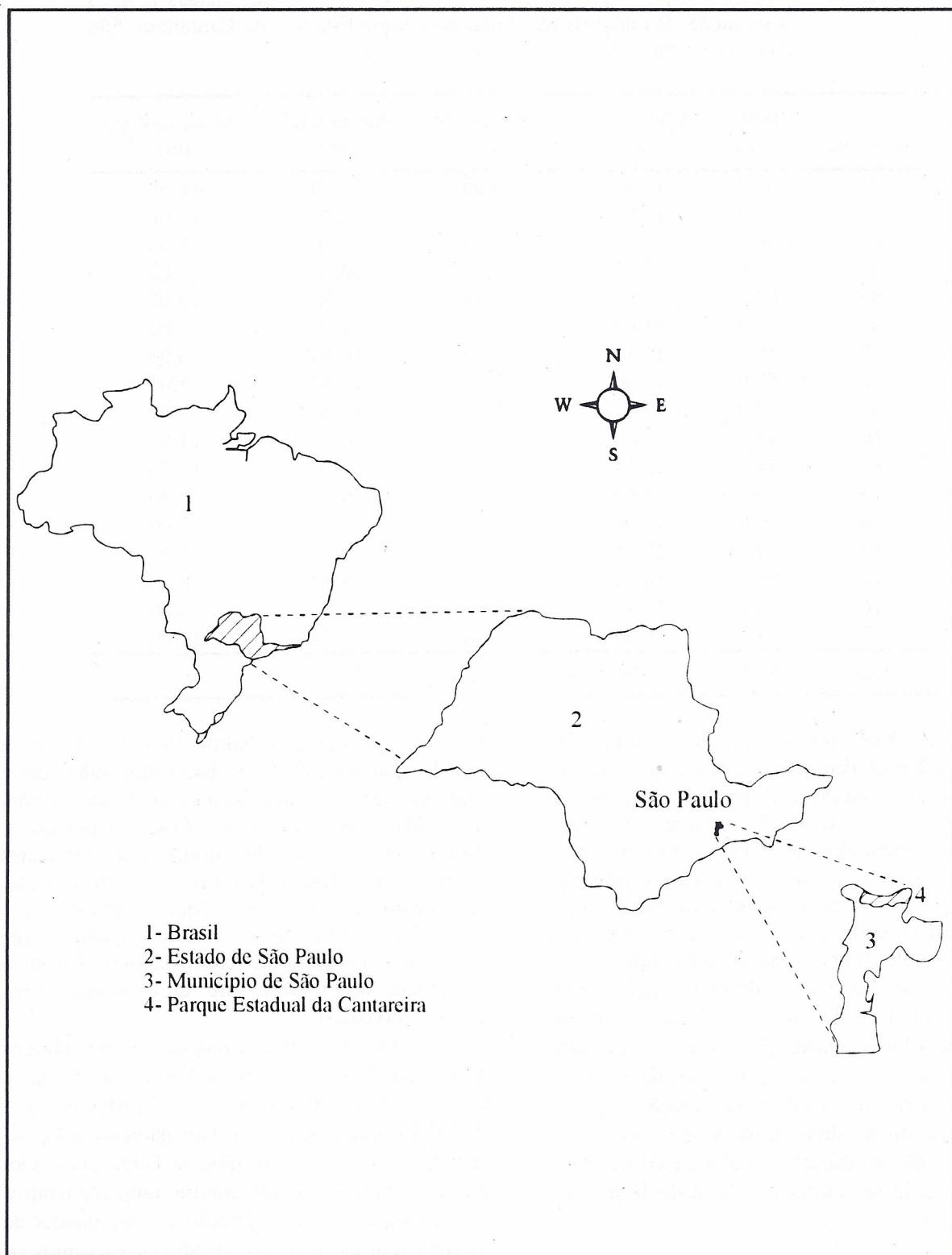


FIGURA 1 - Localização do Parque Estadual da Cantarcira no município de São Paulo (SP).

TABELA 1 - Características das árvores de *Ocotea catharinensis* selecionadas para as observações fenológicas realizadas no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo (SP), em 1988.

Nº da árvore	DAP (cm)	Altura fuste (m)	Altura copa (m)	Altura total (m)	Diâmetro copa (m)
01	62,0	12,50	7,00	19,50	16,60
02	52,0	15,00	5,80	20,80	10,00
03	56,0	10,00	8,80	18,80	6,00
04	51,8	13,00	7,50	20,50	8,00
05	61,3	10,00	8,50	18,50	12,00
06	39,0	11,00	6,00	17,00	6,00
07	40,0	12,50	6,00	18,50	6,00
08	50,0	12,50	7,00	19,50	8,00
09	37,0	12,00	7,00	19,00	6,00
10	47,0	10,00	6,00	16,00	11,50
11	54,7	12,50	7,00	19,50	11,70
12	50,8	11,50	7,00	18,50	12,30
13	54,0	12,50	8,00	20,50	7,00
14	49,0	12,50	10,00	22,50	8,00
15	55,6	16,00	9,00	25,00	8,00
16	59,9	12,50	14,00	26,50	9,00
17	44,0	9,00	11,70	20,70	10,00
Média	50,8	12,06	8,02	20,07	9,18

O DAP foi medido com uma fita diamétrica e para determinar a altura do fuste, foi utilizada uma corda de sизal, na qual colocou-se, a cada metro, a partir de 5 m, uma fita crepe numerada seqüencialmente. O mensurador escalava a árvore com a corda amarrada no cinto de segurança e ao atingir o topo do fuste, soltava uma de suas extremidades; outra pessoa, no solo, esticava a corda até o colo da árvore, fazendo a leitura.

O diâmetro e a altura da copa foram medidos com vara de bambu graduada em metro, que também foi conduzida pelo escalador, amarrada pela corda de sизal. Ao alcançar a copa da árvore, a vara de bambu foi mantida na posição vertical, para a medição da altura, e na posição horizontal, para a medição do diâmetro. A altura total da árvore foi obtida pela somatória da altura do fuste e da altura da copa.

### 2.3 Observações Fenológicas e Meteorológicas

As 17 árvores selecionadas foram observadas mensalmente, de janeiro de 1988 a dezembro de 1995,

com o uso de binóculo Nikon 10 x 70. Quando a visualização foi difícil, o observador subiu até a copa das árvores para fazer a avaliação. Foram registradas as seguintes fases fenológicas: florescimento, reunindo flores em diferentes estádios de desenvolvimento; e frutificação, registrando em separado frutos imaturos (de coloração esverdeada) e frutos maduros (de coloração amarelada). Foi registrada, mensalmente, a ocorrência de árvores que apresentaram cada evento fenológico.

Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Meteorológica de Mirante de Santana, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada à aproximadamente 6 km da área de estudo, a 792 m de altitude. Foram elaborados gráficos referentes à temperatura, umidade relativa do ar, fotoperíodo, precipitação e componentes do balanço hídrico, compreendendo os oito anos de acompanhamento fenológico. O fotoperíodo foi estimado com base na latitude do local das observações, e o balanço hídrico calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições meteorológicas durante o período de desenvolvimento do trabalho foram típicas de clima Cfb, temperado úmido com período mais seco de junho a agosto, no inverno (FIGURAS 2, 3 e 4). A precipitação média anual foi de 1.665 mm (janeiro foi o mês mais úmido), a temperatura média do mês mais quente (janeiro) foi de 23,0°C e a do mês mais frio (julho), de 16,2°C.

Com base em dados médios mensais, a FIGURA 2 mostra o comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar. A temperatura nos meses de verão (dezembro a fevereiro) foi superior, em torno de 10°C, à verificada no inverno (junho a agosto); da mesma forma, a umidade relativa do ar foi mais elevada durante o verão.

A distribuição das chuvas, bem como as lâminas de água precipitadas, podem ser observadas na FIGURA 3, tendo ocorrido baixa precipitação apenas no inverno. Dessa forma, o balanço hídrico para o período 1988 a 1995, para uma capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm, acusou pequenas deficiências hídricas de julho a outubro, como mostra a FIGURA 4. Nos demais meses, a reposição de água ao solo, pela chuva, foi superior ao consumo de água pela mata, predominando, assim, longos períodos com alta disponibilidade de água para as plantas.

O acompanhamento fenológico permitiu constatar que as árvores de *O. catharinensis* floresceram e frutificaram de maneira irregular (FIGURA 5). O florescimento ocorreu em vários meses do ano, mas concentrou-se principalmente no verão e início do outono (janeiro a abril), período de maior temperatura (FIGURA 2), maior precipitação (FIGURA 3) e em que a duração astronômica do dia (fotoperíodo) está diminuindo, como mostra a FIGURA 6. Esse comportamento concorda com as observações feitas por Moraes (1993) no Parque Estadual de Carlos Botelho, localizado em São Miguel Arcanjo-SP, onde o florescimento dessa espécie, em 1991, ocorreu de janeiro a março, ou seja, também no verão.

Conforme pode ser observado na FIGURA 5, houve florescimento em outras épocas do ano: na primavera (setembro a novembro), período em que a temperatura, a precipitação e o fotoperíodo estão aumentando, e no inverno (maio a julho), período mais frio, mais seco e de menor fotoperíodo. Essa constatação corrobora a informação

relatada por Reitz *et al.* (1988) e Lorenzi (1992), de que a espécie floresce praticamente durante o ano todo.

A variação na época de florescimento observada no Parque Estadual da Cantareira não permite que seja estabelecida sensibilidade da espécie à temperatura, umidade e fotoperíodo, para a indução floral. Estudando a fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude na Serra do Japi, em Jundiaí (SP), também com clima Cfb, Morellato *et al.* (1989) relacionaram os seguintes fatores desencadeadores do florescimento: precipitação após período de estresse hídrico para as espécies que florescem na estação transicional (setembro e outubro), condições favoráveis para a polinização para as espécies que florescem na estação seca e período anterior de precipitação abundante para as espécies que florescem na estação úmida. No Parque Estadual da Cantareira, as árvores de *O. catharinensis* floresceram nessas três estações.

A duração do florescimento foi de aproximadamente 120 dias, mas a sua intensidade variou de árvore para árvore. Algumas floresceram abundantemente, enquanto outras apresentaram pouco florescimento, ou foram mais regulares, ou não floresceram. Das 17 árvores observadas, as de números 7, 16 e 17 não floresceram no período de estudo (FIGURA 5). As árvores que floresceram com maior freqüência foram as de números 12 (em seis anos) e 1 e 8 (em cinco anos). As árvores de números 2, 3, 9 e 14 floresceram em quatro anos, as de números 5, 6, 10, 11 e 15 em três anos e as de números 4 e 13, em apenas dois anos.

A considerável variação no florescimento e na consequente produção de sementes entre árvores da mesma espécie tem sido observada por diversos autores, conforme relataram Kageyama & Piña-Rodrigues (1993). Essa variação tem sido constatada quanto à capacidade inerente da árvore de florescer de maneira mais abundante ou não, assim como quanto ao período de florescimento. Estudando a variação individual do florescimento de 22 espécies da família Lauraceae, na Costa Rica, Wheelwright (1986) verificou a existência de indivíduos que cresceram apenas vegetativamente, sem nunca se reproduzirem (Piña-Rodrigues *et al.*, 1990; Piña-Rodrigues & Piratelli, 1993).

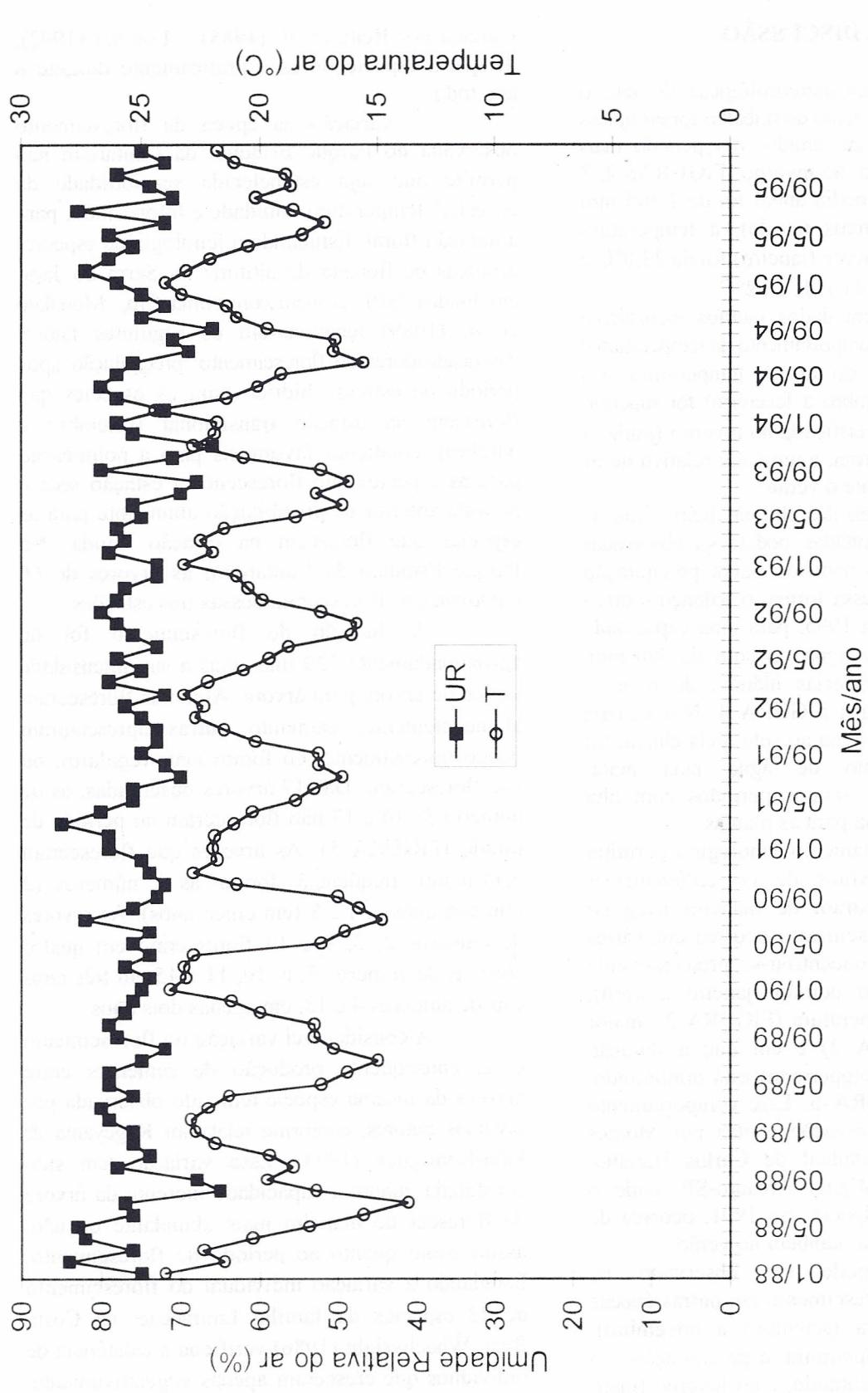
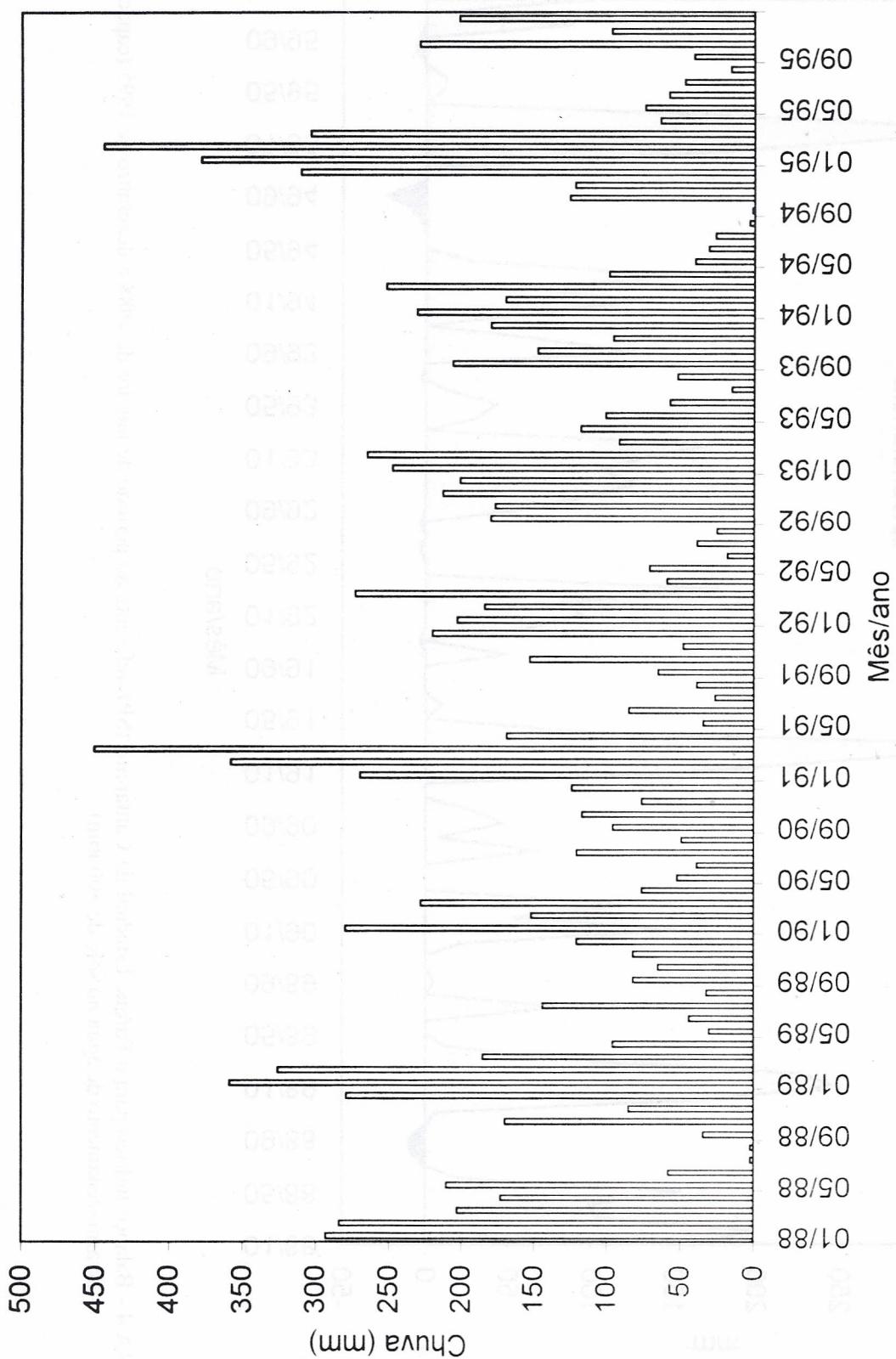


FIGURA 2 - Temperatura média (T) e umidade relativa do ar (UR) registradas na Estação Meteorológica de Mirante de Santana (SP), referentes ao período de janeiro de 1988 a dezembro de 1995.

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de & SCHÖFFEL, E. R. Fenologia reprodutiva de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez-Lauraceae) no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo (SP).



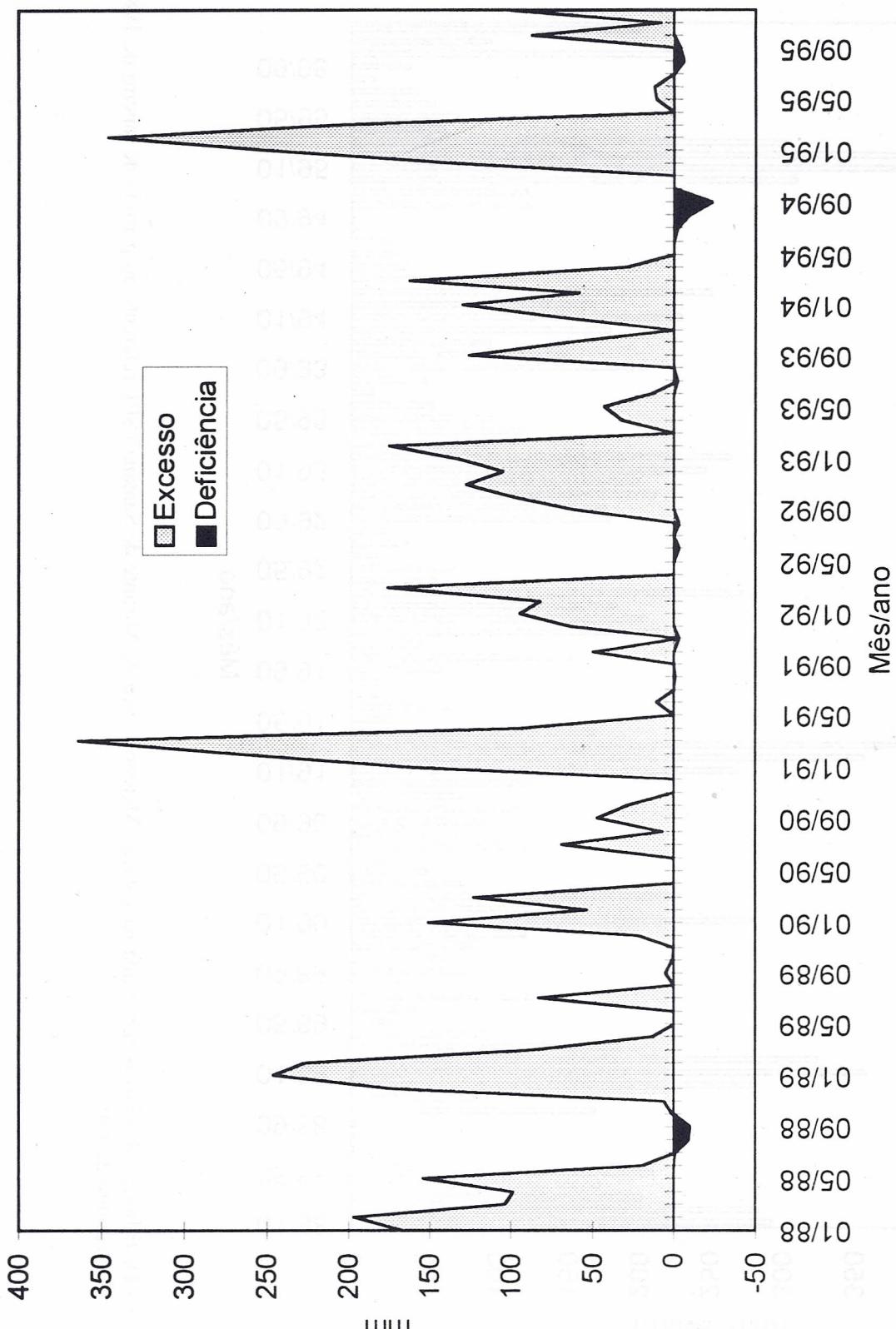


FIGURA 4 - Balanço hidrílico para o Parque Estadual da Cantareira (SP), referente ao período de janeiro de 1988 a dezembro de 1995 (capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm).

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de & SCHÖFFEL, E. R. Fenologia reprodutiva de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez-Lauraceae) no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo (SP).

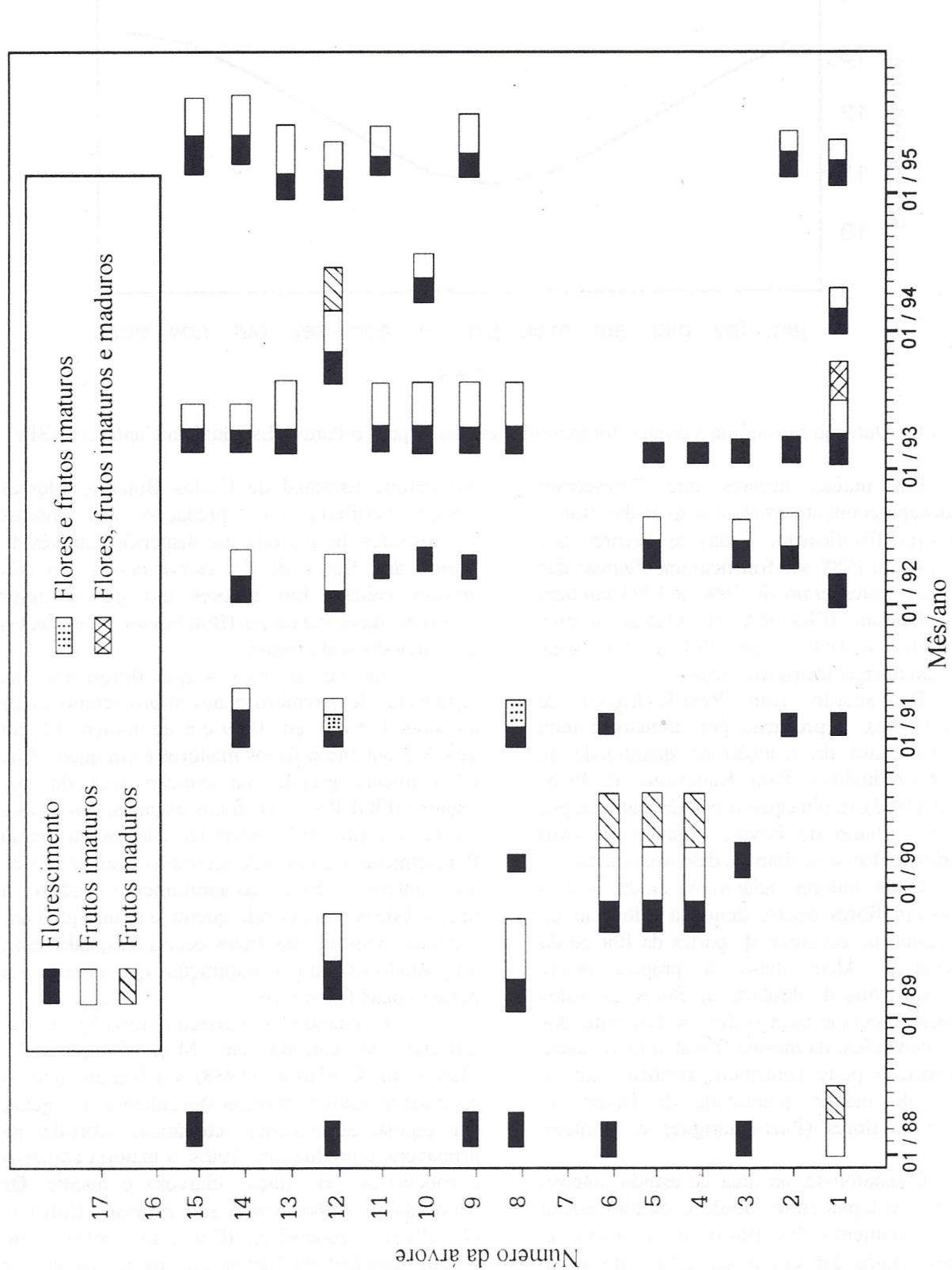


FIGURA 5 - Eventos fenológicos observados em *Ocotea catharinensis* durante o período de janeiro de 1988 a dezembro de 1995, no Parque Estadual da Cantareira (SP).

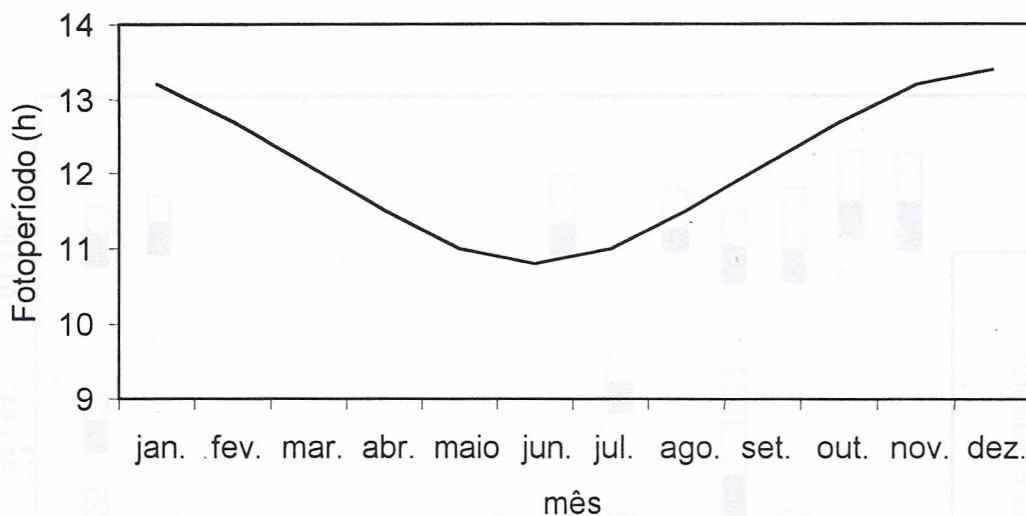


FIGURA 6 - Duração astronômica do dia (fotoperíodo) estimado para o Parque Estadual da Cantareira (SP).

Em muitas árvores que floresceram houve desaparecimento gradual e total das flores, sem ocorrer frutificação. Todas as árvores que floresceram em 1988 não frutificaram; algumas das árvores que floresceram de 1990 a 1993 também não frutificaram (FIGURA 5). Outras árvores frutificaram em 1989 e de 1991 a 1995, mas produziram apenas frutos imaturos.

De acordo com Piña-Rodrigues & Piratelli (1993), a predação por animais é uma importante causa da redução da quantidade de sementes produzidas. Para Kageyama & Piña-Rodrigues (1993), os principais danos são causados por insetos no estádio de larvas, oriundos de ovos depositados na flor ou no fruto em desenvolvimento.

Esses autores relataram, ainda, que a predação em flores ocorre tanto na pilhagem do pólen, quanto no consumo de partes da flor ou da inflorescência. Além disso, a própria planta mantém um ritmo de descarte de flores ou frutos para alocar recursos para o desenvolvimento dos óvulos fecundados; da mesma forma, a ineficiência na polinização pode contribuir, também, para a produção de menor quantidade de frutos em relação à de flores (Piña-Rodrigues & Piratelli, 1993).

Constatou-se, na área de estudo, intenso ataque de um lepidóptero, desde o estádio inicial de desenvolvimento dos frutos até o início da dispersão. Outro aspecto a ser salientado foi a presença do bugio (*Alouatta fusca*) alimentando-se de frutos no estádio inicial de desenvolvimento.

No Parque Estadual de Carlos Botelho, Moraes (1993) verificou alta predação por insetos ovopositores, no período pré-dispersão, através do exame dos frutos de *O. catherinensis* em três árvores caídas. Em árvores em pé, o autor observou mono-carvocinho (*Brachyteles arachnoides*) alimentando-se de frutos.

Apenas as árvores que floresceram na primavera, de setembro a novembro (como as de números 4, 5 e 6, em 1989 e a de número 12, em 1993), produziram frutos maduros e em quantidade relativamente grande, na estação seca do ano seguinte (FIGURA 5). Os frutos maduros, constatados na árvore 1 em 1988, podem ter sido resultantes do florescimento ocorrido de setembro a novembro do ano anterior. Esse comportamento indica a necessidade de um período quente e úmido para que o desenvolvimento dos frutos ocorra adequadamente, preparando-os para a maturação, que ocorreu no período mais frio e seco.

Estudando a variação fenológica das espécies de cerrado em Moji Guaçu (SP), Mantovani & Martins (1988) verificaram que as espécies arbustivo-arbóreas floresceram, em geral, em resposta às mudanças climáticas ocorridas na primavera, e produziram frutos, a maioria carnosos e zoocóricos, na estação chuvosa e quente. Os frutos de *O. catherinensis* são carnosos (Silva et al., 1993) e zoocóricos (Carvalho, 1994) e, no Parque Estadual da Cantareira, apenas os que se desenvolveram na estação chuvosa e quente amadureceram.

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de & SCHÖFFEL, E. R. Fenologia reprodutiva de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez-Lauraceae) no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo (SP).

Quando o florescimento ocorreu de janeiro a abril, os frutos não atingiram a maturidade. Nesse caso, os frutos se desenvolveram no período de inverno, mais frio e seco, provavelmente prejudicando a sua formação e fortalecimento, ficando mais susceptíveis à queda provocada pelo vento. Apenas a árvore 1, que floresceu em 1993 de fevereiro a abril, produziu, ao mesmo tempo, pequena quantidade de flores e de frutos imaturos e maduros.

Apesar das condições meteorológicas do Parque Estadual da Cantareira, durante os anos em que foi conduzida a pesquisa, terem mostrado estações chuvosas e secas bem definidas, o florescimento e a frutificação de *O. catharinensis* ocorreram em poucos indivíduos, em intervalos irregulares e de forma supra-anual. Comportamento semelhante foi observado por Moraes (1993) para a espécie, que no Parque Estadual de Carlos Botelho não frutificou no período de 1988 a 1990 e iniciou a frutificação em 1991.

Estudando a estratégia fenológica de 28 espécies arbóreas em floresta de altitude, na Serra do Japi, em Jundiaí (SP), também com clima Cfb, Morellato *et al.* (1990) observaram padrão anual de frutificação para a maioria das espécies. Em geral, a maior parte dos indivíduos que floresceu produziu frutos. No entanto, para algumas espécies como *Clethra scabra*, *Dalbergia brasiliensis* e *Lamanonia ternata*, os raros indivíduos que floresceram não frutificaram. *Callistene minor* e *Lonchocarpus subglaucescens* não floresceram nos dois anos de estudo (1984 e 1985). No caso de *Machaerium brasiliensis*, apesar do intenso e sincrônico florescimento, não foi produzido um fruto sequer em 1984 e os frutos produzidos em 1985 não atingiram a maturidade. Os autores atribuíram ao elevado grau de predação, constatado nos raros frutos jovens, a causa principal da falta de sementes. Baseados em Janzen (1976) relataram, também, que as flores seriam produzidas apenas para a polinização, com função de flores masculinas, ou para a atração de polinizadores.

De acordo com Kageyama & Viana (1991), as espécies clímax têm maior variação nas suas fenofases reprodutivas do que as pertencentes a outros grupos ecológicos, podendo a frutificação ocorrer em intervalos de alguns anos. Segundo Piña-Rodrigues & Piratelli (1993), existem espécies que florescem anualmente e aquelas de floração supra-anual, que apresentam intervalos entre os anos de produção. Os anos sem produção podem ser resultantes da necessidade da espécie

em alocar recursos para o crescimento vegetativo, como relatou Janzen (1983) *apud* Piña-Rodrigues & Piratelli (1993).

Assim, os resultados obtidos neste trabalho revelaram que a fenologia reprodutiva de *O. catharinensis* é complexa, não tendo sido identificado o fator ou os fatores indutores do florescimento. A produção de sementes é pequena, restrita a poucos indivíduos, e ocorre de maneira supra-anual. É necessário, portanto, a realização de outras pesquisas, diminuindo o intervalo entre as observações e incluindo estudos de polinização, abordando o florescimento em suas diferentes etapas (iniciação floral, inflorescência em botões, botões em ântese e final de florescimento), bem como a dispersão de sementes.

## 5 CONCLUSÕES

O comportamento fenológico de *O. catharinensis* no Parque Estadual da Cantareira, em São Paulo, permitiu concluir que:

1. o florescimento e a frutificação foram irregulares e variaram entre árvores e anos;
2. o florescimento ocorreu em três estações do ano: na primavera, no inverno e, principalmente, no verão;
3. apenas os frutos originados do florescimento ocorrido na primavera atingiram a maturidade, sendo necessário, portanto, um período quente e úmido para o seu desenvolvimento, e
4. a espécie apresentou periodicidade supra-anual de produção de sementes, restrita a pequeno número de árvores da população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAITELLO, J.B. *Ocotea catharinensis*. In: *Centuria plantarum brasiliensium extintionis minitata*. Rio de Janeiro: Sociedade Botânica do Brasil, 1992. p.167.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: CNPF; Brasília: EMBRAPA, 1994. 640p.
- CORDINI, C. Grupos ecológicos de espécies florestais nativas de Santa Catarina. Agropec. Catarinense, v.7, n.1, p.40-43, 1994.
- INOUE, M.T.; CARLOS, V.R.; KUNYOSHI, Y. Projeto madeira do Paraná. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais, 1984. 260p.

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de & SCHÖFFEL, E. R. Fenologia reprodutiva de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez-Lauraceae) no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo (SP).

- KAGEYAMA, P.Y.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia, 1989. Anais. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1991. p.197-215.
- \_\_\_\_\_.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Fatores que afetam a produção de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. p.19-46.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras; manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1992. 352p.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R. Variações fenológicas das espécies de cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, SP. Rev. Brasil. Bot., v.11, n.1/2, p.101-112, 1988.
- MORAES, P.L.R. de. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de espécies da família Lauraceae, no Parque Estadual de Carlos Botelho, São Paulo. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, 1993. 190p. (Dissertação de Mestrado)
- MORELLATO, L.P.C. et al. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. Rev. Brasil. Bot., v.12, n.1/2, p.85-98, 1989.
- MORELLATO, L.P.C. et al. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. Rev. Brasil. Biol., v.50, n.1, p.149-162, 1990.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; COSTA, L.C.S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p.676-684.
- \_\_\_\_\_.; PIRATELLI, A.J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. p.47-82.
- REITZ, P.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. Sellowia, n.34/35, p.233-239, 1988.
- RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil; manual de dendrologia brasileira. 2.ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1990. 296p.
- SILVA, A. da; FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B. Secagem, extração e beneficiamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. p. 303-332.
- TEIXEIRA, B.C. Lauráceas do gênero *Ocotea*, do Estado de São Paulo. Rodriguésia, v.32, n.52, p.55-190, 1980.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.
- VATTIMO, I. O gênero *Ocotea* Aubl. no Sul do Brasil. I: espécies de Santa Catarina e do Paraná. Rodriguésia, v.18/19, n.30/31, p.265-317, 1956.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M.A.M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. Silvic. S. Paulo, v.4/5, n.4, p.57-140, 1965/66.
- WHEELWRIGHT, N.T. Seven-year study of individual fruit variation in fruit production in tropical bird-dispersed tree species in the family Lauraceae. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T.H. (Ed.) Frugivores and seed dispersal. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1986. p.19-35.

# VARIACÃO GENÉTICA ENTRE E DENTRO DE POPULAÇÕES DE *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler PARA CONSERVAÇÃO EX SITU\*

Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA\*\*  
Alexandre Magno SEBBENN\*\*  
Lígia de Castro ETTORI\*\*  
José Carlos Bolliger NOGUEIRA\*\*

## RESUMO

Com o objetivo da conservação genética *ex situ* de uma espécie arbórea tropical em risco de extinção, o Instituto Florestal de São Paulo implantou, no ano de 1984, um ensaio de famílias e de populações de *Balfourodendron riedelianum* em dois locais: Estação Experimental de Luiz Antonio e Estação Experimental de Pederneiras, SP. O delineamento utilizado foi o de blocos de famílias compactas com 3 populações, 19 famílias por população, 6 repetições e 5 plantas por parcela. Os ensaios foram avaliados pela análise de variância para altura total e DAP aos 4, 9 e 11 anos de idade. O crescimento médio e sobrevivência de plantas foi maior em Luiz Antonio, SP. A análise de variância individual dos caracteres revelou diferenças significativas entre populações em Pederneiras e, entre famílias dentro de populações, nos dois locais de ensaio, em todas as idades de avaliação. Os componentes de variância mostraram que a maior parte da variação genética encontra-se dentro das populações e, portanto, que a estratégia de conservação deva priorizar a amostragem de indivíduos dentro de famílias e famílias dentro de populações. Os parâmetros genéticos apresentaram estimativas promissoras para os caracteres avaliados nas análises individuais e conjunta para locais, sugerindo que as populações apresentam variação genética suficiente para a conservação. A estimativa do tamanho efetivo de populações indicou que a representatividade genética das populações sob conservação é suficiente para que o material não perca alelos raros por deriva genética, a curto prazo.

**Palavras-chave:** conservação genética *ex situ*; teste de progenies epopulações; *Balfourodendron riedelianum*, pau-marfim.

## 1 INTRODUÇÃO

*Balfourodendron riedelianum* (RUTACEAE) é conhecido no Estado de São Paulo pelo nome de pau-marfim e distribui-se naturalmente entre as latitudes 10°50'S (BA) a 29°40'S (RS), habitando principalmente a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, onde ocupa o estrato superior, a Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), entre as altitudes de 80 a 1.000 metros. Apresenta altura de 15 a 25 metros e DAP de 30 a 50 centímetros, podendo atingir a altura

## ABSTRACT

With the objective of the *ex situ* genetic conservation of a tropical tree species in risk of extinction, the Forest Institute of São Paulo implanted in the year of 1984, a trial of families and populations of *Balfourodendron riedelianum* in two sites in a compact family block design. The trials were appraised by the variance analysis of whole height and DBH at 4, 9 and 11 years of age. The mean growth of the traits and plant survival, were larger in Luiz Antonio. The individual analysis of variance of the traits revealed significant differences among populations in Pederneiras, and among families within populations in the two sites, and at all evaluation ages. The variance components showed that most of the genetic variation meets within populations and therefore, the conservation strategy should consider as priority the sampling of individuals within families and families within populations. The genetic parameters presented promising values for the traits in the individual analyses and joint analyses for places, suggesting that the populations present enough genetic variation for the conservation. The effective size estimate of populations indicated that the genetic representativity of the populations under conservation is enough so that the material won't lose rare alleles by genetic drift, at a short-term basis.

**Key words:** *ex situ* genetic conservation; families and populations trial; *Balfourodendron riedelianum*, pau-marfim.

de 35 m e o DAP de 100 cm. 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 o toco 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).

(\*) Aceito para publicação em agosto de 2000.

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

Contudo, apesar de sua grande utilidade, a espécie encontra-se na lista da FAO das espécies arbóreas tropicais em perigo de extinção (FAO, 1996). Devido a isto, o Instituto Florestal de São Paulo está procurando conservar a espécie *ex situ* em forma de populações base, e *in situ*, nas reservas públicas (Siqueira & Nogueira, 1992). Assim, o objetivo deste trabalho é quantificar a variação genética entre e dentro de três populações de *B. riedelianum*, conservadas *ex situ*, desde 1984, em duas estações experimentais do Instituto Florestal de São Paulo, visando aferir a eficiência desta estratégia de conservação adotada.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A erosão genética ou perda de genes está ocorrendo com diferentes intensidades, conforme a espécie. Em vários casos, todavia, a situação atual parece ser bastante crítica (Vencovsky, 1987). No Estado de São Paulo, o desenvolvimento da agricultura, agropecuária e da silvicultura de essências exóticas fez-se às custas da derrubada de extensas áreas de florestas naturais, tendo-se hoje apenas 7% da cobertura original. Tanto esses ciclos econômicos quanto o extrativismo de espécies de interesse econômico, fizeram com que a biodiversidade fosse bastante reduzida, restrita hoje aos remanescentes de florestas situadas em unidades de conservação, mantidas pelo poder público (Siqueira & Figliolia, 1998). No entanto, as pressões expansionistas do urbanismo e da agricultura continuam a ameaçar esses remanescentes, sendo importante a conservação genética de exemplares arbóreos que tenham valor atual ou futuro para a humanidade, em locais de garantida segurança.

Os princípios da conservação genética baseiam-se na distribuição da variabilidade genética entre e dentro de populações como condição essencial e insubstituível para a continuidade evolutiva das espécies. A redução da variabilidade genética não só diminui o potencial de ajustamento às mudanças naturais mas também às necessidades do homem (Frankel, 1977).

A concentração de esforços na conservação genética de essências arbóreas deve ser determinada pela magnitude relativa da variação genética existente

entre e dentro de populações, de modo a preservar o máximo de variabilidade das populações naturais (Dias & Kageyama, 1991).

A conservação genética *in situ* deve ser priorizada, devido a sua capacidade de manter o potencial evolutivo das espécies sob preservação; já a *ex situ* deve ser realizada em casos onde a *in situ* é impraticável, como no caso de populações de uma espécie cujo desaparecimento é inevitável. A estratégia de conservação *ex situ* objetiva manter amostras representativas de populações para que, após caracterizadas, avaliadas e multiplicadas, estejam disponíveis para o melhoramento genético e/ou pesquisas correlatas (Lleras, 1992). Entretanto, atenta-se para o fato de que a conservação genética não visa apenas a preservação de alelos para uso imediato ou futuro mas, também, manter complexos gênicos na sua integridade, dado que, hoje, sabe-se terem grande importância em programas de melhoramento em que o objetivo é desenvolver genótipos com capacidade de adaptação a condições extremas ou atípicas para a espécie (Vencovsky, 1987).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Locais de Estudo

O Instituto Florestal de São Paulo implantou, no ano de 1984, um ensaio combinado de populações e progênies de *B. riedelianum*, repetido em dois locais, visando à conservação *ex situ* da espécie. Os locais de experimentação são a Estação Experimental de Luiz Antônio, SP, caracterizada pela latitude de 21°40'S, longitude de 47°49'W, altitude de 550 metros, precipitação média anual de 1.365 mm, solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa e Latossolo Roxo. O clima é do tipo Cwa, segundo Ventura et al., (1965/66). A Estação Experimental de Pederneiras, SP, encontra-se entre as latitudes 22°22'S, longitude de 48°44'W, altitude de 500 m, precipitação média anual de 1.200 a 1.300 mm, solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa e clima do tipo Cwa, segundo Ventura et al., (1965/66).

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

### 3.2 Delineamento Experimental

O delineamento adotado foi o de blocos de famílias compactas, sendo que nas parcelas se encontram alocadas as populações e nas subparcelas as famílias. Testou-se em cada local três populações naturais: Alvorada do Sul-PR (Pop. 1), Gália-SP (Pop. 2) e Bauru-SP (Pop. 3). Em Luiz Antonio foram plantadas 19 famílias de cada população e em Pederneiras, 13 famílias da Pop. 1, 17 famílias da Pop. 2 e 18 famílias da Pop. 3. As sementes para o ensaio foram originadas de polinização aberta. Em cada local, utilizou-se de 6 blocos, com subparcelas lineares de 5 plantas, no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros e uma bordadura externa de duas linhas. Os ensaios foram avaliados para os caracteres altura total (m) e DAP (cm), nas idades de 4 anos (só para altura), 9 e 11 anos (altura e DAP). O comportamento silvicultural foi avaliado pelo crescimento médio (M) e sobrevivência de plantas no ensaio. Os caracteres altura e DAP foram submetidos à análise de variância em nível de média de subparcelas (5 plantas), para cada local e conjuntamente para os locais.

TABELA 1 - Quadro da análise de variância com as fontes de variação (FV), os graus de liberdade (GL), esperanças dos quadrados médios [E(QM)] e quadrados médios testadores de F.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos	$J - 1$	$Q1 \left( \hat{\sigma}_d^2 / \bar{n} \right) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + K \hat{\sigma}_{eA}^2 + IK \hat{\sigma}_b^2$		Q1/Q3
Populações	$I - 1$	$Q2 \left( \hat{\sigma}_d^2 / \bar{n} \right) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + K \hat{\sigma}_{eA}^2 + J \hat{\sigma}_{F/P}^2 + JK \hat{\sigma}_P^2$	$(Q2+Q9)/(Q3+Q5)*$	
Erro (a)	$(I - 1)(J - 1)$	$Q3 \left( \hat{\sigma}_d^2 / \bar{n} \right) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + K \hat{\sigma}_{eA}^2$		----
Parcelas	$IJ - 1$	$Q4$	----	----
Fam./Pop.	$I \sum (K - 1)$	$Q5 \left( \hat{\sigma}_d^2 / \bar{n} \right) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + J \hat{\sigma}_{F/P}^2$		Q5/Q9
Fam./Pop. 1	$(K_1 - 1)$	$Q6 \left( \hat{\sigma}_d^2 / \bar{n} \right) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + J \hat{\sigma}_{F/P 1}^2$		Q6/Q9
Fam./Pop. 2	$(K_2 - 1)$	$Q7 \left( \hat{\sigma}_d^2 / \bar{n} \right) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + J \hat{\sigma}_{F/P 2}^2$		Q7/Q9
Fam./Pop. 3	$(K_3 - 1)$	$Q8 \left( \hat{\sigma}_d^2 / \bar{n} \right) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + J \hat{\sigma}_{F/P 3}^2$		Q8/Q9
Erro (b)	$I \sum (K - 1)(J - 1)$	$Q9 \left( \hat{\sigma}_d^2 / \bar{n} \right) + \hat{\sigma}_{eB}^2$		----
Erro dentro	$J I \sum K (\bar{n} - 1)$	$Q10 \hat{\sigma}_d^2$		----
Total	$(JIK) - 1$	$Q11$		

Onde: J = número de blocos; I = número de populações; K = número de famílias por população;  $\bar{n}$  = média harmônica do número de plantas por subparcela.

(\* ) O teste F estimado para o efeito de populações não é exato.

### 3.3 Análise Estatística Individual

A análise de variância individual para os locais, em cada idade foi realizada conforme o modelo estatístico aleatório:

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

onde:

$Y_{ijk}$  é a média da família k, na população i, no bloco j; m é a média geral dos caracteres na população;  $t_i$  é o efeito aleatório da população i ( $i = 1, 2, \dots, I$ ), alocada nas parcelas;  $b_j$  é o efeito aleatório do bloco j ( $j = 1, 2, \dots, J$ );  $(tb)_{ij}$  é o erro experimental em nível de parcelas;  $t'_{k(i)}$  é o efeito aleatório da família k ( $k = 1, 2, \dots, K$ ), dentro da população i ( $i = 1, 2, \dots, I$ ), alocada nas subparcelas e,  $e_{ijk}$  é o efeito do erro em nível de subparcela. A variância fenotípica dentro das subparcelas foi obtida pela média ponderada dos quadrados médios dentro das subparcelas. A estrutura da análise individual para locais encontra-se na TABELA 1.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

Os componentes da variância foram obtidos pela decomposição dos quadrados médios da análise de variância individual, da seguinte forma: variância genética entre populações:  $\hat{\sigma}_P^2 = (1/JK)[(Q2+Q9)/(Q3+Q5)]$ ; variância genética entre famílias/populações:  $\hat{\sigma}_{F/P}^2 = (Q5-Q9)/J$ ; variância genética entre Fam./Pop. 1:  $\hat{\sigma}_{F/P_1}^2 = (Q6-Q9)/J$ ; variância genética entre Fam./Pop. 2:  $\hat{\sigma}_{F/P_2}^2 = (Q7-Q9)/J$ ; variância genética entre Fam./Pop. 3:  $\hat{\sigma}_{F/P_3}^2 = (Q8-Q9)/J$ ; variância ambiental dentro nas subparcelas:  $\hat{\sigma}_{eB}^2 = Q9-(Q10/\bar{n})$ ; variância genética aditiva na Pop. 1:  $\hat{\sigma}_{A1}^2 = 4\hat{\sigma}_{F/P_1}^2$ ; variância genética aditiva na Pop. 2:  $\hat{\sigma}_{A2}^2 = 4\hat{\sigma}_{F/P_2}^2$ ; variância genética aditiva na Pop. 3:  $\hat{\sigma}_{A3}^2 = 4\hat{\sigma}_{F/P_3}^2$ ; variância fenotípica dentro de famílias:  $\hat{\sigma}_d^2 = Q10$ .

### 3.4 Análise Estatística Conjunta

A análise conjunta para locais foi realizada considerando-se apenas as famílias comuns de cada população para os dois locais e que apresentassem pelo menos 5 repetições. O modelo estatístico misto utilizado na análise conjunta dos experimentos, considerando-se locais como efeito fixo e populações e famílias como efeito aleatório, foi:

$$Y_{ijkl} = m + t_i + l_j + b_{jl} + (tl)_{il} + (tb)_{ijl} + t'_{k(j)} + (t'l)_{kl(j)} + e_{ijkl}$$

onde:

$Y_{ijkl}$  é o valor da família  $k$ , no bloco  $j$ , na população  $i$ , no local  $l$ ;  $m$  é a média geral do caráter na população;  $t_i$  é o efeito aleatório da população  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, I$ ), alocada nas parcelas;  $l_j$  é o efeito fixo de locais  $l$  ( $l = 1, 2, \dots, L$ );  $b_{jl}$  é o efeito aleatório do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ), dentro do local  $l$ ;  $(tl)_{il}$  é o efeito da interação da população  $i$  no local  $l$ ;  $(tb)_{ijl}$  é o erro experimental em nível de parcelas;  $t'_{k(j)}$  é o efeito aleatório da família  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, K_i$ ) dentro da população  $i$ , alocada nas subparcelas;  $(t'l)_{kl(j)}$  é o efeito da interação de famílias dentro de população por locais  $e$ ,  $e_{ijkl}$  é o efeito do erro em nível de subparcela. O esquema da análise de variância conjunta para locais em cada idade encontra-se na TABELA 2.

Os componentes da variância foram obtidos pela decomposição dos quadrados médios da análise de variância conjunta, da seguinte forma:

variância genética entre populações:  $\hat{\sigma}_P^2 = (1/JKL)[(Q3+Q10)/(Q4+Q6)]$ ; variância da interação populações por locais:  $\hat{\sigma}_{LxP}^2 = (1/JK)[(Q4 + Q14)/(Q5 + Q10)]$ ; variância genética entre famílias/populações:  $\hat{\sigma}_{F/P}^2 = (Q6-Q14)/JL$ ; variância genética entre Fam./Pop. 1:  $\hat{\sigma}_{F/P_1}^2 = (Q7-Q14)/JL$ ; variância genética entre Fam./Pop. 2:  $\hat{\sigma}_{F/P_2}^2 = (Q8-Q14)/JL$ ; variância genética entre Fam./Pop. 3:  $\hat{\sigma}_{F/P_3}^2 = (Q9-Q14)/JL$ ; variância ambiental entre subparcelas:  $\sigma_{eB}^2 = Q14-(Q15/\bar{n})$ ; variância genética aditiva na Pop. 1:  $\hat{\sigma}_{A1}^2 = 4\hat{\sigma}_{F/P_1}^2$ ; variância genética aditiva na Pop. 2:  $\hat{\sigma}_{A2}^2 = 4\hat{\sigma}_{F/P_2}^2$ ; variância genética aditiva na Pop. 3:  $\hat{\sigma}_{A3}^2 = 4\hat{\sigma}_{F/P_3}^2$ ; variância fenotípica dentro de subparcelas:  $\hat{\sigma}_d^2 = Q15$ .

### 3.5 Estimativa dos Parâmetros Genéticos e Não Genéticos

As estimativas dos parâmetros genéticos e não genéticos foram obtidas a partir dos componentes de variância da análise individual e conjunta, conforme Vencovsky & Barriga (1992). Os parâmetros estimados foram o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito em nível de plantas ( $\hat{h}^2$ ), coeficiente de herdabilidade em nível de média de famílias ( $\hat{h}^2_m$ ), coeficiente de herdabilidade dentro de famílias ( $\hat{h}^2_d$ ), coeficiente de variação genética entre famílias ( $CV_g$ ), coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ) e coeficiente de variação fenotípica dentro de subparcelas ( $CV_d$ ).

O tamanho efetivo de populações ( $\hat{N}_e$ ) foi estimado segundo expressão de Vencovsky (1978), expandida de Crow & Kimura (1970), para situações de seleção artificial, em espécies monóicas. A fórmula de  $\hat{N}_e$  para seleção em ambos os sexos em uma população com estrutura de famílias não endogâmicas é:

$$\hat{N}_e = \frac{4N_F \bar{n}}{\frac{\sigma_{\bar{n}}^2}{\bar{n}} + \bar{n} + 3}$$

onde:

$N_F$  é o número de famílias,  $\bar{n}$  é o número médio de indivíduos por família e  $\sigma_{\bar{n}}^2$  é a variância do número de indivíduos por família. Desta expressão pode-se observar que para maximizar o  $\hat{N}_e$  deve-se minimizar a  $\sigma_{\bar{n}}^2$ .

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

TABELA 2 - Quadro da análise de variância conjunta para locais com as fontes de variação (FV), os graus de liberdade (GL), esperanças dos quadrados médios [E(QM)] e quadrados médios testadores de F.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos/Locais	$L(J-1)$	$Q1$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + K\hat{\sigma}_A^2 + JK\hat{\sigma}_b^2$		Q1/Q5
Locais (L)	$L-1$	$Q2$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + K\hat{\sigma}_A^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LxF/P}^2 + (L/L-1)JK\hat{\sigma}_{LxP}^2 + JK\hat{\Phi}_L$		Q2/Q4
Populações (P)	$I-1$	$Q3$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + K\hat{\sigma}_{eA}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LxF/P}^2 + JL\hat{\sigma}_{F/P}^2 + (L/L-1)\nu K\hat{\sigma}_{LxP}^2 + JKL\hat{\sigma}_P^2$		(Q3+Q10)(Q4+Q6)*
L x P	$(L-1)(I-1)$	$Q4$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + K\hat{\sigma}_{eA}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LxF/P}^2 + JK\hat{\sigma}_{LxP}^2$		(Q4+Q14)(Q5+Q10)*
Erro (a)	$L(IJ-1)$	$Q5$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + K\hat{\sigma}_{eA}^2$		----
Fam. Pop. (F P)	$\Sigma(K_i-1)$	$Q6$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LxF/P}^2 + JL\hat{\sigma}_{F/P}^2$		Q6/Q10
Fam. Pop. 1 (F P1)	$(K_1-1)$	$Q7$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LxF/P1}^2 + JL\hat{\sigma}_{F/P1}^2$		Q7/Q11
Fam. Pop. 2 (F P2)	$(K_2-1)$	$Q8$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LxF/P2}^2 + JL\hat{\sigma}_{F/P2}^2$		Q8/Q12
Fam. Pop. 3 (F P3)	$(K_3-1)$	$Q9$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LxF/P3}^2 + JL\hat{\sigma}_{F/P3}^2$		Q9/Q13
L x F P	$(L-1)/(\Sigma(K_i-1))$	$Q10$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LF/P}^2$		Q10/Q14
L x F P1	$(L-1)(K_1-1)$	$Q11$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LF/P1}^2$		Q11/Q14
L x F P2	$(L-1)(K_2-1)$	$Q12$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LF/P2}^2$		Q12/Q14
L x F P3	$(L-1)(K_3-1)$	$Q13$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2 + (L/L-1)\nu\hat{\sigma}_{LF/P3}^2$		Q13/Q14
Erro (b)	$L(IJ-1)/(\Sigma(K_i-1))$	$Q14$ $(\hat{\sigma}_d^2 / \bar{n}) + \hat{\sigma}_{eB}^2$		----
Erro dentro	$LJK_i(\bar{n}-1)$	$Q15$ $\hat{\sigma}_d^2$		----
Total	$LJK_i \cdot I$	$Q16$		

Onde: L = número de locais; J = número de blocos; I = número de famílias por população;  $\bar{n}$  = média harmônica do número de plantas por subparcela;  $\phi_{ij} = \sum_{j=1}^I (L-1)$ , não representando, portanto, um parâmetro populacional.

(a) Os graus de liberdade para o teste F das fontes de variação de populações e da interação L x P, foram dados pelas estimativas de Satterthwaite, segundo Barbin (1998).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Crescimento e Sobrevida

O crescimento médio das populações, em altura e DAP (TABELA 3), e em todas as idades de avaliação foi maior em Luiz Antonio (LA), comparativamente a Pederneiras (PE). Observa-se que a altura e o DAP, aos 11 anos de idade, em LA foi 43,9% e 34,5%, respectivamente, superior ao crescimento em PE. Isso mostra que LA apresenta menos restrições ambientais para o desenvolvimento de *B. riedelianum*,

podendo estar associado a maior fertilidade dos solos da região de LA (Latossolo Roxo) em comparação ao solo de PE (Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa). Em LA, de modo geral, a Pop. 3 (Bauru) apresentou os maiores crescimentos para os caracteres avaliados e, em PE, a Pop. 2 (Gália) apresentou o maior crescimento. Já na análise conjunta para os dois locais, a Pop. 2 apresentou a melhor performance para ambos os caracteres aos 11 anos de idade. Este comportamento diferencial do crescimento em altura e DAP, das populações, nos dois locais, sugere a presença de interação populações x locais.

TABELA 3 - Média de altura e DAP em três populações de *B. riedelianum* na E. E. de Luiz Antonio e na E. E. de Pederneiras e análise conjunta para locais.

Local		Altura (m)			DAP (cm)	
		4 anos	9 anos	11 anos	9 anos	11 anos
Luiz Antonio <sup>a</sup>	Geral	4,11	9,08	9,71	9,73	10,73
	Fam./Pop. 1	4,17	8,50	9,07	9,12	10,01
	Fam./Pop. 2	4,09	9,10	9,84	10,01	11,03
	Fam./Pop. 3	4,07	9,52	10,15	9,93	11,07
Pederneiras <sup>a</sup>	Geral	2,31	4,68	5,45	5,50	7,03
	Fam./Pop. 1	1,88	4,46	4,12	3,88	5,35
	Fam./Pop. 2	2,33	5,11	5,86	6,25	7,80
	Fam./Pop. 3	2,57	5,01	5,85	5,79	7,31
Conjunta <sup>b</sup>	Geral	3,31	6,88	7,67	7,55	8,90
	Fam./Pop. 1	2,55	6,13	6,68	6,67	7,65
	Fam./Pop. 2	2,79	7,06	8,02	7,88	9,60
	Fam./Pop. 3	2,86	7,25	7,88	7,88	9,00

(a) Pop. 1 - Alvorada do Sul-PR; Pop. 2 - Gália-SP e Pop. 3 - Bauru-SP = 19 famílias.

(b) Pop. 1 = 13 famílias de Alvorada do Sul-PR; Pop. 2 = 17 famílias de Gália-SP; Pop. 3 = 18 famílias de Bauru-SP.

Comparando os crescimentos observados com os resultados apresentados por Carvalho (1994) para o comportamento silvicultural da espécie em plantios experimentais, no Sul e Sudeste do Brasil (TABELA 4), observa-se superioridade no desenvolvimento das plantas nos ensaios aqui em estudo sobre os plantios de Foz do Iguaçu-PR e superioridade do ensaio de LA sobre todos os crescimentos apresentados na TABELA 4. Contudo, o ensaio de PE apresentou crescimento um tanto inferior aos da referida tabela. Estas constatações reforçam a ideia de que LA apresenta boas condições para o desenvolvimento de *B. riedelianum*.

A avaliação da sobrevida de plantas nos ensaios (TABELA 5), para as populações em estudo, mostrou maiores valores em LA aos 9 e 11 anos de idade, relativamente a PE, sugerindo também uma

melhor adaptação da espécie nas condições edafoclimáticas dessa localidade. Aos 11 anos de idade a sobrevida em LA ficou na faixa dos 80% e em PE na faixa dos 60%. Alta mortalidade nos ensaios é restritiva na estimativa de parâmetros genéticos, pela superestimativa das médias dos caracteres nas subparcelas com maior mortalidade. Para tanto, nas análises de PE e conjunta para locais, aos 4 e 9 anos de idade, excluiu-se 9 famílias e uma repetição de cada família. Nas análises de PE e conjunta aos 11 anos de idade, manteve-se apenas as famílias comuns que tivessem 6 repetições em ambos os locais. Em LA excluiu-se uma repetição em todas as análises individuais. Acredita-se que esta prática minimize os vícios nas estimativas, causados pela alta mortalidade de plantas no ensaio.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

TABELA 4 - Comportamento silvicultural de *B. riedelianum* em plantios experimentais no Sul e Sudeste do Brasil.

Local	Idade (anos)	Espaçamento (m)	Sobrev. (%)	Altura (m)		DAP (cm)		Classe de solo
				média	IMA	média	IMA	
Foz do Iguaçu-PR	4	3 x 3	53,3	1,47	0,37	---	---	Lrd
Cianorte-PR	7	3 x 3	83,3	6,58	0,94	8,7	1,24	Lve
Telemaco Borba-PR	8	3 x 3	90,0	5,89	0,74	6,2	0,77	Lrd
Cascavel-PR	10	3 x 2	94,0	9,7	0,97	9,9	0,99	Lrd
São Simão-SP	14	---	97,4	10,96	0,78	9,6	0,69	Lrd

Lrd = Latossolo Roxo distrófico; Lve = Latossolo Vermelho Escuro; IMA = incremento médio anual.

Fonte: Carvalho, 1994.

TABELA 5 - Sobrevida (%) de plantas de *B. riedelianum* na E. E. de Luiz Antonio (LA) e na E. E. de Pederneiras (PE).

Populações	4 anos		9 anos		11 anos	
	LA	PE	LA	PE	LA	PE
Alvorada	82,3	85,6	81,7	67,6	80,0	59,5
Gália	91,4	84,9	88,9	68,0	85,5	64,4
Bauru	86,3	94,8	83,7	79,2	83,5	77,8
Ensaio	85,8	88,8	85,1	73,5	83,5	65,4

#### 4.2 Variação Genética Entre e Dentro de Populações

A distribuição da variação genética entre e dentro de populações de *B. riedelianum* para cada local foi estudada pela análise de variância individual e conjunta para locais (TABELAS 6 e 8, respectivamente). Em LA, a análise de variância individual (TABELA 6) não revelou diferenças significativas pelo teste F entre populações para os caracteres nas idades avaliadas. Já em PE detectou-se diferenças significativas em todas as idades de avaliação para ambos os caracteres. Para o efeito de famílias dentro de populações (Fam./Pop's), detectou-se diferenças significativas em nível de 1% de probabilidade nos dois locais de ensaio, para ambos os caracteres e em todas as idades de avaliação. O desdobramento dos quadrados médios de famílias dentro de populações (Fam./Pop. 1; Fam./Pop. 2 e Fam./Pop. 3) mostrou, em LA, que a alta variação genética detectada para altura aos 4 e 9 anos foi causada pela variação genética de famílias

dentro da população 3 (Fam./Pop. 3), para DAP aos 9 anos, pela variação genética de famílias dentro das populações 1 e 2 (Fam./Pop. 1, Fam./Pop. 2, respectivamente) e para a altura e DAP aos 11 anos, pela variação genética dentro das famílias dentro de todas as populações. Em PE, o desdobramento dos quadrados médios de famílias dentro de populações revelou que a variação genética para altura aos 4 e 9 anos e, para DAP aos 9 anos foi causada pela variação genética existente entre Fam./Pop. 2 e 3 e, para altura e DAP aos 11 anos pela variação genética de Fam./Pop. 3. Observou-se que os QM de Fam./Pop. 1, em PE, não revelaram variação genética para os caracteres em nenhuma idade de avaliação. De modo geral, estes resultados mostram que a Pop. 3 foi a que apresentou maior variação genética. As diferenças observadas entre os locais, na expressão da variação genética entre populações, estão possivelmente associadas a diferentes níveis de adaptação aos ambientes, sugerindo a presença de interação genótipo x ambiente.

TABELA 6 - Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) com a significância do teste F e coeficiente de variação experimental ( $CV_{exp}$ ) para altura e DAP em *B. riedelianum* em dois locais.

Local	GL	QM Altura			QM DAP	
		4 anos	9 anos	11 anos	9 anos	11 anos
LA	Populações	2	0,6439 ns	42,0847 ns	42,9850 ns	40,8997 ns
	Fam./Pop's	54	0,3811 **	4,9227 **	2,7055 **	4,9934 **
	Fam./Pop. 1	18	0,2852 ns	2,7010 ns	1,3714 **	4,7012 **
	Fam./Pop. 2	18	0,3494 ns	2,5957 ns	1,2420 **	3,4614 *
	Fam./Pop. 3	18	0,4372 **	4,7954 **	0,7271 *	2,2731 ns
	$CV_{exp}$ (%)		12,0	17,1	7,0	14,3
PE	Populações	2	10,0592 *	63,4398 **	34,1304 *	92,6853 **
	Fam./Pop's	45	1,0379 **	4,9505 **	4,5887 **	7,7479 **
	Fam./Pop. 1	12	0,4745 ns	1,1098 ns	1,6651 ns	1,6937 ns
	Fam./Pop. 2	16	0,7198 **	2,1663 **	1,8889 ns	3,7860 **
	Fam./Pop. 3	17	0,5517 *	2,8185 **	2,9374 **	4,8461 **
	$CV_{exp}$ (%)		24,8	22,3	20,8	24,6

LA = E. E. de Luiz Antonio; PE = E. E. de Pederneiras.

(\*) e (\*\*) Significativo em nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

(ns) Não significativo.

Em LA, o coeficiente de variação experimental ( $CV_{exp}$ ) variou de baixo (7,0%) a médio (17,1%), entre os caracteres e idades de avaliação. Em PE, os  $CV_{exp}$  apresentaram valores altos, superiores a 18,9%. Esses resultados mostram que o controle experimental foi mais eficiente em LA e que estimativas mais confiáveis são esperadas para este local de ensaio. Os altos coeficientes podem ter sido originados pela alta mortalidade de plantas em PE, o que causou um grande número de falhas nas subparcelas, ou ainda, serem inerentes da própria variação fenotípica da espécie.

Com o objetivo de uma melhor quantificação da distribuição da variação genética entre e dentro das populações, desdobrou-se os quadrados médios da análise de variância nos vários níveis hierárquicos em que o ensaio foi instalado (TABELA 7).

Os resultados na TABELA 7 evidenciaram, para todas as avaliações, que a maior parte da variação genética encontra-se distribuída dentro das populações ( $\hat{\sigma}_{F/P}^2 + \hat{\sigma}_{I/F/P}^2$ ), relativamente à variação genética entre populações ( $\hat{\sigma}_P^2$ ).

Dentro das populações, observou-se que em torno de 75% da variação genética encontra-se entre indivíduos dentro de famílias ( $\hat{\sigma}_{I/F/P}^2$ ), em comparação à variação entre famílias dentro de populações ( $\hat{\sigma}_{F/P}^2$ ). Em concordância a baixa variação entre populações, Ohashi et al. (1992) estudando a variação genética entre populações de *Euterpe oleracea* Mart., a partir de caracteres quantitativos, encontraram pequena variação genética entre e grande variação dentro de populações. Este padrão de distribuição da variação genética é o esperado para espécies alógamas, que apresentam eficientes mecanismos de dispersão de pólen e sementes. Estas características favorecem o fluxo gênico entre populações, homogeneizando suas freqüências alélicas e reduzindo a divergência genética por deriva ou seleção. A maior variação genética dentro de populações indica que a estratégia de conservação genética da espécie deve priorizar a amostragem dentro das populações, utilizando um grande número de famílias e de indivíduos dentro de famílias.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

TABELA 7 - Porcentagem relativa da variação genética entre populações ( $\hat{\sigma}_P^2$ ), entre famílias dentro de populações ( $\hat{\sigma}_{F/P}^2$ ) e entre plantas dentro de famílias dentro de populações ( $\hat{\sigma}_{I/F/P}^2$ ) de *B. riedelianum*, para os caracteres altura e DAP, na E. E. de Luiz Antonio (LA), E. E. de Pederneiras (PE) e análise conjunta (Conj.).

Locais	Parâmetros	Altura (%) <sup>a</sup>			DAP (%) <sup>a</sup>	
		4 anos	9 anos	11 anos	9 anos	11 anos
LA	$\hat{\sigma}_P^2$	8,6	3,2	3,0	2,1	2,1
	$\hat{\sigma}_{F/P}^2$	22,9 **	24,2 **	24,2 **	24,5 **	24,5 **
	$\hat{\sigma}_{I/F/P}^2$	68,6	72,6	72,7	73,4	73,4
PE	$\hat{\sigma}_P^2$	17,9 *	1,4 **	3,3 *	0,9 **	3,1 *
	$\hat{\sigma}_{F/P}^2$	20,5 **	24,6 **	24,2 **	24,8 **	24,2 **
	$\hat{\sigma}_{I/F/P}^2$	61,5	73,9	72,5	74,3	72,6
Conj.	$\hat{\sigma}_P^2$	1,3	0,1	0,0	0,1	0,2
	$\hat{\sigma}_{F/P}^2$	24,7 **	25,0 **	25,0 **	25,0 **	24,9 **
	$\hat{\sigma}_{I/F/P}^2$	74,0	74,9	75,0	74,9	74,9

(a) A significância foi dada pelos resultados do teste F da análise de variância.

(\* e \*\*) Significativo em nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

#### 4.3 Interação Genótipo x Locais

A análise conjunta (TABELA 8) revelou diferenças significativas pelo teste F entre locais apenas para o DAP aos 11 anos de idade. Para populações não foram notadas diferenças significativas. Contudo, detectou-se interação populações x locais para os dois caracteres, em todas as idades de avaliação, sugerindo um comportamento diferencial das populações em relação aos locais. Para altura, foram evidenciadas diferenças significativas entre Fam./Pop. 2 e entre Fam./Pop. 3, aos 4 e 9 anos de idade, e para o DAP entre Fam./Pop. 2 aos 9 anos e Fam./Pop. 3 aos 11 anos. Para altura, a interação locais x famílias/populações foi significativa para Fam./Pop. 1 em todas as idades, para Fam./Pop. 2 aos 4 anos e para Fam./Pop. 3 aos 9 e 11 anos, respectivamente.

Para o DAP, detectou-se interação para Fam./Pop. 3 aos 9 anos e Fam./Pop. 2 e 3 aos 11 anos. A análise da interação genótipo x ambiente é mais importante em programas de melhoramento, onde se pretenda fazer seleção para algum caráter de valor econômico, do que para programas de conservação, visto que o material genético a ser conservado é o mesmo nos vários ambientes. No caso da utilização dos ensaios como populações base para o melhoramento genético de *B. riedelianum*, a seleção deveria ser realizada a nível de locais, com a escolha de genótipos específicos para cada ambiente.

O CV<sub>exp</sub> da análise conjunta apresentou valores médios para os caracteres, em todas as idades de avaliação, mostrando um bom controle experimental e uma boa confiabilidade nas estimativas dos parâmetros genéticos.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

**TABELA 8** - Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) com a significância do teste F e coeficiente de variação experimental ( $CV_{exp}$ ) para altura e DAP de *B. riedelianum* da análise conjunta de locais.

	GL	QM Altura			QM DAP	
		4 anos	9 anos	11 anos	9 anos	11 anos
Locais (L)	1	28,9975	154,3567	175,2025	162,2847	1671,8921**
Populações (P)	2	10,4210	51,1662	56,9623	101,0862	102,8673
L x P	2	16,1176**	125,6394**	921,7321**	205,9302**	79,2966**
Fam./Pop's	48	0,7937**	3,9798**	5,1110**	6,7298**	8,7076**
Fam./Pop. 1	13	0,3877	0,7451	1,0654	2,8872	3,1284
Fam./Pop. 2	17	0,6902**	2,2227**	1,6311	5,4997**	1,4554
Fam./Pop. 3	18	0,5351*	1,8945**	1,9389	2,5647	2,8566**
L x Fam./Pop. 1	13	0,9534**	1,6437**	1,9142**	2,8153	1,3042
L x Fam./Pop. 2	17	0,6903**	1,1480	1,0475	2,1333	2,7518*
L x Fam./Pop. 3	18	0,3520	1,7243**	1,7969**	4,3373**	3,3337**
$CV_{exp}$ (%)		17,0	13,1	11,9	17,7	13,9

(\*) e (\*\*) Significativo em nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

#### 4.4 Variação Genética Intrapopulacional

A variação genética intrapopulacional foi avaliada para cada local pelos coeficientes de herdabilidade e pelos coeficientes de variação genética e não genética (TABELA 9). Em LA, o coeficiente de herdabilidade em nível de planta no sentido restrito ( $\hat{h}_i^2$ ) variou de 0,03 na Pop. 2, aos 9 anos para o caracter altura, a 0,39 na Pop. 3, aos 11 anos para altura e DAP, mostrando que estes caracteres, nestas populações, têm um controle genético baixo, sendo sua expressão fenotípica determinada em maior parte pelo ambiente. Este mesmo coeficiente de herdabilidade em PE, variou de 0,01 na Pop. 1, aos 9 anos para o DAP, a 0,43 para a Pop. 3, aos 9 anos para altura, também mostrando uma grande influência do ambiente na expressão dos caracteres com o aumento de idade das plantas. Ressalta-se que, na Pop. 1 em LA, o DAP aos 9 e a altura e o DAP aos 11 anos de idade, apresentaram os maiores coeficientes de herdabilidade, sendo que em PE nessas mesmas idades e caracteres, a Pop. 3 foi a que apresentou os maiores valores. Tal resultado mostra que em LA para a Pop. 1 e em PE para a Pop. 3, o controle

genético dos caracteres foi maior, em função talvez, de uma melhor interação do seu componente genético com as características específicas desses ambientes, possivelmente, fertilidade do solo.

O coeficiente de herdabilidade em nível de médias de famílias ( $\hat{h}_m^2$ ), para ambos os locais, apresentou valores superiores aos encontrados para a herdabilidade em nível de planta ( $\hat{h}_i^2$ ) e herdabilidade entre plantas dentro de famílias ( $\hat{h}_d^2$ ), demonstrando que o controle genético dos caracteres em nível de famílias é alto, favorecendo, no caso de melhoramento, a seleção entre famílias dentro das populações.

Os coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), apresentados na TABELA 9, variaram entre 2,1 e 7,0% em LA e, entre 1,0 e 15,2% em PE, mostrando maior expressão genética no último local. Esses valores podem ser considerados altos se comparados a algumas espécies exóticas como *Eucalyptus citriodora* (Pires et al., 1990) e *Pinus kesiya* (Moraes et al., 1990), e algumas espécies nativas como *Dipteryx alata* (Siqueira et al., 1993) e *Tabebuia heptaphylla* (Ettori et al., 1996), dependendo da idade e local de plantio.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

TABELA 9 - Coeficientes de herdabilidade em nível de planta no sentido restrito ( $\hat{h}_i^2$ ), entre médias de famílias ( $\hat{h}_m^2$ ), entre plantas dentro de parcelas ( $\hat{h}_d^2$ ), coeficiente de variação genética (CV<sub>g</sub>), ambiental (CV<sub>e</sub>) e fenotípica dentro de parcelas (CV<sub>d</sub>) para altura e DAP em três populações de *B. riedelianum*, em dois locais.

Pop.	Parâmetros	Altura			DAP	
		4 anos	9 anos	11 anos	9 anos	11 anos
LA <sup>a</sup>	1	0,06	0,04	0,39	0,36	0,39
	2 $\hat{h}_i^2$	0,13	0,03	0,27	0,19	0,13
	3	0,23	0,26	0,10	0,04	0,04
	1	0,17	0,12	0,66	0,59	0,63
	2 $\hat{h}_m^2$	0,32	0,08	0,62	0,44	0,39
	3	0,46	0,50	0,36	0,15	0,18
	1	0,06	0,06	0,39	0,37	0,39
	2 $\hat{h}_d^2$	0,13	0,04	0,24	0,18	0,11
	3	0,23	0,26	0,09	0,04	0,03
PE <sup>b</sup>	1	2,2	2,6	4,0	7,0	6,6
	2      CV <sub>g</sub> (%)	3,4	2,1	3,7	5,2	4,1
	3	4,5	7,0	2,2	2,5	2,4
	1	8,8	13,6	5,0	10,0	8,1
	2      CV <sub>e</sub> (%)	8,7	14,1	3,9	9,2	5,6
	3	8,9	12,2	4,2	9,1	5,1
	1	15,9	20,64	11,2	20,1	18,0
	2      CV <sub>d</sub> (%)	16,2	19,18	13,2	21,5	21,3
	3	16,1	24,00	12,6	22,1	22,4
PE <sup>b</sup>	1	0,13	0,01	0,11	0,31	0,14
	2 $\hat{h}_i^2$	0,24	0,17	0,14	0,28	0,15
	3	0,16	0,25	0,33	0,43	0,31
	1	0,29	0,30	0,28	0,68	0,33
	2 $\hat{h}_m^2$	0,53	0,50	0,37	0,56	0,36
	3	0,39	0,62	0,59	0,65	0,58
	1	0,13	0,01	0,12	0,33	0,13
	2 $\hat{h}_d^2$	0,20	0,14	0,14	0,25	0,15
	3	0,15	0,21	0,34	0,40	0,30
PE <sup>b</sup>	1	7,1	1,7	5,1	1,0	5,5
	2      CV <sub>g</sub> (%)	11,8	10,0	6,2	12,4	5,8
	3	8,8	12,7	9,9	15,2	9,2
	1	19,0	18,6	15,4	20,0	13,6
	2      CV <sub>e</sub> (%)	12,5	8,7	14,7	14,2	13,6
	3	16,1	5,5	14,4	15,2	12,1
	1	33,7	27,6	25,5	30,9	26,2
	2      CV <sub>d</sub> (%)	45,5	46,6	28,9	43,0	26,3
	3	40,1	48,4	29,5	41,4	29,1

LA: E. E. de Luiz Antonio; PE: E.E. de Pederneiras.

(a) Todas as populações analisadas com 19 progêneries.

(b) Pop. 1 = 13 famílias; Pop. 2 = 17 famílias; Pop. 3 = 18 famílias.

O coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ) apresentou valores em LA entre 3,9 e 14,1%. Porém, aos 11 anos de idade estes valores foram baixos para altura e DAP, mantendo-se para as três populações em torno de 5%, exceção para DAP na Pop. 1, onde o  $CV_e$  foi superior, em torno de 8%. Em PE o  $CV_e$  variou de 5,5 a 20%, sendo que aos 11 anos, para ambos os caracteres, estes valores foram médios para todas as populações, ficando em torno de 13,0 a 15,0%. Comparando a magnitude do  $CV_g$  com o  $CV_e$  pode-se afirmar que o ensaio foi bem conduzido, permitindo uma razoável expressão genética com baixa variação ambiental, o que, por sua vez, reforça a observação do  $CV_{exp}$  sobre a confiabilidade nas estimativas realizadas.

O coeficiente de variação fenotípica dentro de parcelas ( $CV_d$ ) em LA apresentou valores médios, variando entre 11,0 e 25,0%, sendo que aos 11 anos estes valores foram maiores para o DAP em relação à altura. Em PE o  $CV_d$  foi alto, ficando entre 25,0 e 50,0%, sendo que aos 11 anos estes valores se mantiveram na faixa dos 20,0 a 30,0%, para todas as populações, indicando uma alta variação fenotípica dentro de subparcela. Portanto, pode-se prever que existe uma razoável proporção de variância genética aditiva dentro de famílias ( $\sigma^2_A$ ), dado que em famílias de meios-irmãos de polinização aberta,  $\frac{3}{4}$  da  $\sigma^2_A$  encontra-se dentro de famílias. A  $\sigma^2_A$  é o componente responsável pela transmissão dos caracteres de geração para geração (herança), sendo que valores altos predizem sucessos na seleção.

As  $\hat{h}_i^2$  e  $\hat{h}_a^2$ , obtidas da análise conjunta de locais (TABELA 10), apresentaram valores baixos para os caracteres nas três populações e idades de avaliação, mostrando que o controle genético desses é fraco, sendo sua expressão muito influenciada pelo efeito da interação genótipo x ambiente. Já o coeficiente  $\hat{h}_m^2$  apresentou valores um tanto superiores, atingindo em algumas populações e idades específicas, valores médios, mostrando, nesses casos, maior contribuição genética das famílias na expressão fenotípica dos caracteres. O  $CV_g$ , de modo geral, foi razoável (3 a 5%) para os dois caracteres, sugerindo que a variação genética nas populações da espécie é promissora para a estratégia de conservação *ex situ*. Todavia, atenta-se para o fato

de que a espécie é perene de vida longa, e que sua variação genética está sendo monitorada por caracteres quantitativos fortemente influenciados pelo ambiente. Logo, estes resultados podem se alterar com o passar dos anos, sendo assim importante a reavaliação do ensaio em fases mais avançadas, a fim de se confirmar os resultados aqui observados. Sugere-se, também, que a variação genética dessas populações seja monitorada através de marcadores genéticos, a fim de uma melhor caracterização das populações.

O  $CV_e$  apresentou valores baixos e o  $CV_d$  valores variando de médios a altos, indicando condições ótimas para a inclusão dessas populações em futuros programas de melhoramento com a espécie.

Ainda, os resultados observados para os coeficientes de herdabilidade, de variação genética e ambiental na análise individual e conjunta para locais, sugere que a estratégia de amostragem para a conservação genética *ex situ* permitiu reter níveis razoáveis de variabilidade genética dentro das populações de *B. riedelianum*.

#### 4.5 Tamanho Efectivo Populacional

O tamanho efectivo ( $\hat{N}_e$ ) de forma simplificada, refere-se ao número de plantas diferentes do ponto de vista genético que compõem uma amostra e que efetivamente participam para a formação da próxima geração (Souza Jr., 1995). Sua estimativa tanto em programas visando o melhoramento como em conservação genética de populações de uma espécie é fundamental, visto que o mesmo se refere à representatividade genética da amostra, ou seja, nos dá uma idéia do quanto a amostragem física representou a genética.

Na TABELA 11 observa-se uma grande diferença entre o tamanho físico ( $n$ ) e o  $\hat{N}_e$ , das populações testadas, sendo que, em média, no ensaio de LA o  $\hat{N}_e$  representou apenas 13,8% do  $n$  e em PE, representou 15,8%. A grande diferença entre o  $n$  e  $\hat{N}_e$  deve-se ao parentesco dentro das famílias. Um  $\hat{N}_e$  de mesma magnitude poderia ser obtido, utilizando-se um menor número de plantas por subparcela mas com um maior número de famílias por população.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

TABELA 10 - Coeficiente de herdabilidade em nível de planta no sentido restrito ( $\hat{h}_i^2$ ), entre médias de famílias ( $\hat{h}_m^2$ ), entre plantas dentro de famílias ( $\hat{h}_d^2$ ), coeficiente de variação genética (CV<sub>g</sub>), ambiental (CV<sub>e</sub>) e fenotípica dentro de parcelas (CV<sub>d</sub>), para análise conjunta de locais, para altura e DAP, em populações de *B. riedelianum*.

Pop. <sup>a</sup>	Parâmetros	Altura			DAP	
		4 anos	9 anos	11 anos	9 anos	11 anos
Alvorada		0,03	----	0,03	0,09	0,12
Gália	$\hat{h}_i^2$	0,13	0,17	0,11	0,25	----
Bauru		0,08	0,11	0,14	0,06	0,08
Alvorada		0,07	----	0,11	0,27	0,55
Gália	$\hat{h}_m^2$	0,35	0,55	0,43	0,63	----
Bauru		0,38	0,38	0,38	0,14	0,28
Alvorada		0,02	----	0,04	0,09	0,11
Gália	$\hat{h}_d^2$	0,11	0,14	0,10	0,24	----
Bauru		0,08	0,09	0,13	0,05	0,07
Alvorada		2,56	----	1,82	4,24	4,09
Gália	CV <sub>g</sub> (%)	5,89	9,84	3,36	9,77	----
Bauru		4,50	8,62	3,96	3,51	3,72
Alvorada		9,96	17,91	8,69	13,47	9,27
Gália	CV <sub>e</sub> (%)	10,48	7,78	7,40	11,37	7,98
Bauru		11,68	9,10	6,74	10,80	5,97
Alvorada		28,03	30,87	16,27	24,16	20,88
Gália	CV <sub>d</sub> (%)	30,40	44,88	18,73	28,28	23,01
Bauru		28,13	48,74	18,63	27,58	23,97

(a) Alvorada = 13 famílias; Gália = 17 famílias; Bauru = 18 famílias.

TABELA 11 - Tamanho amostral ( $n$ ) e tamanho efetivo de populações ( $\hat{N}_e$ ) de *B. riedelianum* em dois locais de experimentação.

Populações	Luiz Antonio		Pederneiras	
	$n$	$\hat{N}_e$	$n$	$\hat{N}_e$
Pop. 1 - Alvorada do Sul, PR.	456,0	65,5	339,0	60,6
Pop. 2 - Gália, SP.	487,0	65,3	367,0	60,5
Pop. 3 - Bauru, SP.	476,0	65,7	443,0	60,5
Ensaio	1.429,0	196,6	1.149,0	181,6

Comparando-se o  $\hat{N}_e$  entre populações, para os dois locais, verifica-se que todas as populações foram representadas por um mesmo número de plantas.

O  $\hat{N}_e$  das amostras sob conservação genética pode ser utilizado como um parâmetro indicativo da eficiência da conservação. A perda de alelos por deriva genética é um grande problema em trabalhos de conservação e, para minimizar tal problema, deve-se manter o  $\hat{N}_e$  em um nível que preserve a freqüência alélica das amostras. Frankel & Soulé (1981) sugeriram, para trabalhos de conservação, um  $\hat{N}_e$  em torno de 50 indivíduos para que não ocorra a perda de alelos raros a curto prazo (poucas gerações), e de 500 indivíduos para a conservação a longo prazo. Assumindo-se o  $\hat{N}_e$  proposto por esses autores, observa-se que as estimativas obtidas para as populações em ambos os experimentos, foram superiores a 50, sugerindo que nesses ensaios não haverá a perda de variabilidade genética a curto prazo, mesmo considerando a grande probabilidade de que ocorra recombinação entre indivíduos aparentados dentro das famílias das populações, dado que o conjunto gênico será submetido a forte seleção natural, possivelmente favorecendo indivíduos não endogâmicos e híbridos interpopulacionais.

## 5 CONCLUSÕES

O crescimento médio em altura e DAP de *B. riedelianum*, em todas as populações e idades de avaliação, foi maior em Luiz Antonio comparativamente à Pederneiras, sendo que, de modo geral, a população Bauru apresentou os maiores crescimentos em Luiz Antonio e a população Gália, em Pederneiras.

A sobrevivência de plantas foi maior no ensaio de Luiz Antonio, sugerindo uma melhor adaptação da espécie às condições edafoclimáticas dessa localidade.

A análise de variância revelou diferenças significativas entre populações em Pederneiras, para os dois caracteres nas idades de avaliação. Também detectou-se diferenças significativas entre famílias dentro de populações, nos dois locais de ensaio, para os caracteres em todas as idades de avaliação.

Os componentes de variância mostraram que a variação genética se encontra distribuída de forma hierárquica decrescente, estando a maior parte da variação distribuída entre indivíduos dentro de famílias, seguida de famílias dentro de populações e em menor parte, entre populações.

A análise de variância conjunta para locais revelou interação genótipo x locais indicando que, no caso de melhoramento dessas populações, a seleção deverá ser realizada para cada local independentemente.

Os parâmetros genéticos mostraram níveis razoáveis de variabilidade genética dentro das populações, sugerindo eficiência na estratégia de conservação *ex situ* da espécie.

As estimativas do tamanho efetivo sugerem que não haverá perda de variabilidade genética a curto prazo, nas populações sob conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIN, D. Componentes de variância: teorias e aplicações. Piracicaba: FEALQ, 1998. 120p.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: CNPF; Brasília: EMBRAPA, 1994. 640p.
- CROW, J.F.; KIMURA, M. An introduction to population genetics theory. New York: Harper and Row, 1970. 591p.
- DIAS, L.A.S.; KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em espécies arbóreas e consequências para o melhoramento florestal. Agrotrópica, v.3, n.3, p.119-127, 1991.
- ETTORI, L. de C. et al. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. - para conservação *ex situ*. Rev. Inst. Flor., v.8, n.1, p.61-70, 1996.
- FAO. Panel of experts and forest gene resources. Ninth Session. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 1996. 64p.
- FRANKEL, O.H. Philosophy and strategy of genetic conservation in plants. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, 1977. Documents. Canberra: CSIRO, 1977. v.1, p.6-11.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*.

- FRANKEL, O.H.; SOULÉ, M.S. *Conservation and evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. 327p.
- LLERAS, E. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Unipress, 1992. pt.4, p.1179-1184.
- MORAES, M.L.T. de; KAGEYAMA, P.Y.; JACOMINO, A.P. Parâmetros genéticos em progênies de *Pinus kesiya* Royle ex Gordon, em diferentes idades na região de Servíria - MS. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v.3, p.496-502.
- OHASHI, S.T.; KAGEYAMA, P.Y.; COSTA, L.G.S. Variação genética entre populações de *Euterpe olaracea* Mart. do estuário amazônico. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Unipress, 1992. pt.4, p.1246-1251.
- PIRES, I.E. et al. Variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus citriodora* Hook, em condições de viveiro. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v.3, p.471-473.
- SIQUEIRA, A.C.M. De F.; FIGLIOLIA, M.B. Conservação genética, produção e intercâmbio de sementes de espécies tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE "ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS", Curitiba, 1998. Colombo: EMBRAPA, 1998. p.7-22.
- \_\_\_\_\_, NOGUEIRA, J.C.B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Unipress, 1992. pt.4, p.1187-1192.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, KAGEYAMA, P.Y. Conservação de recursos genéticos *ex situ* de cumbar (*Dipteryx alata*) Vog. - LEGUMINOSAE. Rev. Inst. Flor., v.5, n.2, p.231-43, 1993.
- SOUZA Jr., C.L. *Manutenção de coleções de bancos de germoplasmas*. Piracicaba: Departamento de Genética, ESALQ/USP, 1995. 28p. (Publicação Didática)
- VENCOVSKY, R. Effective size of monoecious populations submitted to artificial selection. *Journal of Genetics*, v.1, n.3, p.181-191, 1978.
- \_\_\_\_\_. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamas. IPEF, n.35, p.79-84, 1987.
- \_\_\_\_\_.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 486p.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M.A.M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvic. S. Paulo*, v.4, p.57-140, 1965/1966.



## ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Genipa americana* L. (RUBIACEAE) EM MATA RIPARIA DO RIO MOJI-GUAÇU, EM CONCHAL - SP\*

Cybele de Souza Machado CRESTANA\*\*

### ABSTRACT

Como parte do estudo sobre biologia da reprodução de *Genipa americana* L. (Rubiaceae), a pesquisa, realizada na "Mata da Figueira", pertencente à Estação Ecológica de Moji-Guaçu, SP ( $22^{\circ}18'S$ ;  $47^{\circ}10'W$ ) utilizou 2 amostras iguais, de  $20.900\text{ m}^2$ . Nas parcelas foram mapeados todos os indivíduos, desde mudas de 15 cm de altura, até adultos, classificados como jovens (altura  $\leq 6\text{ m}$ , sem copa formada); arvoretas (altura  $\geq 6\text{ m}$ , copa reduzida e sem capacidade de reprodução) e adultos masculinos e femininos (com copa formada e em plena reprodução). Anotou-se também seus DAPs. Os dados do levantamento foram relacionados a condições climáticas e geomorfológicas locais. As porcentagens elevadas de indivíduos jovens e as distribuições de freqüências para altura e diâmetro refletiram grande potencialidade regenerativa da espécie, sua vulnerabilidade às condições adversas do meio na fase inicial do desenvolvimento e interferência periódica das condições climáticas, características do ambiente ciliar.

**Palavras-chave:** *Genipa americana*; mata ripária; demografia; recrutamento; composição populacional; idade das árvores.

### 1 INTRODUÇÃO

A regeneração de espécies é um processo populacional: árvores que morrem são substituídas por indivíduos novos. Na floresta, para cada espécie, esse processo ocorre em populações que se encontram estruturadas em idades, compostas por várias gerações que se sobreponem. A dinâmica da população, a longo prazo, depende, portanto, do êxito de estabelecimento e desenvolvimento de sucessivas coortes.

Investigar a probabilidade de estabelecimento das espécies e a influência dos fatores a que estão sujeitas em seu ambiente natural,

é parte de estudos conduzidos sobre a estruturação das populações de árvores e suas relações com o ambiente. Estudos desse tipo, realizados em populações de árvores nativas, têm sido realizados em muitas espécies, tanto no Brasil quanto no exterior, com resultados variados. No Brasil, estudos desse tipo têm sido realizados em populações de árvores nativas, tanto no Brasil quanto no exterior, com resultados variados. No Brasil, estudos desse tipo têm sido realizados em populações de árvores nativas, tanto no Brasil quanto no exterior, com resultados variados.

**Key words:** *Genipa americana*; riparian forest; demography; juveniles; populational composition; tree age.

são aspectos do conhecimento básico que podem ser úteis em ações de recuperação florestal (Martínez-Ramos, 1999).

Estudos de dinâmica de populações incluem as variações no número de indivíduos da população e dos fatores que influenciam essas variações; incluem, igualmente, a investigação das taxas em que se verificam as perdas e reposições de indivíduos. A dinâmica de populações trata, por exemplo, das influências ambientais sobre as populações, como elementos que atuam sobre seu desempenho, distribuição e abundância. Trata, também, das influências favoráveis ou adversas de membros da população uns sobre os outros (Solomon, 1980).

(\*) Parte da Tese de Doutorado apresentada em 06/12/93 ao Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro, e aceita para publicação em outubro de 2000.

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

Um modo inicial de se trabalhar os dados de populações vegetais é através de estudos demográficos, que descrevem sua estrutura, diferenciando e contrastando quantitativamente sexos ou classes etárias. Os resultados de tal categoria de estudos, se bem interpretados, permitem vários tipos de inferências sobre a comunidade: estágio de maturidade, grau de estabilidade, classe serial, capacidade de auto-regeneração e manutenção, em resposta a perturbações periódicas do meio. Permitem, ainda, através da altura e do diâmetro, inferir indiretamente sobre as espécies: seu tempo de vida e ritmo de desenvolvimento na seqüência dos diferentes "status" de idade (Barbour *et al.*, 1987). Associados a características ambientais como tipo de solo, microclima, temperatura, umidade, relevo, entre outras, refletem o nível de adaptação das espécies aos micro-habitats. Inclui-se neste tipo de estudo a pesquisa de Hathore (1969), realizada em quatro áreas florestais preservadas, em Sagar, na Índia Central, em que foram examinadas as distribuições de árvores dióicas de *Diospyros melanoxylon* Roxb (Ebenaceae), sob diferentes gradientes topográficos.

Comparando indivíduos arbóreos masculinos e femininos em termos de freqüência, abundância e densidade para um total de 285 parcelas, o autor encontrou razões sexuais variando de 1,4 a 5,0, com predominância geral de indivíduos masculinos, menos acentuada. Entretanto, na base de encostas, onde condições mésicas mostraram-se favoráveis, predominaram indivíduos femininos. Considerando esses resultados, Hathore (1969) defendeu a hipótese de que a pressão de seleção estaria agindo negativamente sobre indivíduos femininos e positivamente sobre masculinos.

Nessa mesma linha inclui-se também a pesquisa sobre distribuição de freqüência de classes de tamanho e estratégia reprodutiva de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Guttiferae), o "guanandi", em mata ciliar na Estação Ecológica Juréia-Itatins, SP (Fisher, 1990). O autor definiu oito parcelas, seis delas montadas ao longo de uma trilha, à margem de rio e duas na faixa de transição entre o mangue e a vegetação de terra firme. Em cada parcela os indivíduos de *C. brasiliense* foram medidos quanto à altura e, posteriormente, classificados em plântulas, jovens e adultos. Para cada parcela foi realizado o levantamento da cobertura vegetal, quantificada em termos de densidade e de altura, e observada a ocorrência de córregos, poças e possibilidade de alagamento. A distribuição de alturas revelou

uma estrutura de população composta de plântulas, jovens e adultos; a análise da associação com características das parcelas mostrou que as plântulas ocorrem em solos desde pouco úmidos a brejosos, enquanto jovens e adultos, principalmente nos úmidos, com menor cobertura vegetal. Segundo o autor, o conjunto de resultados sugere que *C. brasiliense* é uma espécie mais freqüente em florestas secundárias.

*Dipteryx panamensis* (Pittier) Record (Leguminosae-Papilionoideae) na floresta úmida na Costa Rica foi estudada por Clark & Clark (1987) em termos de população, pelo inventário de indivíduos não-plântulas, e pela diferenciação entre plântulas, jovens e adultos. No processo de estabelecimento, esses dados aparecem relacionados ao micro-ambiente, pelo registro do tempo de desenvolvimento da espécie e à observação das condições de copas acima da muda, pelo estudo das clareiras. Os autores destacam que, pela interpretação numérica dos dados, *D. panamensis* está se regenerando "in situ" e que não se trata, portanto, de um reílito de perturbações locais acontecidas no passado, como se costuma enfatizar para muitas espécies arbóreas emergentes. As medidas de crescimento, realizadas por longo prazo, e a sobrevivência de jovens, relacionadas a seus micro-habitats, também são características destacadas para a descrição adequada da regeneração de espécies em florestas tropicais.

Interações como as referidas nos artigos anteriores, acrescidas de informações a respeito da biologia reprodutiva, por exemplo, podem favorecer a compreensão da dinâmica, além de conferir caráter ecológico à interpretação da estrutura das populações.

A consideração da natureza ecológica dessas pesquisas visa alcançar o conhecimento de toda a dinâmica da reprodução relacionado com as características do ambiente abiótico, biótico e sucessional.

Na floresta tropical a abundância de sementes e a alta porcentagem de germinação, segundo Pickett (1983), constituem resposta à luz e fazem parte da dinâmica de ocupação de clareiras.

Para Denslow (1980), a estrutura e distribuição espacial de populações refletem o efeito de clareiras sobre os processos de estabelecimento e desenvolvimento inicial. Assim, seus estudos sobre o regime de clareiras explicam que a dispersão de espécies mais freqüentes em clareiras pequenas é fraca, e a taxa de mortalidade das plântulas é muito alta, configurando populações de adultos pouco densas e bastante dispersas.

Martínez-Ramos & Álvarez-Buylla (1986) estabeleceram duas síndromes gerais de dispersão/recrutamento: a de espécies pioneiras (intolerantes à sombra) e a de espécies persistentes (tolerantes à sombra), associando a distribuição restrita das persistentes com recrutamento em clareiras pequenas, as quais, sendo de ocorrência mais freqüente no tempo e no espaço do que as clareiras grandes, resultam em populações "sem ondas de recrutamento", que se manifestam como distribuição espacial aleatória, não-segregação entre jovens e adultos e curvas contínuas ou tendentes à normalidade nas distribuições de freqüência de idades.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em área de mata ciliar denominada "Mata da Figueira" na Estação Ecológica de Moji-Guaçu, SP, situada entre os paralelos 22°15'S e 22°30'S e entre os meridianos 47°00'W.G. e 47°15'W.G., com altitude média de 680 m. O clima é caracterizado como úmido, mesotérmico, com pouco ou nenhum déficit hídrico, e grande excesso no verão, segundo a classificação de Thorntwaite, citado por Struffaldi-De Vuono *et al.*, (1982).

### 2.2 Estrutura Populacional

#### 2.2.1 Amostragem

A estrutura populacional de indivíduos de *Genipa americana* foi estudada em duas amostras iguais, de 20.900 m<sup>2</sup>, distantes entre si em 50 m. A primeira, localizada próxima ao rio (a 20 m) em local mais baixo e mais úmido e alcançando a borda da mata, em trecho onde esta é mais estreita; a segunda, distante do rio (a 100 m) e da borda, em local mais elevado que a primeira (2 m) e mais seco, situada no interior da mata, e em trecho mais largo.

As amostras foram divididas em parcelas contíguas de 10 m x 10 m, perfazendo totais de 209 parcelas. Em cada parcela foram mapeados todos os indivíduos de *G. americana*, desde mudas com altura de 15 cm, até adultos. Para efeito de classificação, entendeu-se como adultos os indivíduos com capacidade de reprodução, evidenciada, no caso de árvores femininas, pela presença de frutos, e no caso de árvores masculinas, pela ausência de frutos, porte e tamanho das copas. Foram classificados como arvoretas os indivíduos com alturas iguais ou

superiores a 6 m, copa reduzida e sem evidente capacidade reprodutiva. Foram consideradas plantas jovens os indivíduos com alturas menores que 6 m, sem copas formadas. Foram anotadas, também, as alturas e os DAPs. Nas mudas menores que 1,30 m, os diâmetros foram medidos ao nível correspondente à metade da altura. Em indivíduos adultos, em idade de reproduzir-se, anotou-se os masculinos e os femininos.

Como dados complementares foram levantadas pesquisas realizadas no local, para informação sobre condições climáticas e geomorfológicas das áreas das duas amostras.

#### 2.2.2 Parâmetros

Em cada amostra a estrutura populacional foi analisada em termos de:

- composição, considerando-se as populações de jovens e adultos masculinos e femininos. Razão sexual;
- distribuições de freqüências e histogramas para classes de alturas e de diâmetros; médias e desvios respectivos; testes de significância entre médias, e
- diagrama de dispersão e coeficiente de correlação entre medidas de alturas e diâmetros para a totalidade da população, as populações de jovens com alturas até 5 m, e as de adultos.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Características Climáticas e Geomorfológicas

O levantamento de dados das condições de precipitação anual, temperatura, duração da estação seca, relevo e composição do solo mostrou que as áreas amostrais são diferentes apenas em relação aos dois últimos fatores. De acordo com a classificação climática baseada na efetiva precipitação, o clima é caracterizado como Cew, úmido subtropical, com estiagem no inverno (DAEE *apud* Perez Filho, 1980). Quanto ao relevo e tipo de solo, segundo o autor *op cit*, a Mata da Figueira, onde se situam as áreas estudadas, pertence à planície aluvional localizada na Depressão Periférica Paulista, município de Conchal, margem direita do rio Moji-Guaçu. A várzea em que a mata está incluída, uma área de 400 ha (FIGURA 1) apresenta uma diferença de altitude facilmente constatada quando se percorre o seu interior, variável de 565 m a 581 m. Distinguem-se no perfil topomorfológico (FIGURA 2), 4 níveis ligados a 3 formas de relevo, pelas quais se distribuem 6 tipos de solos.

entre os efeitos que as alterações na paisagem causaram no ambiente, é que a vegetação nativa não consegue se adaptar ao ambiente modificado, que é o caso da *Genipa americana* (Pereira, 1997). A vegetação nativa é a que mais se adapta ao ambiente, mas quando se transforma em mata ripária, a vegetação nativa não consegue se adaptar ao novo ambiente, que é o ambiente modificado, que é o caso da *Genipa americana* (Pereira, 1997).

Portanto, é necessário que a vegetação

(1997), que é o caso da *Genipa americana*, seja adaptada ao novo ambiente, que é o ambiente modificado, que é o caso da *Genipa americana*. Assim, a vegetação nativa não consegue se adaptar ao novo ambiente, que é o ambiente modificado, que é o caso da *Genipa americana*.

Assim, é necessário que a vegetação

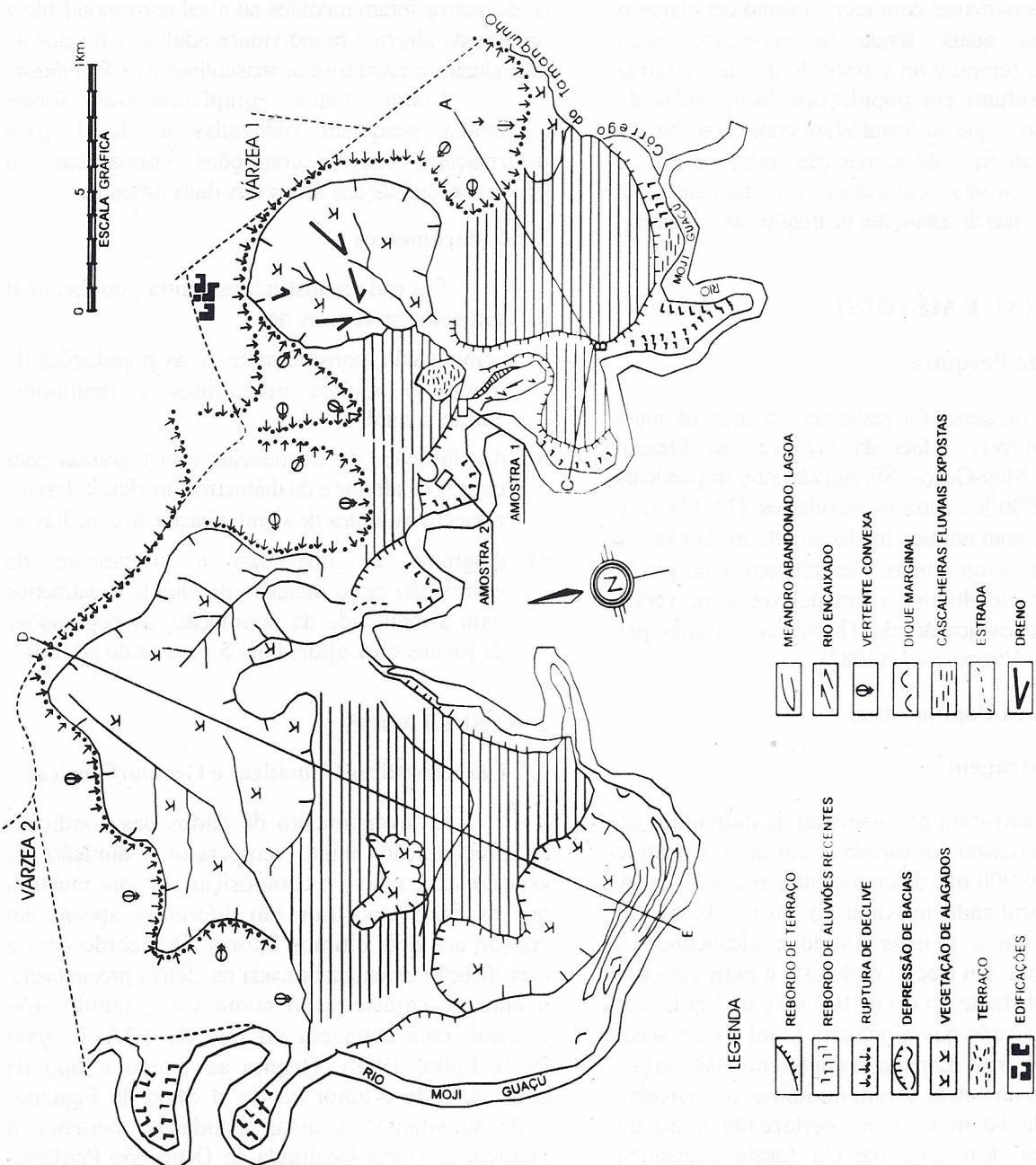


FIGURA 1 - Esboço geomorfológico da várzea da Fazenda Campininha - Conchal (SP).

Foto: Perez Filho *et al.* (1980).

CRESTANA, C. de S.M. Estrutura populacional de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ripária do rio Moji-Guaçu, em Conchal - SP.

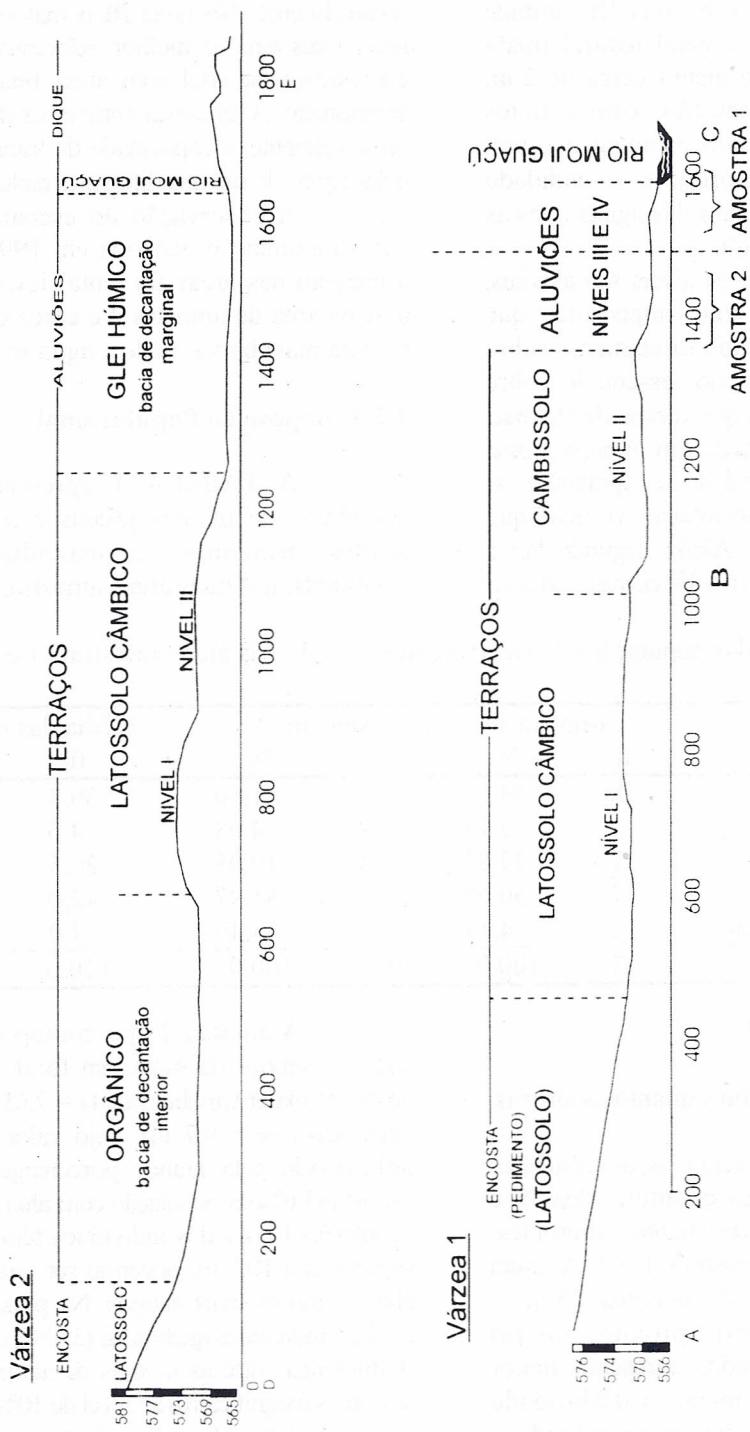


FIGURA 2 - Perfilis topomorfológicos associados aos solos da várzea 1 e 2 da Fazenda Campininha - Conchal - SP. Localização das áreas amostrais 1 e 2.

Fonte: Perez Filho *et al.* (1980).

Os níveis III e IV, onde situam-se, respectivamente, as áreas das amostras 1 e 2, conceituados como de aluviões recentes, correspondem ao leito menor do rio. São de formação atual, apresentando, o nível III, altitude média de 568 m, cobertura vegetal natural (mata ripária) e o nível IV, altitude menor cerca de 2 m, cobertura vegetal em implantação, com estratos arbustivos e rasteiros. Em ambos os níveis ocorrem inundações anuais e o microrrelevo é ondulado devido aos canais de escoamento das águas após as cheias (Perez Filho *et al.*, 1980).

Os solos, em ambos os níveis são aluviais, com drenagem moderada e/ou imperfeita, que apresenta horizonte A assentado diretamente sobre estratos de sedimentação do rio, assentado sobre areia grossa, em profundidades que variam de algumas dezenas de centímetros até cerca de 2 m. A areia grossa provém de sedimentação lateral do rio (praças) e, as partículas mais finas, da sedimentação vertical que ocorre durante as inundações. Ainda, segundo Perez Filho *et al.* (1980), os níveis III e IV correspondem a

aluviões recentes que sofrem deposições anuais de material transportado pela água do rio durante as cheias. Apesar de mostrarem um desnível pouco acentuado, os sedimentos desses níveis diferem sensivelmente. No nível III o material é composto de areia mais fina, e melhor selecionado. No nível IV encontra-se material com areia fina, moderadamente selecionado. A diferença entre esses dois níveis deve-se, provavelmente, à capacidade de transporte do material pelas águas do rio, nos diferentes ciclos de deposição.

A observação do escoamento das águas após a inundaçāo ocorrida em 1991 mostrou que a drenagem nas áreas foi lenta, levando cerca de 90 dias na área da amostra 2 e cerca de 120 dias na 1, de cota mais baixa, onde a água se depositou.

### 3.2 Composição Populacional

A TABELA 1 apresenta os dados de ocorrência de plantas jovens e mudas, arvoretas, adultos femininos e masculinos, e árvores quebradas, nas duas áreas amostrais.

TABELA 1 - Composição das populações de *Genipa americana* L. nas áreas amostrais 1 e 2.

Indivíduos	Amostra 1		Amostra 2		Média das duas amostras	
	f <sub>i</sub>	%	F <sub>i</sub>	%	f <sub>i</sub>	%
Jovens e mudas	18	24,66	61	41,50	39,5	33,1
Arvoretas	2	2,74	6	4,08	4,0	3,4
Adultos femininos	13	17,81	28	19,05	20,5	18,4
Adultos masculinos	37	50,68	47	31,97	42,0	41,3
Árvores quebradas ou caídas	3	4,11	5	3,40	4,0	3,8
Total	73	100,0	147	100,0	110,0	100,0

### 3.3 Estrutura Populacional

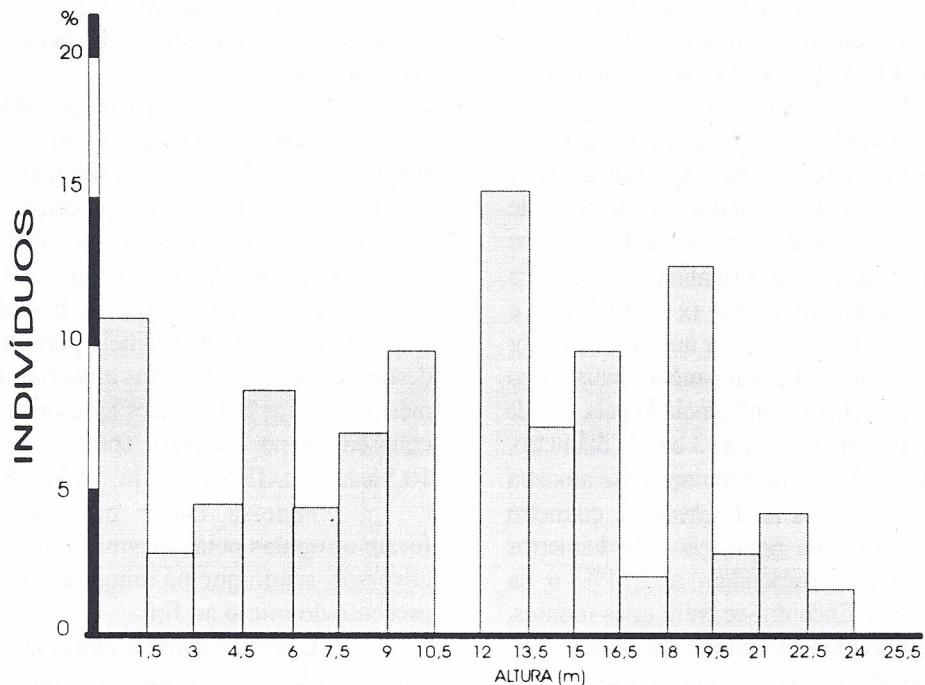
#### 3.3.1 Distribuição dos indivíduos quanto às alturas

A FIGURA 3 apresenta as distribuições de freqüências para as classes de altura, dos 73 e 147 indivíduos de *G. americana* presentes, respectivamente, nas áreas amostrais 1 e 2. A altura mínima observada foi 0,15 m, e a máxima, 25 m.

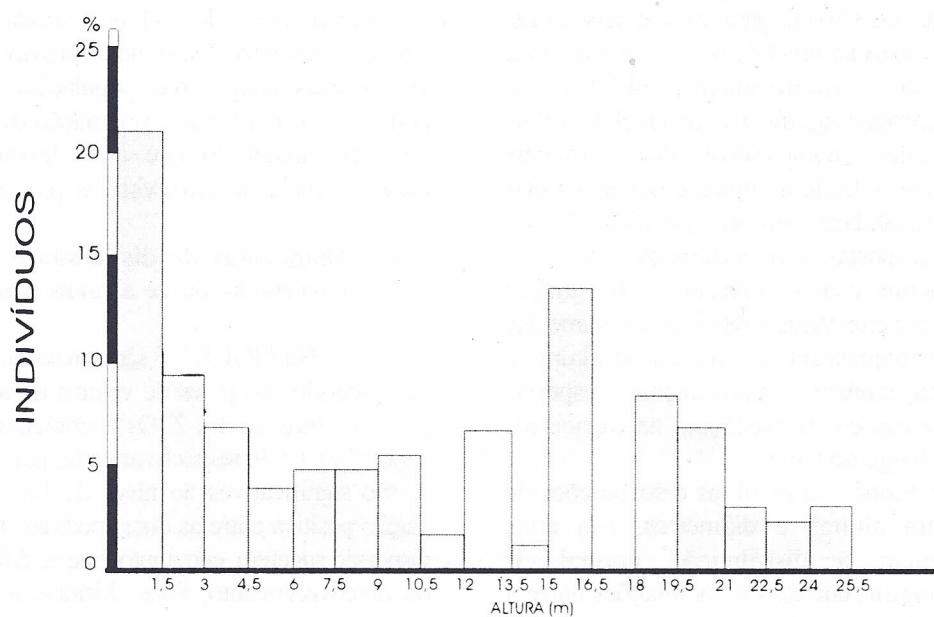
A amostra 1, situada próxima ao rio em local mais baixo e úmido, apresenta maior altura média ( $x = 11,2$  m), menor variabilidade ( $s = 6,39$  m) e menor porcentagem de indivíduos jovens (26% da população com alturas até 6 m). Entre os adultos, 8,2% se colocam nas 4 últimas classes, que correspondem a alturas iguais ou superiores a 19,5 m. Compõem também a população 3 indivíduos quebrados (4,1%), de diferentes alturas.

A amostra 2, que corresponde à área localizada no interior da mata, em local mais alto e seco, apresenta maior variabilidade ( $s = 7,65$  m) e altura média mais baixa ( $x = 9,7$  m), cujo valor é provavelmente influenciado pela grande porcentagem de indivíduos jovens (45,6% da população com alturas até 6 m). Nessa população 13,6% dos indivíduos têm alturas iguais ou superiores a 19,5 m, podendo ser vistos, além de mais altos, como os mais antigos. Na população contam-se, ainda, 5 indivíduos quebrados (3,4%), de alturas diversas. A diferença entre as médias de alturas nas duas áreas amostrais é significativa ao nível de 10%. Considerando-se separadamente a altura de adultos femininos e masculinos, tem-se na amostra 1 a média de altura igual a 16,44 m para as árvores femininas e 14,01 m para as masculinas, diferença significativa ao nível de 5%; e na amostra 2, os valores são de 18,80 m e 14,35 m, respectivamente, diferença significativa ao nível de 0,1%.

CRESTANA, C. de S.M. Estrutura populacional de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ripária do rio Moji-Guaçu, em Conchal - SP.



Amostra 1 - Localização: próxima ao rio.



Amostra 2 - Localização: interior da mata.

FIGURA 3 - Porcentagens de indivíduos de *Genipa americana* L., por classes de alturas, nas amostras 1 e 2.

### 3.3.2 Distribuição dos indivíduos quanto aos diâmetros

As distribuições de freqüências para classes de diâmetro nas áreas amostrais 1 e 2 estão apresentadas na FIGURA 4. O menor diâmetro encontrado foi 0,5 cm e o maior, 80 cm.

As distribuições de freqüências para as classes de diâmetros, à semelhança das distribuições referentes a alturas são descontínuas, principalmente para a amostra 2, alternando classes de freqüências altas e baixas, com tendência à normalidade. A amostra 1 apresenta maior diâmetro médio ( $x = 19,5$  cm) e menor dispersão ( $s = 13,80$  cm) e a amostra 2, maior dispersão ( $s = 15,68$  cm) e diâmetro médio mais baixo ( $x = 17,30$  cm), provavelmente influenciado pela grande ocorrência de jovens com menos de 3 cm de diâmetro, os quais representam 27,89% da população. Na amostra 1 os indivíduos mais jovens na 1<sup>a</sup> classe de diâmetro correspondem a 19,18% da população. Os diâmetros superiores a 45 cm, correspondem a 2,74%, e na amostra 2, são 4,76%. Encontra-se entre estes últimos, na amostra 2, o indivíduo masculino de maior porte observado entre as duas amostras, apresentando DAP de 80 cm e altura de 25 m. A diferença entre as médias de diâmetros nas duas áreas amostrais é significativa ao nível de 15%. Considerando-se separadamente diâmetros de adultos femininos e masculinos, têm-se na amostra 1 a média de diâmetro igual a 32,38 cm para árvores femininas, e 23,80 cm para árvores masculinas, diferença significativa ao nível de 0,1%. Na amostra 2 esses valores são, respectivamente, 34,29 cm e 26,46 cm; a diferença é significativa ao nível de 0,1%.

A análise comparativa das estruturas populacionais, com relação a alturas e diâmetros evidencia a potencialidade auto-regenerativa de *G. americana* e as respostas demográficas da espécie em suas relações gerais com o ambiente, sob variação local das condições climáticas e edáficas. O exame das distribuições de freqüências por classes de alturas e diâmetros indica também, indiretamente, respostas demográficas da espécie às oscilações na capacidade regenerativa, ao longo do tempo.

Como tendência geral, as distribuições de freqüências para alturas e diâmetros, nas duas amostras, seguem a distribuição normal. É necessário distinguir, entretanto, as relações entre a planta e o ambiente na fase inicial e juvenil de desenvolvimento, assim como na fase que se segue ao estabelecimento como indivíduo adulto.

Nas primeiras classes de alturas e diâmetros as altas freqüências em ambas as amostras são indicativas de espécie com grande capacidade auto-regenerativa.

As freqüências diminuem drasticamente nas classes seguintes, principalmente na amostra 2.

Nas duas amostras o que se evidencia é a vulnerabilidade da espécie às ocorrências adversas do meio nessa fase.

Quando as plantas já estão estabelecidas como adultas (acima de 6 m) as variações nas freqüências podem ser resultantes das variações climáticas, variações na produção de sementes, ocorrência de competição ou predação em fases anteriores na vida das sucessivas coortes. A seqüência de classes com altas e baixas freqüências nas duas amostras sugere a interferência periódica de condições desfavoráveis do meio. Nas amostras 1 e 2, classes de mesmas alturas e diâmetros apresentam as freqüências mais baixas no conjunto, como as classes de alturas 10,5 a 12,0 m, 13,5 a 15,0 m, 16,5 a 18,0 m.

Pode-se supor que as duas amostras foram atingidas pelas mesmas condições climáticas adversas, sendo que na amostra 1 a alternância está presente do início ao fim.

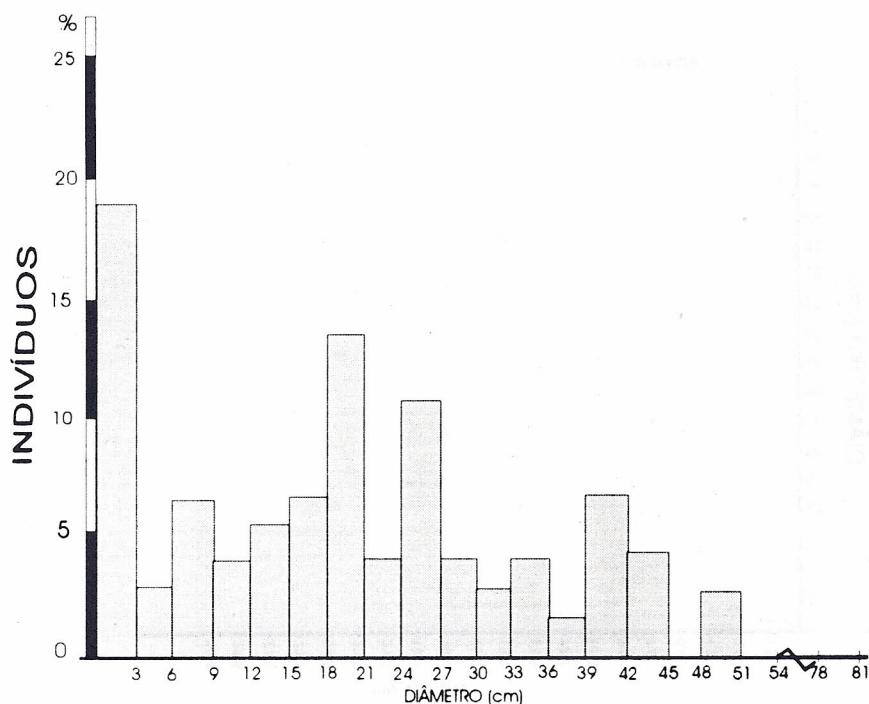
É preciso lembrar que essas informações são indiretas, não sendo possível determinar a periodicidade dessas ocorrências adversas, pois os dados se referem a alturas e diâmetros, e não se sabe se o desenvolvimento se dá de maneira uniforme no tempo.

As baixas freqüências observadas nas classes de alturas e diâmetros maiores, resultam, além de respostas ao meio, do declínio e morte dos indivíduos. Como essa porcentagem inclui provavelmente os indivíduos mais antigos das populações, comparando-se, pode-se considerar que a população da amostra 2 deve ser mais antiga do que a 1, hipotetizando-se um mesmo ritmo de desenvolvimento para as duas amostras.

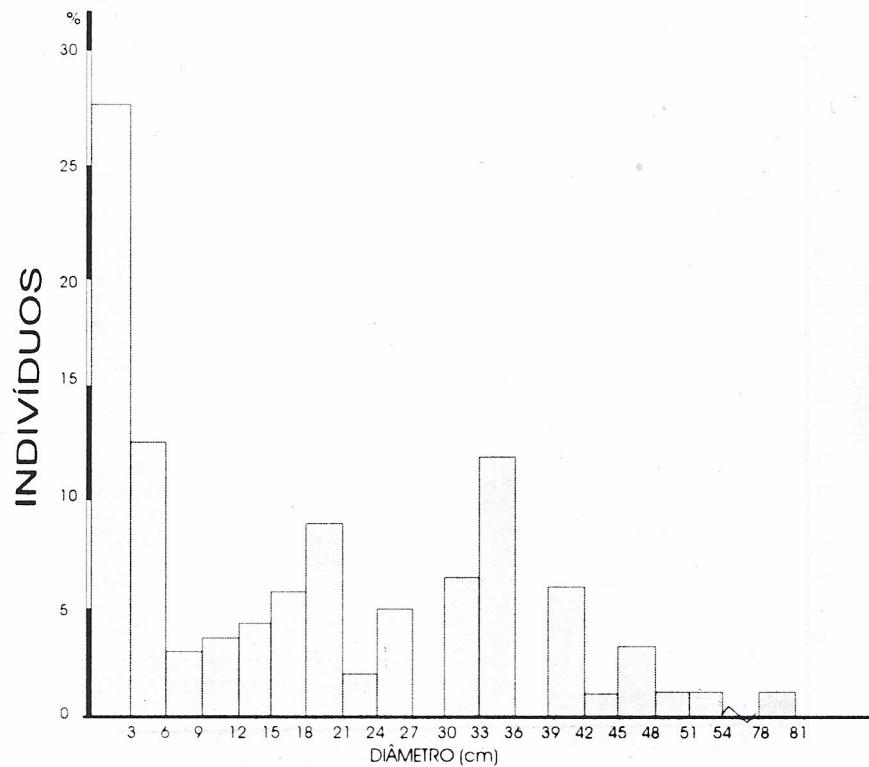
### 3.3.3 Diagramas de dispersão e coeficiente de correlação entre alturas e diâmetros

Na FIGURA 5 são apresentados os diagramas de dispersão dos pares de valores de altura e diâmetro para as amostras 1 e 2. Os coeficientes de correlação,  $r = 0,87$  e  $r = 0,9$ , respectivamente, para as amostras 1 e 2, são significativos ao nível de 1%, indicando associação positiva entre as duas medidas. Os diagramas de dispersão sugerem, entretanto, que se diferencie, ao longo do desenvolvimento, fases distintas nessa associação, podendo-se perceber, principalmente na amostra 1, que entre jovens com alturas até 6,0 m o desenvolvimento se faz mais em altura do que em diâmetro (FIGURA 6). Os coeficientes de correlação correspondentes a essa fase são  $r = 0,77$  para a amostra 1 e  $r = 0,8$  para a amostra 2, valores também significativos ao nível de 1%.

CRESTANA, C. de S.M. Estrutura populacional de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ripária do rio Moji-Guaçu, em Conchal - SP.

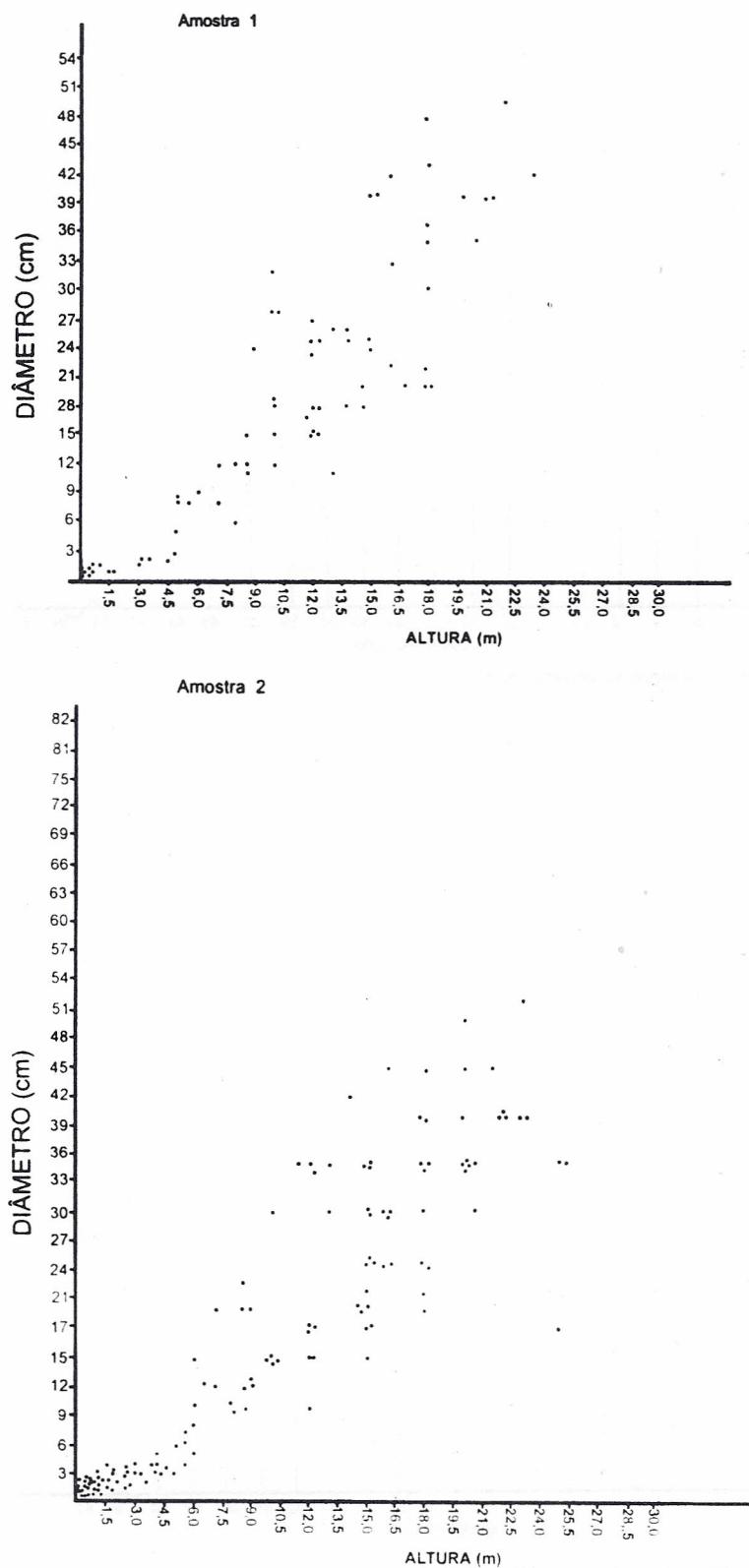


Amostra 1 Localização: próxima ao rio.



Amostra 2 - Localização: interior da mata.

FIGURA 4 - Porcentagens de indivíduos de *Genipa americana* L., por classes de diâmetros, nas amostras 1 e 2.

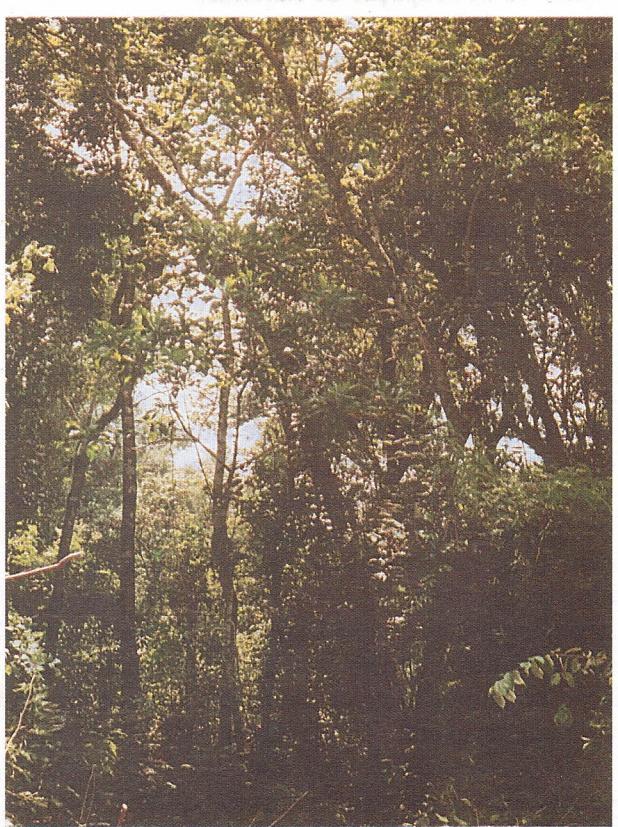
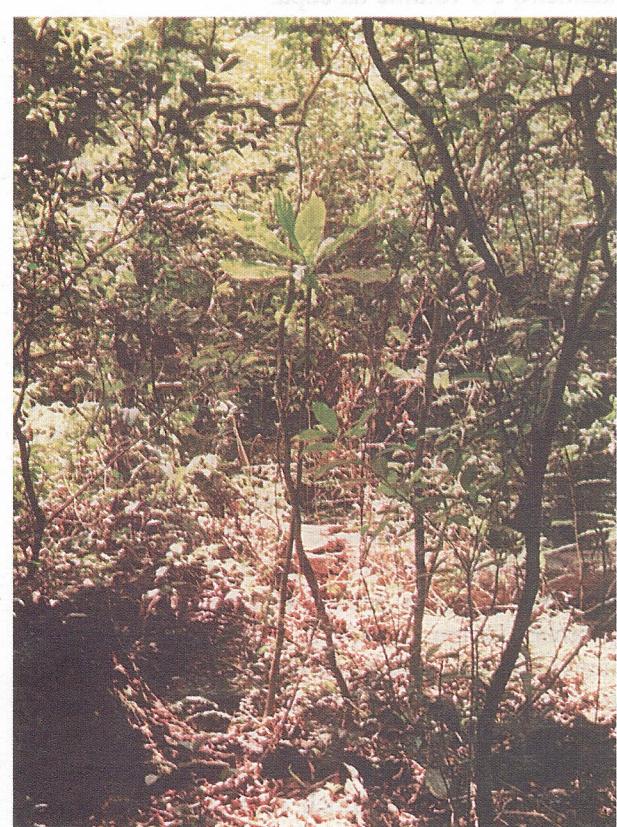


**FIGURA 5** - Diagramas de dispersão dos valores de altura e diâmetro de *Genipa americana* L., para as amostras 1 ( $N = 73$ ) e 2 ( $N = 147$ ).

Rev. Inst. Fl., São Paulo, 12(2):105-117, 2000. Desenvolvimento populacional de Genipa americana L. em mata ripária do Rio Moji-Guaçu, em Conchal - SP.



#### • Desenvolvimento



**FIGURA 6 - Desenvolvimento em altura e diâmetro de *Genipa americana* L., de muda a arvoreta, no interior da mata ripária.**

Considerando que na amostra 1 a proximidade do rio, as inundações e a dificuldade de escoamento da água representam ameaça ao estabelecimento, o desenvolvimento preferencial em altura pode representar um mecanismo para evitar a proximidade do solo, enquanto na amostra 2, onde há maior densidade de vegetação e a mata é mais fechada, pode representar uma resposta de competição por luz.

#### 4 DISCUSSÃO

Focalizando a regeneração natural na fase inicial do recrutamento, os resultados do monitoramento do processo de germinação e sobrevivência de *G. americana* realizado em mata ripária (Crestana, 1998) indicaram como características da espécie a abundância de sementes, a germinação maciça, a densidade como restrição ao recrutamento e a pequena taxa de sobrevivência, sob condições de luz própria de clareiras pequenas.

Esses resultados encontraram apoio nas afirmações de Pickett (1983) segundo o qual a abundância de sementes e a alta porcentagem de germinação são algumas características de espécies da floresta tropical. Para esse autor a germinação, além de constituir resposta à luz, faz parte da dinâmica de ocupação de clareiras.

A pequena taxa de sobrevivência, por sua vez, corroborou resultados de Denslow (1980). Seus estudos sobre o regime de clareiras explicaram que a dispersão de espécies mais freqüentes em clareiras pequenas é fraca, e a taxa de mortalidade das plântulas muito alta. Segundo a autora o efeito de clareiras sobre o estabelecimento e desenvolvimento inicial se reflete na estrutura e distribuição espacial da população anos após, configurando populações de adultos pouco densas e bastante dispersas.

No presente trabalho, focalizando a fase que se seguiu ao recrutamento, a análise das distribuições de freqüências de alturas e diâmetros nas populações estudadas indicou que, até ser incorporada à população adulta, o desenvolvimento da muda se faz inicialmente em altura, até que, com 6 m aproximadamente, na medida em que alcança aberturas de luz no subdossel, a copa se desenvolve e a árvore adquire porte adulto. Tais características podem ser explicadas tanto pela ação de fatores bióticos, como abióticos, ou ainda pela interação entre eles (Schupp, 1990).

De acordo com Barbour *et al.* (1987), estudos de demografia permitem inferir sobre o tempo de vida, o ritmo de desenvolvimento na

seqüência dos diferentes estádios de idade, além do grau de maturidade, estabilidade, classe serial e capacidade auto-regenerativa das espécies, como resposta a perturbações ocasionais do meio. Nos dados demográficos de *G. americana* obtidos indiretamente através das medidas de altura e diâmetro, pôde-se verificar, no presente estudo, pela alta porcentagem de jovens existentes, o grande potencial regenerativo da espécie. A sua vulnerabilidade às condições adversas representadas pelas cheias anuais do rio, reflete-se como alternâncias nas classes de idades. Essa vulnerabilidade foi verificada nos estudos de padrão de crescimento e incremento à população realizados por Lieberman & Lieberman (1987) com 44 espécies em floresta tropical, na Costa Rica, registrando a mortalidade em consequência do regime hídrico, em qualquer idade.

A diferença de maturidade entre as duas amostras de *G. americana* na mata ripária, em Conchal, SP, é estimada pelas porcentagens de indivíduos nas classes de alturas e diâmetros maiores, presentes na população da amostra 2. Pôde-se verificar ainda, quanto à seqüência de desenvolvimento, que o crescimento de jovens se faz preferencialmente em altura e que só depois de atingir aproximadamente 6 m é que aumentam o diâmetro e o volume da copa.

As inferências derivadas da análise demográfica apontadas por Barbour *et al.* (1987), pode-se acrescentar a relação entre a forma das distribuições de freqüências de alturas e diâmetros e as características do processo de recrutamento. Lembrando mais uma vez Martínez-Ramos & Álvarez-Buylla (1986), verifica-se que o recrutamento em condições de clareira pequena reflete-se nessas distribuições de freqüências, dando-lhes forma semelhante à da distribuição normal.

Quanto ao contraste entre o número de indivíduos adultos masculinos e femininos de *G. americana* na população, a razão sexual foi de 2,8 : 1,0 na amostra 1 e de 1,7 : 1,0 na amostra 2, podendo-se afirmar que constatações semelhantes foram feitas por Hathore (1969) sobre a espécie dioica *Diospyros melanoxylon*, na Índia. Nessa pesquisa a razão sexual calculada em diversas parcelas variou de 1,4 a 5,0. A prevalência de indivíduos masculinos na população foi constatada por Bawa & Opler (1975) em algumas espécies de floresta tropical; por Bawa & Opler (1977) em *Randia spinosa*, Rubiaceae arbórea ocorrente na Costa Rica e por Bullock (1982), com a espécie *Campsoneura sprucei*.

CRESTANA, C. de S.M. Estrutura populacional de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ripária do rio Moji-Guaçu, em Conchal - SP.

## 5 CONCLUSÕES

A estrutura populacional e as distribuições de freqüências de alturas e diâmetros de *G. americana* em mata ripária do rio Moji-Guaçu mostraram, no período estudado, como características da espécie: grande potencialidade regenerativa e vulnerabilidade às condições adversas do meio na fase inicial do desenvolvimento. Evidenciaram também a interferência periódica das condições climáticas sobre a espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOUR, M.G; BURK, J.H; PITTS, W.D. *Terrestrial plant ecology*. 2.ed. Menla Park: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1987. 604p.
- BAWA, K.S; OPLER, P.A. Dioecism in tropical forest trees. *Evolution*, v.29, p.167-179, 1975.
- \_\_\_\_\_. Spatial relationships between staminate and pistillate plants of dioecious tropical forest trees. *Evolution*, v.31, p.64-68, 1977.
- BULLOCK, S.H. Population structure and reproduction in the neotropical dioecious tree *Campsoneura sprucei*. *Ecología*, v.55, p.238-242, 1982.
- CLARK, D.A; CLARK, D.B. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *Rev. Biol. Trop.*, v.35, p.41-54, 1987. (supl.1)
- CRESTANA, C. de S.M. Recrutamento de plântulas de *Genipa americana* L. Rubiaceae em mata ripária. *Rev. Inst. Flor.*, v.10, n.1, p.1-15, 1998.
- DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica*, v.12, p.47-55, 1980. (Tropical Succession)
- FISHER, E.A. Distribuição de freqüência de classes de tamanho e estratégia reprodutiva de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Guttiferae) em mata ciliar na Estação Ecológica Estadual Juréia-Itatins, SP. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA - ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, Águas de Lindóia, 1990. ACIESP, 1990. v.1. 448p.
- HATHORE, J.S. Distribution patterns of male and female plants of *Diospyros melanoxylon* Roxb. in the forests of Sagar, M.P. *Indian Forester*, v.25, n.10, p.701, 1969. (News and Notes)
- LIEBERMAN, D; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology*, v.3, p.347-358, 1987.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M; ÁLVAREZ-BUYLLA, E. Seed dispersal gap dynamics and tree recruitment: the case of *Cecropia obtusifolia* at Los Tuxtlas, México. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Ed.) *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1986. cap.25, p.333-346.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M. Demografia de plantas y regeneración de selvas en áreas alteradas. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS NATURAIS, I, Piracicaba, 1999. Anais. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999.
- PEREZ FILHO, A; DONZELLI, J.L; LEPSCH, I. F. Relação solos geomorfologia em várzea do Rio Moji-Guaçu (SP). *Rev. Bras. Ci. Solo*, v.4, p.181-7, 1980.
- PICKETT, S.T.A. Differential adaptation of tropical species to canopy gaps and its role in community dynamics. *Tropical Ecology*, v.24, n.1, p.68-84, 1983.
- SCHUPP, E.W. Annual variation in seed fall, postdispersal predation and recruitment of neotropical tree. *Ecology*, v.71, n.2, p.504-515, 1990.
- SOLOMON, M.E. *Dinâmica de populações*. São Paulo; EPU, 1980. v.3. 78p. (Temas de Biologia)
- STRUFFALDI-DE VUONO, Y; BARBOSA, L. M; BATISTA, E.A.. A reserva biológica de Mogi-Guaçu, In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. Anais. São Paulo: Unipress, 1982. pt.1, p.548-558.



# EMERGÊNCIA EM CAMPO E GERMINAÇÃO DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. FABACEAE (CANAFÍSTULA) SOB DIFERENTES TEMPERATURAS COM O USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO\*

Andreia DE FIORE\*\*

Sonia Cristina Juliano Gaultieri de Andrade PEREZ\*\*\*

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho em campo e em laboratório das sementes de canafistula com adição de GA<sub>3</sub> ou 3,4D. Os experimentos foram realizados com sementes escarificadas por 20 min em ácido sulfúrico (98%) e embebidas nas seguintes soluções-teste: Captan 0,2% (testemunha), GA<sub>3</sub> 20 e 40ppm (+ Captan 0,2%); 3,4D 10, 100 e 1000ppm (+ Captan 0,2%). Após a permanência durante 24 h nas diferentes soluções-teste, as sementes foram semeadas em canteiros a céu aberto, a 2 cm de profundidade ou em laboratório. Observou-se diminuição significativa da porcentagem de emergência das plântulas em relação ao grupo controle, com o uso de 3,4D 1000ppm. Porém, os valores de velocidades de emergência em campo não revelaram diferenças significativas em relação ao controle. O peso de matéria seca das plântulas normais apresentou diminuição significativa com o uso de 3,4D. O composto 3,4D nas concentrações de 100 e 1000ppm provocou a morte das plântulas, cerca de 16 dias após a emergência. De maneira oposta, o peso de matéria seca e o tamanho das plântulas aumentaram significativamente em relação ao grupo controle, com o uso de giberelina 20 e 40ppm. Em laboratório, sob 12°C (limite mínimo para a germinação), o uso de GA<sub>3</sub> (20 ou 40ppm) aumentou de maneira significativa a porcentagem de germinação, em relação ao grupo controle, porém, a velocidade não foi alterada. Sob 24°, 27° e 30°C (temperaturas sub-ótima, ótima e supra-ótima) o uso de GA<sub>3</sub> e 3,4D não produziu alterações significativas na porcentagem e velocidade de germinação.

Palavras-chave: *Peltophorum dubium*; germinação; desempenho em campo; GA<sub>3</sub>; 3,4D.

## 1 INTRODUÇÃO

Além dos fatores ambientais, a germinação é afetada pelos fatores intrínsecos, como os reguladores de crescimento, que controlam o metabolismo e modulam as respostas das sementes ao ambiente. Essas substâncias, mediadoras dos processos fisiológicos da germinação, transformam sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas levando a uma

The aim of this work was to register the field and laboratory performance of canafistula seeds in presence of different temperatures and growth regulators. The experiments were carried out with scarified seeds (sulfuric acid, 98% during 20 min.). Different test-solutions: Captan (0.2%) (control group); GA<sub>3</sub> 20 and 40ppm (+ Captan 0.2%); 3,4D 10, 100, and 1000ppm (+ Captan 0.2%) were employed. The seeds were planted at 2 cm depth after imbibition during 24 h in different test solutions. The imbibition in 3,4D 1000ppm reduced the emergence percentage. The seedling dry matter was reduced after pre-imbibition on 3,4D solutions and seedlings death was observed, around 16 days after emergence when 3,4D 100 and 1000ppm were used. GA<sub>3</sub> (20 or 40ppm) promoted a significant improvement on field performance for abnormal seedlings. Both GA<sub>3</sub> concentrations increased germination percentage, under 12°C (minimal germination limit), but no increase on rate emergence was registered. Under 24, 27, 30°C (sub-optimal, optimal and supra-optimal temperatures), the growth regulators were not effective to enhance the germinative process.

## ABSTRACT

Key words: *Peltophorum dubium*; germination; field performance; GA<sub>3</sub>; 3,4D.

modificação no estado fisiológico da semente. Isso se dá através da transcrição diferencial, repressão ou desrepressão gênica, ativação do RNA mensageiro ou, ainda, por alteração da permeabilidade das membranas. Modificações nas propriedades físicas das membranas afetam diretamente a taxa de hidratação, liberação de enzimas, transporte iônico, pH e conteúdo de inibidores, situações estas que interferem na germinação das sementes (Davies, 1994).

(\*) Parte da Monografia de Graduação do primeiro autor e apresentada no XI Congresso SBSP, realizado em São Carlos-SP, em novembro de 1996. Aceita para publicação em outubro de 2000. (Apóio CNPq)

(\*\*) Aluna do PPG - ERN - UFSCar, Rodovia Washington Luiz, km 235, Caixa Postal 676, 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

(\*\*\*) UFSCar - Departamento de Botânica, Rodovia Washington Luiz, km 235, Caixa Postal 676, 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

DE FIORI, A. & PEREZ, S. C. J. G. de A. Emergência em campo e germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) sob diferentes temperaturas com o uso de reguladores de crescimento.

As giberelinas estimulam o crescimento por elongação e a germinação. As giberelinas endógenas podem promover a germinação em algumas condições de dormência adquirida ou inherente e as citocininas sobrepõem os efeitos de vários inibidores de crescimento, indicando que estes hormônios são pré-requisitos para a germinação de muitas espécies (Khan & Rizvi, 1991).

Outros compostos, como o 3,4D, têm sido utilizados para reduzir a concorrência com plantas daninhas, mas o efeito desses compostos na qualidade fisiológica das sementes, germinação e estabelecimento de plântulas deve ser melhor conhecido, bem como a interação destes compostos com outros fatores endógenos e exógenos que afetam a germinação e o crescimento (Willian & Hoagland, 1982; Veiga-Pessoa *et al.*, 1985; Siqueira *et al.*, 1991; Einhellig, 1995).

Alguns estudos têm demonstrado que a temperatura interage com reguladores de crescimento, alterando seus níveis endógenos e, por conseguinte, influenciando na regulação do processo germinativo (Persson, 1993). Reguladores de crescimento, como as giberelinas, têm a propriedade de modificar as exigências de temperatura e induzir a germinação em sementes de algumas espécies (Ayoma *et al.*, 1996). Dessa forma, a falta de germinação pode ser devida à presença de inibidor(es) ativo(s) e/ou deficiência de promotores essenciais nessas sementes. Assim, um fator estimulante da germinação, como a temperatura ou o hormônio, pode induzir a germinação por redução do conteúdo de inibidor(es) e/ou por aumento do conteúdo de promotores (Wareing & Philips, 1983).

*Peltophorum dubium* (canafistula) pertence à família Fabaceae (Cronquist, 1988), é uma espécie decídua, heliófita, pioneira, característica da floresta latifoliada semidecídua da bacia do Paraná. Ocorre preferencialmente em solos argilosos úmidos e profundos de beiras de rios, tanto na floresta primária densa, como em formações secundárias. Apresenta dispersão ampla e abundante, principalmente nas áreas próximas aos rios. A madeira é empregada na construção civil, marcenaria, tanoaria, confecção de carrocerias, serviços de torno e obtenção de dormentes. A árvore, além de ornamental quando em florescimento, proporciona ótima sombra. Como planta rústica e de rápido crescimento, pode ser utilizada com sucesso na composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

## 2 OBJETIVOS

Devido à escassez de estudos sobre a fisiologia de *Peltophorum dubium*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar aspectos ecofisiológicos do comportamento germinativo da espécie, destacando-se:

- a determinação do desempenho em campo e em laboratório com ou sem a embebição prévia em reguladores de crescimento, e
- b) os efeitos de reguladores de crescimento na porcentagem e velocidade de germinação nas temperaturas mínima; sub-ótima; ótima e supra-ótima.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Ecofisiologia de Sementes e no Jardim Experimental do Departamento de Botânica - UFSCar. Foram utilizadas sementes selecionadas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula), provenientes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF - Piracicaba, com 12% de umidade. Durante a condução dos experimentos as sementes foram armazenadas em embalagens impermeáveis, em geladeira.

Sementes previamente selecionadas de canafistula foram submetidas a tratamento pré-germinativo de imersão em ácido sulfúrico comercial (98%) por 20 minutos (Perez *et al.*, 1999a) e, posteriormente, lavadas em água corrente e, finalmente, em água destilada. Em seguida, as sementes foram secas em papel de filtro e, depois, distribuídas em 4 grupos de 50 em placas de Petri de 9 centímetros de diâmetro forradas com papel de filtro autoclavado e umedecido com 6 ml da solução-teste. Às soluções-teste (meio germinativo), adicionou-se Captan (0,2%) com o intuito de impedir o desenvolvimento de fungos (Clark & Scott, 1982). Em sequência, as placas contendo as sementes foram seladas com filme de PVC e colocadas para germinar em câmara climática, sob diferentes temperaturas. As sementes germinadas foram retiradas das placas a cada período de 24 horas e contadas. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentaram dois milímetros de raiz primária (Brasil, 1992) e curvatura geotrópica positiva (Labouriau, 1983). O experimento foi finalizado quando todas as sementes já haviam germinado, ou quando as remanescentes, nas placas, apresentaram-se deterioradas.

DE FIORI, A. & PEREZ, S. C. J. G. de A. Emergência em campo e germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) sob diferentes temperaturas com o uso de reguladores de crescimento.

### 3.1 Efeito dos Reguladores de Crescimento

#### 3.1.1 No desempenho em campo

Após o tratamento pré-germinativo as sementes foram distribuídas em quatro grupos de 50, em placas de Petri, contendo 25 ml de soluções de ácido giberélico ( $GA_3$ ) nas concentrações de 0, 20 e 40ppm, e soluções de ácido 3,4 dicloro fenoxiacético (3,4D) em concentrações de 0, 10, 100 e 1000ppm. As placas foram mantidas à temperatura ótima durante 24 horas (Perez *et al.*, 1998), tempo suficiente para a embebição das sementes escarificadas. Posteriormente, foi feita a semeadura em profundidade ideal para o plantio (2 cm) (Perez *et al.*, 1999b), em canteiros a céu aberto. Os canteiros foram regados diariamente, ao entardecer, com água de poço artesiano. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentaram 2 cm de parte aérea acima do nível do solo (Brasil, 1992).

#### 3.1.2 Na germinação

As sementes foram colocadas para germinar em meio contendo diferentes concentrações de ácido giberélico (0, 20, 40ppm) e de 3,4D (0, 10, 100 e 1000ppm) nas temperaturas de 12, 24, 27 e 30°C, correspondentes às temperaturas mínima, sub-ótima, ótima e supra-ótima de germinação (Perez *et al.*, 1998).

### 3.2 Análise Matemática dos Dados

Os cálculos de germinabilidade, tempo médio e velocidade de germinação foram realizados através de fórmulas citadas em Labouriau (1983).

#### Germinabilidade (G):

$$G = (N/A) \times 100,$$

onde:

N = número total de sementes germinadas, e

A = número total de sementes colocadas para germinar.

#### Velocidade de germinação (v):

$$t = (\sum n_i) / (n_i \sum t_i),$$

onde:

$n_i$  = número de sementes germinadas num intervalo de tempo  $(t_i - 1) - t_i$ , e

$t_i$  = intervalos de tempo no qual as leituras foram realizadas.

### 3.3 Análise de Variância

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo esses resultados submetidos à análise de variância (teste F) e as médias contrastadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Spiegel, 1978).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Efeito dos Reguladores de Crescimento

#### 4.1.1 Desempenho em campo

Verificou-se diminuição na porcentagem de emergência de plântulas originadas de sementes pré-embebidas com 3,4D, em relação àquelas pré-embebidas com  $GA_3$ , provando um melhor desempenho deste último como promotor da germinação e do crescimento. Além disso, no teste de desempenho em campo, observou-se diminuição acentuada na porcentagem de emergência com o uso de 3,4D 1000ppm (TABELA 1).

Com relação à biomassa das plântulas, observou-se que a pré-embebição com 3,4D (100 e 1000ppm) provocou a morte de várias plântulas no décimo sexto dia após a emergência, indicando que este atuou como herbicida sistêmico. O 3,4D é uma substância não indólica, porém, classificado como auxina sintética (Davies, 1994). O uso de 3,4D em baixas concentrações desencadeia respostas semelhantes às auxinas, podendo estimular o crescimento. Porém, em concentrações mais elevadas, funciona como herbicida sistêmico e seletivo, uma vez que promove crescimento descontrolado em dicotiledôneas. Este composto pode promover aumentos rápidos nos níveis de DNA, RNA e proteínas, com a possibilidade de indução de crescimento desenfreado das células, desestruturação do tecidos, senescência precoce e, consequentemente, a morte das plântulas (Davies, 1994).

Shaukat *et al.* (1999) também verificaram relativa fitotoxicidade de 2,4D na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Pennisetum americanum*.

Maior incorporação de biomassa foi registrada em plântulas que receberam pré-tratamento com  $GA_3$  (20 ou 40ppm). Não se observou diferenças significativas nos resultados obtidos com as duas concentrações de  $GA_3$ .

DE FIORI, A. & PEREZ, S. C. J. G. de A. Emergência em campo e germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) sob diferentes temperaturas com o uso de reguladores de crescimento.

TABELA 1 - Desempenho em campo de sementes de *P. dubium* submetidas aos diferentes tratamentos (G = porcentagem e V = velocidade de emergência).

Tratamento	G (Δ = 17,77)	V (dias <sup>-1</sup> ) (Δ = -)	Peso seco (g) de plantas normais (Δ = 0,4596)	Peso seco (g) de plantas anormais (Δ = 0,0093)
Testemunha	86,5 A	0,1483 a	1,3983 A	0,1202 d
GA <sub>3</sub> 20ppm	77,5 A	0,1489 a	1,0700 AB	0,2130 c
GA <sub>3</sub> 40ppm	78,0 A	0,1561 a	1,0105 AB	0,2975 b
3,4D 10ppm	76,5 A	0,1397 a	0,5290 B	0,4755 a
3,4D 100ppm	77,0 A	0,1434 a	-	-
3,4D 1000ppm	29,5 B	0,1303 a	-	-

Obs.: Médias seguidas pelas mesmas letras, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de probabilidade P < 0,05.

A pré-embebição com 3,4D nas diferentes concentrações provocou diminuição do tamanho e da biomassa das plântulas. Tratamentos com GA<sub>3</sub> (20 e 40ppm) produziram plântulas com maior tamanho em relação aos demais tratamentos. Além disso, foi observada a presença de folhas primárias totalmente expandidas e primórdios de folhas secundárias. Não se observou diferenças significativas entre os valores de velocidade de emergência em campo (TABELA 1).

Einhellig & Rasmussen (1979) registraram a interferência dos ácidos fenólicos nos teores de clorofila das folhas, e no crescimento de plantas de soja.

Siqueira *et al.* (1991) afirmaram haver influência negativa no sistema solo - planta - microflora com o uso de diferentes compostos fenólicos.

De maneira contrária ao 3,4D, as giberelinas aceleram a germinação e aumentam a performance em campo. Este fato foi também comprovado por Andreoli & Khan (1999) para sementes e plântulas de pimenta e tomate.

Sementes embebidas com GA<sub>3</sub> podem mobilizar mais rapidamente as proteínas armazenadas em tecidos de reserva, fato este que pode acelerar a germinação e aumentar o crescimento das plântulas (Barduche *et al.*, 1999).

#### 4.2 Desempenho em Laboratório

As sementes embebidas em GA<sub>3</sub> (20 e 40ppm) apresentaram aumento na velocidade de germinação sob as temperaturas sub-ótima, ótima, supra-ótima, bem como à temperatura de 12°C,

quando comparadas ao grupo controle. O uso de 3,4D, nas diferentes concentrações, promoveu diminuição acentuada das taxas de germinação, independentemente da temperatura utilizada, sendo que, a 12°C, observou-se as menores taxas de germinação independentemente das concentrações daquele hormônio (TABELA 2).

Analizando-se o efeito da temperatura sobre a germinação verifica-se que baixas temperaturas afetam negativamente o desempenho das sementes, o que, de acordo com Bewley & Black (1994) é devido ao fato das baixas temperaturas reduzirem a atividade da α - amilase e a posterior hidrólise das reservas. O uso de ácido giberélico pode acelerar a germinação das sementes por incrementar a hidrólise das suas reservas através do aumento de atividade ou da produção de enzimas hidrolíticas.

Outra análise realizada, relacionou os valores médios de germinabilidade e velocidade de germinação de sementes de *P. dubium* submetidas a diferentes concentrações de GA<sub>3</sub> e 3,4D, independentemente da temperatura. As sementes embebidas em soluções de GA<sub>3</sub> (20 e 40ppm) tiveram sua taxa de germinação significativamente mais elevada quando comparadas ao grupo controle, sendo que com o uso de GA<sub>3</sub> (40ppm) obteve-se a maior taxa de germinação. As sementes embebidas com 3,4D nas diferentes concentrações apresentaram diminuição significativa da taxa de germinação, quando comparadas ao grupo controle (TABELA 3).

DE FIORI, A. & PEREZ, S. C. J. G. de A. Emergência em campo e germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) sob diferentes temperaturas com o uso de reguladores de crescimento.

TABELA 2 - Valores médios de germinabilidade (G) e velocidade de germinação (V) de sementes de *P. dubium*, embebidas em diferentes reguladores de crescimento e às temperaturas de 12°C (mínima), 24°C (sub-ótima), 27°C (ótima) e 30°C (supra-ótima).

Regulador	Temperatura (°C)	G ( $\Delta = 8,90$ )	V (dias <sup>-1</sup> ) ( $\Delta = 0,024$ )
0 (sem GA <sub>3</sub> e sem 3,4D)	12	35,93 D	0,05f
	24	99,87 A	0,33 e
	27	98,74 ABC	0,45 b
	30	99,74 AB	0,44 b
GA <sub>3</sub> 20ppm	12	94,02 C	0,06 f
	24	99,26 ABC	0,43 b
	27	99,74 AB	0,49 a
	30	99,74 AB	0,45 b
GA <sub>3</sub> 40ppm	12	94,08 C	0,06 f
	24	99,05 ABC	0,44 b
	27	100 A	0,49 a
	30	99,49 AB	0,50 a
3,4D 10ppm	12	27,45 D	0,04 f
	24	98,98 ABC	0,44 b
	27	97,99 BC	0,47 b
	30	98,24 ABC	0,44 b
3,4D 100ppm	12	27,20 D	0,04 f
	24	96,31 C	0,43 c
	27	97,37 BC	0,43 c
	30	97,48 BC	0,40 d
3,4D 1000ppm	12	24,63 D	0,04 f
	24	98,74 ABC	0,42 dc
	27	99,87 AB	0,44 d
	30	95,67 C	0,35 e

Obs.: Médias seguidas pelas mesmas letras, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de probabilidade P < 0,05.

DE FIORI, A. & PEREZ, S. C. J. G. de A. Emergência em campo e germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) sob diferentes temperaturas com o uso de reguladores de crescimento.

**TABELA 3** - Valores médios de germinabilidade (G) e velocidade de germinação (V) de sementes de *P. dubium*, incubadas em diferentes concentrações de GA<sub>3</sub>.

Tratamento	G (%) ( $\Delta = 8,86$ )	V (dias <sup>-1</sup> ) ( $\Delta = 0,023$ )
Controle	92,28 B	0,3202 bc
GA <sub>3</sub> 20ppm	98,06 AB	0,3598 a
GA <sub>3</sub> 40ppm	98,93 A	0,3619 a
3,4D 10ppm	88,32 B	0,3518 a
3,4D 100ppm	85,94 B	0,3308 b
3,4D 1000ppm	88,09 B	0,3163 c

Obs.: Médias seguidas pelas mesmas letras, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 95% de confiança P < 0,05.

Além disso, pode-se observar uma diminuição significativa na velocidade de germinação nos pré-tratamentos com 3,4D 100 e 1000ppm, quando comparados aos pré-tratamentos com GA<sub>3</sub>, nas diferentes concentrações.

De maneira contrária aos resultados obtidos neste estudo, Pereira (1996) observou aumento nos valores de porcentagem de germinação, com o aumento da concentração de 3,4D em sementes de *Triplaris brasiliiana*.

Jeller (1997) constatou que a porcentagem de germinação de *Cassia excelsa* se elevou de 4,5% para 57% com o uso de GA<sub>3</sub> (40ppm) quando as sementes foram incubadas a 10°C.

Em sementes de *Prosopis juliflora*, Perez & Moraes (1990) verificaram aumento da germinabilidade, independentemente da concentração de GA<sub>3</sub> utilizada, mas os valores de velocidade de germinação aumentaram com o decréscimo da concentração deste regulador.

Eschiapatti-Ferreira (1998) também observou aumento na porcentagem de germinação de sementes de *Senna macranthera* em temperaturas sub-ótimas, quando as sementes foram embebidas em GA<sub>3</sub>.

Hebling (1997) registrou diminuições na porcentagem de germinação de *Enterolobium contortisiliquum* quando ácido giberélico foi adicionado ao meio germinativo.

As giberelinas estimulam a síntese da α - amilase e de outras enzimas proteolíticas, promovendo a hidrólise dos tecidos de reserva. Assim, as giberelinas promovem o crescimento pelo aumento da plasticidade da parede celular, seguido pela hidrólise do amido em açúcar, que reduz o potencial hídrico da célula, resultando em

entrada de água em seu interior, e promovendo a elongação (Bewley & Black, 1994). Os açúcares livres podem também ser utilizados no crescimento do eixo embrionário (Artecca, 1996).

A TABELA 4 apresenta valores médios de germinabilidade e velocidade de germinação de sementes de canafistula, incubadas às temperaturas de 12, 24, 27 e 30°C, independentemente da adição exógena de GA<sub>3</sub> ou 3,4D. Observou-se que as taxas de germinação tiveram decréscimo acentuado à temperatura de 12°C, não se observando diferenças significativas entre as demais temperaturas. As velocidades de germinação apresentaram-se significativamente diferentes em todas as temperaturas aqui testadas, sendo que o menor tempo de germinação foi observado à temperatura ótima de 27°C.

Beviláqua et al. (1983) verificaram aumento na porcentagem de germinação em sementes de arroz expostas a temperaturas sub-ótimas, com a adição exógena de giberelina.

Ungar (1984) observou que sementes de *Spergularia marina* exibiam uma resposta de germinação relacionada com a concentração de GA<sub>3</sub>, ou seja, elevações significativas nas porcentagens de germinação foram decorrentes do aumento da concentração do hormônio. No mesmo sentido, Nurzburger & Leshem (1974) verificaram aumento da taxa de germinação de *Aegilops kotschyi* em função do aumento da concentração de GA<sub>3</sub>.

No presente trabalho pode-se também confirmar o fato das giberelinas produzirem aumento na taxa de germinação, em baixas temperaturas.

DE FIORI, A. & PEREZ, S. C. J. G. de A. Emergência em campo e germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) sob diferentes temperaturas com o uso de reguladores de crescimento.

TABELA 4 - Valores médios de germinabilidade (G) e velocidade (V) de germinação de sementes de *P. dubium*, nas temperaturas de 12, 24, 27 e 30°C independentemente da adição de GA<sub>3</sub> ou 3,4D.

Tratamento	G (%) ( $\Delta = 4,91$ )	V (dias <sup>-1</sup> ) ( $\Delta = 0,025$ )
12°C (limite mínimo)	53,29 B	0,0507 d
24°C (sub-ótima)	98,91 A	0,4109 c
27°C (ótima)	99,29 A	0,4644 a
30°C (supra-ótima)	98,74 A	0,4361 b

Obs.: Médias seguidas pelas mesmas letras, em uma mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 95% de confiança P < 0,05.

Ungar & Binet (1975) relataram que a adição de ácido giberélico ( $10^{-3}$  mM) ao meio germinativo estimula a germinação de sementes de *Spergularia marina* em várias temperaturas. Para *P. dubium* verificou-se que a adição de GA<sub>3</sub> 20 e 40ppm teve efeito estimulante nas temperaturas de 12, 24, 27 e 30°C.

Segundo Mayer & Poljakoff-Mayber (1993) a giberelina é um ativador enzimático endógeno, e a aplicação exógena desse promotor influencia o metabolismo protéico, podendo até dobrar a taxa de síntese de proteínas (Mc Donald & Khan, 1983).

## 5 CONCLUSÕES

1. Existe interação entre os fatores temperatura e regulador de crescimento.
2. Ocorreu diminuição na porcentagem de emergência em campo com a pré-embebição das sementes de *P. dubium* em 3,4D.
3. O composto 3,4D a 100 e 1000ppm provocou morte das plântulas de *P. dubium* 16 dias após sua emergência.
4. A biomassa, o tamanho das plântulas e a porcentagem de emergência em campo aumentaram com o uso de GA<sub>3</sub> 20 e 40ppm.
5. Independentemente da temperatura de incubação, as sementes de *P. dubium* embebidas com 3,4D apresentaram diminuição significativa da taxa de germinação.
6. As soluções de GA<sub>3</sub> 20 e 40ppm promoveram aumento na taxa de germinação, em laboratório.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLI, C.; KHAN, A.A. Matricconditioning integrated with gibberellin acid to hasten seed germination and improve stand establishment of pepper and tomato. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, p.1953-1958, 1999.
- ARTECCA, R.N. *Plant growth substances: principles and applications*. 1.ed. New York: Chapman & Hall, 1996. 332p.
- AYOAMA, E.M.; ONO, E.; FURLAN, M.R. Estudo da germinação de sementes de lavanda (*Lavandula angustifolia*). *Sciencia Agricola*, v.56, p.1-9, 1996.
- BARDUCHE, D. et al. Effect of ABA and GA<sub>3</sub> on protein mobilization in embryos and cotyledons of angico (*Anadenanthera peregrina*) (L.) Speg seeds during germination. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.42, p.135-144, 1999.
- BEVILÁCQUA, G.A.P. et al. Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento. I. Efeito da emergência em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, v.15, p.67-74, 1983.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 3.ed. New York: Plenum Press, 1994. 443p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe Técnica da Divisão de Sementes e Mudas. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CLARK, S.M.; SCOTT, D.J. Effects of carboxin, benomyl and Captan on the germination of wheat during the post harvest dormancy period. *Seed Science & Technology*, v.10, p.87-94, 1982.

DE FIORI, A. & PEREZ, S. C. J. G. de A. Emergência em campo e germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Fabaceae (canafistula) sob diferentes temperaturas com o uso de reguladores de crescimento.

- CRONQUIST, A. *The evolution of classification of flowering plants*. 2.ed. New York: The New York Botanical Garden, 1988. 55p.
- DAVIES, P. *Plant hormones and their role in plant growth and development*. 2.ed. Boston: Nishoff Publishers, 1994. 678p.
- EINHELLIG, F.A. Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy. *Acs Sym Ser.*, v.582, p.96-116, 1995.
- \_\_\_\_\_, RASMUSSEN, J.A. Effect of 3 phenolic acids on chlorophyll content and growth of soybean and grain sorghum seedlings. *Journal of Chemical Ecology*, v.5, p.815-824, 1979.
- ESCHIAPATTI-FERREIRA, M.S. *Avaliação do efeito de reguladores de crescimento, pré-condicionamento, quebra de dormência e temperatura na germinação de Senna macranthera (Irwin et Barneby)*. São Carlos: UFSCar, 1998. 105p. (Tese de Doutorado)
- HEBLING, S. *Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de Enterolobium contortisiliquum* (Veloso Morong.). São Carlos: UFSCar, 1997. 117p. (Tese de Doutorado)
- JELLER, H. *Efeitos de fatores ambientais e métodos artificiais para superação de dormência em sementes de Cassia excelsa Schrad.* São Carlos: UFSCar, 1997. 133p. (Dissertação de Mestrado)
- KHAN, M.A.; RIZVI, Y. Studies on germination of *Cressa cretica*. *Pakistan Journal of Weed Science and Research*, v.4, p.89-98, 1991.
- LABOURIAU, L.G. *A germinação de sementes*. Washington: Secretaria da OEA, 1983. 173p.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352p.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. *The germination of the seeds*. 3.ed. New York: The Pergamon Press, 1993. 263p.
- MC DONALD, M.D.; KHAN, A.A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. *Agronomy Journal*, v.75, p.11-114, 1983.
- NURZBURGER, J.; LESHEM, V. The role of gibberellin and the hulls in the control of germination in *Aegilops kotschry* caryopses. *Canadian Journal of Botany*, v.52, p.1597-1601, 1974.
- PEREIRA, P.A.S. *Efeito de tratamentos pré-germinativos e aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de Triplaris brasiliiana Cham (pau-formiga)*. São Carlos: UFSCar, 1996. 86p. (Monografia de Graduação)
- PEREZ, S.C.J.G. de A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Temperature limit and thermal stress on seed germination of *Peltophorum dubium* Spreng Taubert. *Revista Brasileira de Sementes*, v.20, p.134-142, 1998.
- \_\_\_\_\_. Dormancy break and light quality effects on seed germination of *Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert - Canafistula. *Revista Árvore*, v.5, p.131-137, 1999a.
- \_\_\_\_\_. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de plantio. *Bragantia*, v.58, p.57-68, 1999b.
- PEREZ, S.C.J.G. de A.; MORAES, J.A.P.V. Influência da interação temperatura - giberelina na germinação de *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p.41-53, 1990.
- PERSSON, B. Enhancement of seed germination in ornamental plants by growth regulators infused via acetone. *Seed & Science & Technology*, v.21, p.281-290, 1993.
- SHAUkat, S.S.; ZAMAM, A.U.; SHERWANI, U. Effect of 2,4D and phenolic compound on seed germination and growth of *Pennisetum americanum* (L.) Schumann and the leaching of chemicals in soil. *Pakistan Journal of Botany*, v.31, p.151-161, 1999.
- SIQUEIRA, J.O.; NAIR, M.G.; HAMMERSCHDMIDT, R. Significance of phenolic - compound in plant soil - microbial systems. *Critical Review of Plant Science*, v.10, p.63-121, 1991.
- SPIEGEL, M. R. *Probabilidade e estatística*. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Mc Graw Hill do Brasil S/A Ltda., 1978. 518p. (Coleção Shaum)
- UNGAR, I.A. Alleviation of seed dormancy in *Spergularia marina*. *Botanical Gazette*, v.145, p.33-36, 1984.
- \_\_\_\_\_. & BINET, P. Factors influencing seed dormancy in *Spergularia marina*. *Aquatic Botany*, v.1, p.45-55, 1975.
- VEIGA-PESSOA, H.B.S.; CÍCERO, S.M.; SILVEIRA, F.A. Efeitos de herbicidas na qualidade fisiológica de sementes de arroz. *Revista brasileira de Sementes*, v.7, p.107-114, 1985.
- WAREING, P.F.; PHILIPS, I.D.J. *Growth and differentiation in plants*. 3.ed. Oxford: Pergamon Press, 1983. 343p.
- WILLIAN, R.D.; HOAGLAND, R.E. The effects of naturally - occurring phenolic compounds on seed germination. *Weed Science*, v.30, p.206-212, 1982.

# DIVERSIDADE DO COMPONENTE ARBÓREO EM FLORESTA PLUVIAL ATLÂNTICA SECUNDÁRIA, SÃO PAULO, BRASIL\*

## RESUMO

O presente estudo foi realizado em trecho da floresta pluvial atlântica em estádio secundário, com o objetivo de determinar a diversidade em espécies arbóreas, através do emprego de seis diferentes índices de diversidade (Margalef, Menhinick, Berger-Parker, McIntosh, Shannon e Simpson) e a sensibilidade destes índices à variação no tamanho da amostra. Para a amostragem da vegetação foi empregado o método de quadrantes e considerados os indivíduos arbóreos pertencentes a duas classes de diâmetro: classe 1 ( $DAP \geq 0,10\text{ m}$ ) e classe 2 ( $0,05\text{ m} \leq DAP < 0,10\text{ m}$ ). Foram amostrados 1248 indivíduos arbóreos para as duas classes de diâmetro, sendo 75 árvores mortas em pé e 1173 indivíduos distribuídos por 45 famílias e 219 espécies. Foi detectada uma maior diversidade de espécies na classe 2, para todos os índices empregados. Com relação à sensibilidade dos índices de diversidade à variação no tamanho da amostra, observou-se que o índice de Margalef foi o mais sensível e os índices de McIntosh e Simpson foram os menos sensíveis. Verificou-se que grupos com 8 pontos de quadrantes cada, correspondem à amostragem mínima para aplicação dos índices de diversidade, para a comunidade estudada.

**Palavras-chave:** índices; diversidade; floresta pluvial atlântica.

## 1 INTRODUÇÃO

Medidas de diversidade de espécies são consideradas como bons indicadores de sistemas ecológicos e uma das aplicações dessas medidas está na conservação da natureza e monitoramento ambiental. Em ambos os casos a diversidade é tida como sinônimo de qualidade ecológica.

O uso de índices ou modelos para definir diversidade como indicadores de danos ambientais, é pouco utilizado. Todavia, é comum observar que em ambientes perturbados ocorre inicialmente uma redução na riqueza de espécies. Sabe-se, também, que a redução na diversidade parece estar ligada ao aumento da ação antrópica (Magurran, 1988). A extraordinária riqueza de espécies das florestas tropicais tem sido alvo da atenção de muitos pesquisadores, principalmente,

Antonio Cecílio DIAS\*\*  
Alcebiades CUSTODIO FILHO\*\*  
Geraldo Antonio Daher Corrêa FRANCO\*\*

## ABSTRACT

This study is a vegetation survey of a secondary formation in the atlantic rain forest in order to determine: the arboreal species diversity using six indexes (Margalef, Menhinick, Berger-Parker, McIntosh, Shannon e Simpson) and the sensibility of these indexes to sample size variation. The point centred quarter method (Quadrant method) was used in the vegetation sampling, considering arboreal specimens of two diameter classes: class 1 ( $DBH \geq 0,10\text{ m}$ ) and class 2 ( $0,05\text{ m} \leq DBH < 0,10\text{ m}$ ). A total of 1248 specimens were sample for the two diameter classes: 75 dead standing trees and 1173 distributed in 45 families and 219 species. For all the indexes applied diameter class 2 showed a greater species diversity. As to the diversity indexes sensibility to the sample size variation, Margalef index was the most sensible. McIntosh and Simpson indexes were the least sensible. Groups with 8 quadrant points each are the minimum sampling to which the diversity indexes are applicable in this community.

**Key words:** index; diversity; atlantic rain forest.

quando comparada com aquela das florestas temperadas. No entanto, os mecanismos responsáveis por estas diferenças, ainda permanecem obscuros. Um dos aspectos ecológicos mais discutidos está relacionado com os possíveis processos que geram ou mantêm a elevada diversidade, ou seja, alta riqueza de espécies e uma equitativa abundância relativa dos indivíduos (Armesto *et al.*, 1986; Martinez-Ramos, 1985).

Whitmore (1983) considera que alguns dos atributos da floresta pluvial tropical podem ser encontrados em outros climas e tipos de vegetação, concluindo que nem todas as florestas tropicais possuem alta riqueza de espécies. Porém, todas apresentam: uma longa história de estabilidade versus longos períodos sem episódios de extinção; presença de ambientes uniformes, de muitos nichos ecológicos e coevolução com os animais.

(\*) Aceito para publicação em novembro de 2000.

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

Segundo Diamond (1988), os fatores que determinam a diversidade de espécies são a quantidade e a qualidade de recursos, interação entre as espécies e a dinâmica das populações. Entretanto, esses fatores não são considerados igualmente importantes para explicar a diversidade de espécies de diferentes taxas ou em diferentes locais. Para uma interessante interpretação da diversidade de árvores neotropicais, consideram-se diferenciações de nichos e segregação pela utilização de recursos, em vez de enfatizar a dinâmica de especiação, imigração e extinção. Por outro lado Hubbell (1979) salienta que uma teoria amplamente mantida a respeito das espécies arbóreas tropicais é que a maioria ocorre com baixa densidade de adultos e é de dispersão relativamente uniforme, de forma que os adultos das espécies arbóreas são espaçados e igualmente distribuídos.

Uma ou ambas as partes desta teoria (baixa densidade e distribuição uniforme) são encontradas na maioria dos textos ecológicos e muitas propostas têm sido feitas para estudar tanto as causas como as consequências desta situação. Janzen (1970) e Connell *apud* Hubbell (1979), independentemente, propuseram teorias para explicar a baixa densidade e espaçamento entre adultos. Enquanto Janzen enfocava os efeitos dos herbívoros hospedeiros específicos que atacam sementes que caem em um ponto, Connell preocupava-se com a dispersão e sobrevivência de plântulas jovens. Em estudo efetuado na floresta pluvial australiana, este autor observou que a maior sobrevivência das plântulas era obtida quando plantadas sob adultos de espécies diferentes, que sob adultos da mesma espécie.

Outra característica importante a ser analisada nas florestas tropicais, segundo Hubbell (1979), é a freqüência de dioicia entre as árvores, maior que nas florestas temperadas. Neste caso a polinização cruzada é mais eficiente quando efetuada por animais que pelo vento. Por outro lado, o fato da polinização cruzada ser efetuada por animais possibilita que os indivíduos fiquem mais distantes entre si que nas florestas temperadas.

Outras explicações têm sido atribuídas à alta diversidade de espécies em florestas tropicais. Dentre estas encontra-se a hipótese do equilíbrio e não equilíbrio, apresentada por Connell (1978), que aceita ser a alta diversidade mantida por freqüentes perturbações ocorridas nestas florestas. Entre estas perturbações encontra-se a dinâmica de abertura de clareiras que segundo Rickles *apud* Martinez-Ramos (1985), propicia a heterogeneidade ambiental, que pode conduzir a uma maior diversidade em algumas regiões.

Poulson & Platti (1989), estudando o regime de luz em clareiras, mostraram que o tamanho e orientação da clareira determinam o regime de luz e como este interage com a arquitetura das plântulas para influenciar a diversidade de espécies que atinge o dossel superior. Discutem também como as variações na latitude podem influenciar o regime de luz na clareira e, então modificar padrões de árvores de dossel em florestas temperadas e tropicais.

Runkle (1989) sugere um caminho pelo qual características de clareiras podem resultar em diferenças de diversidade de espécies arbóreas entre zonas de florestas tropicais e temperadas. Acredita-se que devam existir influências latitudinais na habilidade das espécies responderem às condições de clareiras. Uma vez estabelecidas as clareiras, as espécies, indubitavelmente, crescem em diferentes populações, segundo um grande número de influências ambientais. A relação entre o tamanho da clareira e diferentes capacidades de crescimento é uma forma pela qual as espécies podem diferir.

Haffer (1982) aponta a alta diversidade da floresta tropical como o resultado do somatório da: produtividade elevada dos ecossistemas; redução da área de nicho; sobreposição de espécies em um mesmo nicho e aumento de competição e produção em um ambiente heterogêneo e estável. No entanto, devido às diferentes formas de pressões, os ecossistemas tropicais, que possuem como característica mais notável a sua biodiversidade, foram, quase sem exceção, comprometidos, em menor ou maior grau, conforme salientam Reis *et al.* (1992).

Para Cox (1976) diversidade de espécies é uma medida biológica, característica única a nível de comunidade de organizações ecológicas. Além do mais, é uma característica que reflete padrões organizacionais importantes no funcionamento da comunidade. Composição em diversidade de espécies está relacionada ao grau de estabilidade da comunidade, desde que uma comunidade com maior riqueza ou diversidade de espécies, possui uma rede trófica mais complexa ao longo da qual mecanismos de controle da densidade-dependência possam operar.

Um grande número de diferentes índices de diversidade tem sido sugerido por ecologistas interessados na estrutura da comunidade. Estes índices decorrem de diferentes suposições acerca da abundância relativa das espécies em comunidades naturais e sensibilidade para diferentes tipos de variações na estrutura da comunidade.

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

Flenley (1979) define diversidade como sendo medida de riqueza de espécies de uma área, de uma comunidade ou flora. Seja qual for o critério usado, florestas de terras baixas tropicais aparecem como mais ricas, quando comparadas com aquelas dos habitats semi-áridos, temperados ou montanhosos.

Para Whittaker (1965) relações numéricas das espécies expressam a importância da competição em função da comunidade e evolução. Duas aproximações para medidas necessitam ser distinguidas, embora elas estejam freqüente e rigorosamente relacionadas. A diversidade de espécies pode ser medida tomando como base o número de espécies em unidades de amostragem suficientes para incluir também aquelas com menor número de indivíduos. Em comunidades terrestres, relações do número de espécies com a área das amostras são complexas, mas, dentro de certos limites, o número de espécies aumenta aproximadamente como o logaritmo da área da amostra.

Para Brower & Zar (1977) uma comunidade é de alta diversidade se muitas espécies igualmente abundantes estiverem presentes. Por outro lado, se a comunidade é composta de poucas espécies, ou se apenas poucas espécies são abundantes, a diversidade é baixa. Alta diversidade indica uma comunidade altamente complexa, pois uma maior variedade de espécies permite uma maior variedade de interações.

Para Whittaker (1965) a diversidade é tão alta em florestas perturbadas e imaturas quanto em florestas estáveis e maduras, de ambientes correspondentes. Pode ser assumido que produtividade e composição de espécies de uma comunidade vegetal são determinadas por fatores ambientais como luz, umidade, temperatura e nutrientes. Salienta, também, que a diversidade de espécies de uma comunidade é uma resultante de, no mínimo, três determinantes interrelacionadas: característica de ambiente, período em que as espécies têm envolvimento na diferenciação do nicho em relação a uma outra e características das espécies particulares que estão envolvidas na formação da comunidade naquele ambiente, especialmente características das dominantes que afetam as condições ambientais de espécies subordinadas.

Segundo Odum (1983) são utilizadas duas amplas abordagens para analisar a diversidade de espécies em situações diferentes: curva de abundância relativa do componente dominância da diversidade ou curva de importância de espécies, e índices de diversidade, os quais são proporções ou

outras expressões matemáticas das relações de importância das espécies.

A ilustração gráfica da importância das espécies, além de ressaltar a riqueza e a abundância da diversidade, também explica como é repartido o espaço do nicho. Quanto mais inclinada a curva, menor a diversidade em termos gerais e maior a abundância por parte de uma ou poucas espécies. O estresse natural ou antropogênico, tende a tornar a curva mais inclinada, de modo que a curva do componente dominância da diversidade pode ser usada para avaliar o efeito das perturbações sobre a estrutura das espécies.

Não se encontra em lugar algum na natureza a diversidade máxima teórica: muitas espécies sendo todas igualmente importantes; algumas espécies sempre são menos abundantes que outras. Em situações de alta diversidade, a média de uniformidade parece estar em torno de 80% do máximo. A diversidade de espécies tende a aumentar durante a sucessão ecológica. Paine *apud* Odum (1983), concluiu que a diversidade local de espécies relaciona-se diretamente com a eficiência com que os predadores impedem a monopolização por uma espécie, de requisitos ambientais importantes.

Segundo Peet (1974) os ecólogos têm devotado considerável energia para explicar o padrão de diversidade nos sistemas ecológicos. No nível de síntese de comunidade, muitos fenômenos são complexos e permitem múltiplas interpretações. Desta forma muitos autores têm sugerido índices de diversidade próprios para seus estudos, nenhum dos quais pode ser considerado correto para uma aplicação geral.

Diversidade, em essência, tem sido definida pelo índice utilizado para medi-la e isto não tem favorecido o tipo de uniformidade que permita um claro estabelecimento de idéias e hipóteses.

Medidas de diversidade levam em conta dois fatores: riqueza de espécies - número de espécies e regularidade ou equidade - igualdade de abundância das espécies, sendo a abundância considerada como o número de indivíduos da espécie.

As medidas de diversidade de espécies podem ser divididas em: índice de riqueza de espécies que são, essencialmente, medidas dos números de espécies em uma unidade de amostragem definida; modelo de abundância de espécies que descrevem a distribuição da abundância das espécies e índices baseados na abundância proporcional de espécies, como os índices de Shannon e de Simpson, que procuram reunir riqueza de espécies e regularidade.

Segundo Magurran (1988) a riqueza de espécies é uma medida de diversidade extremamente útil, se todos os indivíduos da área de estudo puderem ser amostrados e identificados. No entanto, no caso de emprego de amostras, o pesquisador deve distinguir entre riqueza numérica de espécies, que é definida como o número de espécie por um número determinado de indivíduos ou biomassa e densidade de espécies, que é o número de espécies por uma área especificada, sendo esta a medida de riqueza de espécies mais comumente adotada pelos botânicos.

Riqueza de espécies tem um grande interesse intuitivo e evita muitas das armadilhas que podem ser encontradas quando modelos e índices são empregados. Estas medidas têm sido usadas com sucesso em muitos estudos, muito embora, conforme salienta Kempton (1979), sejam pouco sensíveis às perturbações ambientais.

Um grande número de índices pode ser derivado usando simples combinações do número de espécies registradas ( $S$ ) e o número total de indivíduos de todas as espécies ( $N$ ). Nestes incluem-se os índices de diversidade de Margalef e o índice de diversidade de Menhinick. Estes índices não permitem diferenciar diversidade de comunidades, tendo o mesmo  $S$  e  $N$ . A melhor medida de diversidade seria aquela que levasse em consideração tanto o número de espécies como a regularidade de ocorrência dos indivíduos nas várias espécies.

Considerando-se que em uma comunidade encontram-se poucas espécies muito abundantes, algumas espécies com abundância média e, a maioria representada por apenas um ou poucos indivíduos, desenvolveram-se modelos de abundância, que são fortemente defendidos por muitos pesquisadores, incluindo May (1975) e Shouthwood *apud* Magurran (1988). Para estes autores uma distribuição de abundância de espécies utiliza todas as informações colhidas em uma comunidade e é a mais completa distribuição matemática dos dados. Ao mesmo tempo que os modelos de abundância de espécies fornecem uma completa descrição da diversidade dos dados, eles dependem da utilização de modelos de ajuste razoavelmente tediosos. Além do mais, podem surgir alguns problemas quando as comunidades estudadas não se ajustam a um modelo e necessita-se compará-las pela média de um índice de diversidade. Índices baseados na abundância proporcional de espécies fornecem uma alternativa aproximada para as medidas de diversidade. Peet (1974) denominou estes índices de "Índices de Heterogeneidade", por levarem em conta tanto a regularidade como a riqueza de espécies.

Shouthwood (1978) refere-se a estes índices como não paramétricos. Duas categorias de índices não paramétricos podem ser examinadas. Os índices de informações e estatísticas e medidas de abundância são baseados numa justificativa de que a diversidade ou informações, em um sistema natural, podem ser medidas de uma forma simples como aquelas informações contidas em um código de mensagem. O segundo grupo de índices de heterogeneidade é referido para medidas de dominância, desde que elas sejam consideradas através da abundância das espécies mais comuns. Um dos mais conhecidos é o índice de Simpson. Este índice dá a probabilidade de quaisquer dois indivíduos retirados aleatoriamente de uma comunidade infinitamente grande pertencerem a diferentes espécies.

Shannon e Wiener, independentemente, derivaram a função que tem se tornado conhecida como índice de diversidade de Shannon, conforme salienta Magurran (1988). Este índice admite que os indivíduos são aleatoriamente amostrados de uma população infinitamente grande (Peilou, 1975). Admite também que todas as espécies estão representadas na amostra. Segundo Odum (1983) o índice de Shannon atribui um peso maior às espécies raras, sendo relativamente independente do tamanho da amostra, apresentando distribuição normal, contanto que  $N$  seja um número inteiro.

A mais substancial fonte de erro deste índice é a inclusão de todas as espécies de uma comunidade em uma amostra. Este erro aumenta caso diminua a proporção das espécies representadas em uma amostra.

Os valores do índice de diversidade de Shannon usualmente ficam entre 1,5 e 3,5 e apenas raramente pode superar 4,5 (Margalef *apud* Magurran 1988).

Berger & Parker (1970) propuseram uma medida de dominância simples e intuitiva, denominada índice de Berger-Parker. Além da facilidade de cálculo, este índice expressa a importância proporcional da espécie mais abundante. Por outro lado, este índice é independente do número de espécies ( $S$ ), mas é influenciado pelo tamanho da amostra. Para May (1975), este índice é uma das medidas de diversidade mais satisfatórias, dentre as disponíveis.

Segundo Odum (1983) a maior parte da diversidade biológica ainda é encontrada em ecossistemas naturais, cuja sobrevivência depende, em grande parte, da diversidade neles contida.

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

Muitos conceitos ecológicos relacionados com a diversidade são controversos e precisam de maiores pesquisas, porém todos estão de acordo que a diversidade é necessária para a futura sobrevivência dos seres humanos e da natureza.

Portanto, preservar áreas naturais é preservar e salvaguardar a diversidade necessária para a adaptação e sobrevivência no futuro.

No presente trabalho foi estudado um trecho da floresta pluvial tropical secundária, com a finalidade de determinar a diversidade de espécies arbóreas da comunidade, através da aplicação de seis diferentes índices de diversidade; determinar a sensibilidade de cada índice à variação do tamanho da amostra e definir parâmetros de diversidade que possam ser comparados em diferentes tipos de florestas nativas no Estado de São Paulo.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual de Carlos Botelho, localizado na região sul do Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 24°00' a 24°15' latitude Sul e 47°45' a 48°10' longitude Oeste. O parque, com uma área de 37.797,43 hectares, possui cobertura vegetal classificada como floresta pluvial atlântica (Dias *et al.*, 1995).

Dados meteorológicos identificaram para a área temperatura média no mês mais quente de 22,4°C e a temperatura no mês mais frio de 15,4°C. A precipitação média anual atinge 1683,2 mm, sendo que o mês mais seco apresenta índice pluviométrico médio de 72,8 mm. Os dados evidenciam a ausência de déficit hídrico, e a classificação do clima como Cfa, subtropical úmido (Dias *et al.*, 1995).

A grande variedade de espécies e suas abundâncias relativas têm muitas vezes dificultado os estudos de diversidade nas florestas tropicais. Investigações de diversidade ecológica estão freqüentemente restritas à riqueza de espécie que é uma simples contagem de número de espécies.

Através de 156 pontos, ao longo de 6 linhas, pelo método de quadrantes foram amostradas 1248 árvores, sendo 624 pertencentes a classe 1 de diâmetro ( $DAP \geq 0,10\text{ m}$ ) e 624 pertencentes a classe 2 de diâmetro ( $0,05\text{ m} \leq DAP < 0,10\text{ m}$ ). Foram identificadas na classe 1, 152 espécies pertencentes a 41 famílias vegetais.

Na classe 2 foram identificadas 163 espécies pertencentes a 43 famílias. No total foram identificadas 219 espécies e 45 famílias, conforme relacionado na TABELA 1 (Dias *et al.*, 1995).

Foram utilizadas diferentes medidas de diversidade, tanto as ligadas à riqueza de espécies, como aquelas baseadas na abundância proporcional de espécies. Dentre os índices de riqueza de espécies, índices que podem ser derivados, usando uma combinação de números de espécies registradas (S) e o número de indivíduos somados de todas as espécies (N), empregaram-se o índice de diversidade de Margalef (Dmg) e o índice de Menhinick (Dmn). Dentre os índices de heterogeneidade utilizaram-se os índice de diversidade de Shannon, o índice de diversidade de Simpson, o índice de diversidade de McIntosh e o índice de diversidade de Berger-Parker.

### 2.1 Sensibilidade dos Índices de Diversidade

Os 156 pontos de quadrantes empregados no levantamento foram agrupados com diferentes números de pontos por grupo. O número de pontos de cada grupo definiu o tamanho da amostra.

Determinou-se a diversidade de cada amostra, empregando-se os diferentes índices de diversidade estudados. Para efeito de cálculo foram considerados os seguintes grupos: 39 grupos com 4 pontos de quadrantes cada; 19 grupos com 8 pontos de quadrantes cada; 13 grupos com 12 pontos de quadrantes cada; 9 grupos com 16 pontos de quadrantes cada e 7 grupos com 20 pontos de quadrantes cada.

Os parâmetros utilizados na análise foram os valores médios de cada índice de diversidade determinado para cada grupo de pontos.

A eficiência de cada índice de diversidade empregado foi avaliada através do teste "t" de Student para comparação de médias de amostragem através de observações não pareadas, conforme descrito por Steel & Torrie (1960).

### 2.2 Cotejo dos Dados

Definido o número de pontos de quadrantes necessários para que se possa determinar com segurança a diversidade de espécies arbóreas da comunidade, através dos índices de diversidades empregados, procederam-se a determinação da diversidade de espécies arbóreas, para cada grupo de pontos de quadrantes, empregando os diferentes índices de diversidade descritos anteriormente.

**TABELA 1** - Relação das famílias e espécies amostradas nas classes 1 (indivíduos com DAP  $\geq 0,05$  m ou DAP  $< 0,10$  m) e classe 2 (DAP  $\geq 0,10$  m), em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

Famílias	Especies	Classes
1 Anacardiaceae	1 <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1 2
2 Annonaceae	2 <i>Guatteria australis</i> St. Hil 3 <i>Xylopia langsdorffiana</i> A. St. Hill & Tul. 4 <i>Rollinia sericea</i> R. E. Fries 5 <i>Rollinia sylvatica</i> (A. St. Hill) Mart.	1 1 1 2
3 Aquifoliaceae	6 <i>Ilex amara</i> (Vell.) Loesener 7 <i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil 8 <i>Ilex</i> sp1 9 <i>Ilex</i> sp2	1 1 1 1
4 Araliaceae	10 <i>Didymopanax angustissimum</i> E. Cham. 11 <i>Didymopanax navarroi</i> Sampaio 12 <i>Didymopanax</i> sp	1 2 2
5 Bignoniaceae	13 <i>Jacaranda puberula</i> Cham	1 2
6 Boraginaceae	14 <i>Cordia</i> sp 15 <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. & St	1 1 2
7 Burseraceae	16 <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	1 2
8 Canellaceae	17 <i>Capsicodendron dinizii</i> (Schw.) Occhioni	2
9 Celastraceae	18 <i>Maytenus robusta</i> Reiss. 19 <i>Maytenus distichophylla</i> Mart. ex Reiss 20 <i>Maytenus</i> sp1	1 1 2
10 Chrysobalanaceae	21 <i>Chrysobalanaceae</i> sp 22 <i>Hirtella hebeclada</i> Moric. 23 <i>Licania hoehnei</i> Pilger 24 <i>Parinari excelsa</i> Sabine	2 2 2 2
11 Clethraceae	25 <i>Clethra scabra</i> Pers.	1 2
12 Combretaceae	26 <i>Combretum</i> sp 27 <i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo.	1 1 2
13 Compositae	28 <i>Piptocarpha axillaris</i> Backer 29 <i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Backer 30 <i>Vernonia discolor</i> Gard. 31 <i>Vernonia puberula</i> Less.	1 1 2 2

continua

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

continuação - TABELA 1

Famílias	Espécies	Classes
14 Cunoniaceae	32 <i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	1 2
15 Cyatheaceae	33 <i>Alsophila atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Pr. 34 <i>Alsophila corcovadensis</i> (Radd.) C.Chr. 35 <i>Alsophila leptoclada</i> Fee 36 <i>Alsophila nitida</i> Kze. 37 <i>Alsophila paleolata</i> Mart. 38 <i>Alsophila</i> sp 39 <i>Cyathea schanschim</i> Mart. 40 <i>Nephelea setosa</i> (Kaulf.) Tryon. 41 <i>Nephelea stenibergii</i> (Pohl.) Tryon.	1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2
16 Elaeocarpaceae	42 <i>Sloanea monosperma</i> Vell.	1
17 Euphorbiaceae	43 <i>Actinostemon</i> sp 44 <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. 45 <i>Croton macrobothrys</i> Baill. 46 <i>Hieronima alchorneoides</i> Fr. Allem 47 <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	1 2 1 2 1 2 1 2 1 2
18 Flacourtiaceae	48 <i>Casearia decandra</i> Jacq. 49 <i>Casearia</i> sp 50 <i>Casearia silvestris</i> Swartz 51 <i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer 52 <i>Xylosma ciliatifolium</i> (Clos.) Eichler	1 2 1 2 1 2 1 2 1 2
19 Guttiferae	53 <i>Clusia parviflora</i> (Sald.) Engl. 54 <i>Clusia</i> sp	1 2
20 Humiriaceae	55 <i>Vantanea compacta</i> (Schnizl.) Cuatr.	1 2
21 Icacinaceae	56 <i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	1 2
22 Lauraceae	57 <i>Aniba firmula</i> (Nees et Mart.) Mez. 58 <i>Cryptocarya ashersoniana</i> Mez. 59 <i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart. 60 <i>Cryptocarya</i> sp1 61 <i>Cryptocarya</i> sp2 62 <i>Cryptocarya</i> sp3 63 <i>Endlicheria paniculata</i> (Spr.) Macbr. 64 <i>Lauraceae</i> sp1 65 <i>Lauraceae</i> sp2 66 <i>Lauraceae</i> sp3 67 <i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	2 2 2 1 2 1 2 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2

continua

continuação - TABELA 1

continua

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

continuação - TABELA 1

Famílias	Espécies	Classes
25 Melastomataceae	110 <i>Miconia cabucu</i> Hochne 111 <i>Miconia rigidiuscula</i> Cogn. 112 <i>Miconia</i> sp 113 <i>Miconia theezans</i> Cogn. 114 <i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	1 1 1 2 1 2
26 Meliaceae	115 <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. 116 <i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1 2
27 Monimiaceae	117 <i>Mollinedia schottiana</i> (Spr.) Perk. 118 <i>Mollinedia</i> sp1 119 <i>Mollinedia</i> sp2	1 1 1
28 Moraceae	120 <i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott.) Ruzz. 121 <i>Ficus enormis</i> (Mart. & Miq.) Miq. 122 <i>Ficus</i> sp 123 <i>Pourouma</i> sp 124 <i>Sorocea bomplondii</i> (Baill.) Burger Boer	1 1 1 2 1 2
29 Morta	125 Morta	1 2
30 Myrsinaceae	126 <i>Ardisia cauliflora</i> Mart. & Miq. 127 <i>Ardisia handroi</i> Toledo 128 <i>Cybianthus</i> sp1 129 <i>Cybianthus</i> sp2 130 <i>Myrsinaceae</i> sp 131 <i>Rapanea ferruginea</i> (R. & P.) Mez. 132 <i>Rapanea</i> sp 133 <i>Rapanea umbellata</i> (Mart. ex A.DC.) Mez. 134 <i>Stylogyne</i> sp	1 1 1 1 1 2 2 2 2 2
31 Myrtaceae	135 <i>Calycorectes australis</i> Legr. 136 <i>Calyptranthes lucida</i> Mart. ex DC. 137 <i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk. 138 <i>Campomanesia</i> sp 139 <i>Eugenia beaurepaireana</i> (Kiaersk.) Legr. 140 <i>Eugenia</i> sp1 141 <i>Eugenia</i> sp2 142 <i>Eugenia</i> sp3 143 <i>Eugenia</i> sp4 144 <i>Eugenia</i> sp5 145 <i>Eugenia</i> sp6 146 <i>Eugenia verrucosa</i> Legr. 147 <i>Gomidesia fenzliana</i> Berg. 148 <i>Gomidesia</i> sp	1 1 1 2 1 2 2 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2

continua

continua

continuação - TABELA I

continua

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

continuação - TABELA 1

Famílias	Espécies		Classes
39 Rubiaceae	185 <i>Alseis floribunda</i> Schott. 186 <i>Amaioua guianensis</i> Aubl. 187 <i>Bathysa meridionalis</i> Smith & Downs 188 <i>Posoqueria acutifolia</i> Mart. 189 <i>Psychotria muda</i> (Mart.) Wawra. 190 <i>Psychotria</i> sp 191 <i>Psychotria stachiooides</i> Benth. 192 <i>Psychotria suterella</i> Mull. Arg. 193 <i>Psychotria velloziana</i> Benth. 194 Rubiaceae sp1 195 Rubiaceae sp2 196 <i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Mull. Arg.	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
40 Rutaceae	197 <i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart. 198 <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1 1	2 2
41 Sapindaceae	199 <i>Allophylus petiolulatus</i> Rad. 200 <i>Cupania oblongifolia</i> Camb. 201 <i>Cupania vernalis</i> Camb. 202 <i>Matayba elaeagnoides</i> Rad. 203 <i>Matayba juglandifolia</i> (Cam.) Rad.	1 1 1 1 1	2 2 2 2 2
42 Sapotaceae	204 <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eich.) 205 <i>Chrysophyllum</i> sp 206 <i>Chrysophyllum viride</i> Mart. & Eichl. ex Mart. 207 <i>Pouteria ramiflora</i> Mart. 208 <i>Pouteria</i> sp 209 <i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni 210 <i>Sideroxylon gardnerianum</i> (Mart. & Eichl.)	1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2
43 Solanaceae	211 <i>Solanum excelsum</i> St. Hil. 212 <i>Solanum inaequale</i> Vell. 213 <i>Solanum rufescens</i> Sendtn.	1 1 1	2 2 2
44 Symplocaceae	214 <i>Symplocos celastrinea</i> Mart. 215 <i>Symplocos</i> sp1 216 <i>Symplocos</i> sp2 217 <i>Symplocos</i> sp3	1 1 1 1	2 2 2 2
45 Verbenaceae	218 <i>Aegiphila sellowiana</i> Cham. 219 <i>Vitex poligama</i> Cham.		2 2
46 Winteraceae	220 <i>Drymis winterii</i>		1

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 156 pontos de quadrantes foram amostradas 1248 árvores, sendo 624 na classe 1 de diâmetro ( $DAP \geq 0,10$  m) e 624 na classe 2 de diâmetro ( $0,05 \text{ m} \leq DAP < 0,10$  m). Foram identificadas na classe 1, 152 espécies pertencentes a 41 famílias vegetais. Na classe 2 foram identificadas 163 espécies pertencentes a 43 famílias. No total foram identificadas 219 espécies e 45 famílias, conforme relacionado na TABELA 1 (Dias *et al.*, 1995).

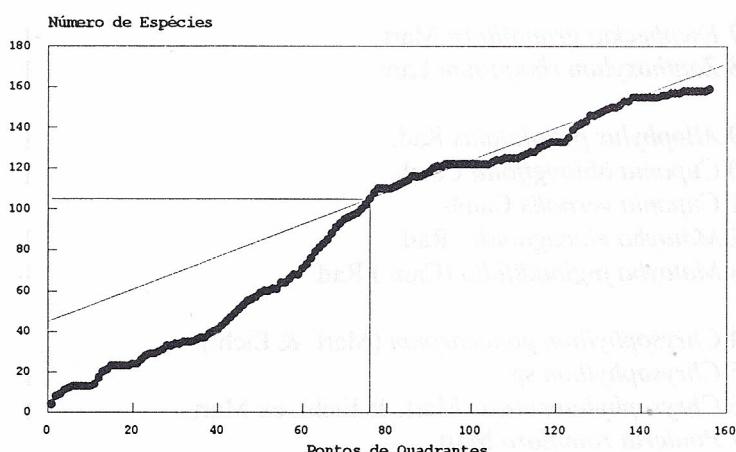
As curvas de incremento do número de espécies por pontos de quadrantes, para os indivíduos amostrados nas classes 1 e 2, são mostradas nas FIGURAS 1 e 2. Na classe 1, 78 pontos de quadrantes foram suficientes para amostrar 104

espécies (FIGURA 1). No entanto, com o aumento da amostragem em 100%, houve um acréscimo no número de espécies novas de 47,12%.

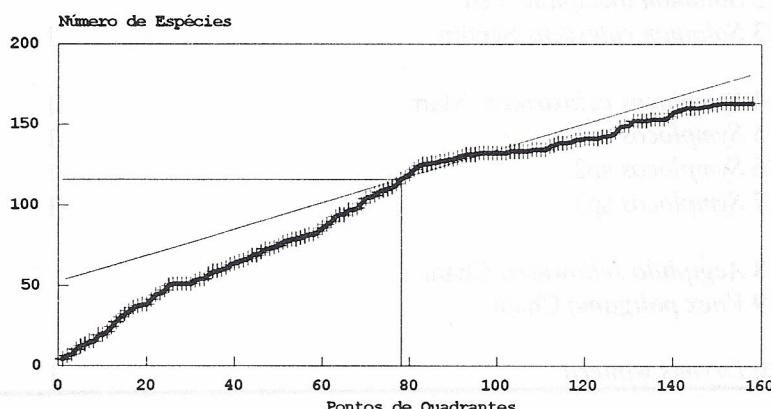
A FIGURA 2 mostra que na classe 2, 78 pontos de quadrantes amostraram 116 espécies, enquanto com o dobro da amostragem, 156 pontos, o acréscimo no número de espécies novas foi de apenas 41,38%.

Os dados apresentados não caracterizam uma suficiência de amostragem, mas mostram um acréscimo contínuo de espécies novas à medida que a amostragem é aumentada, confirmando o aspecto dinâmico da floresta secundária.

Uma vez definida a composição florística, foi possível avaliar a diversidade da comunidade.



**FIGURA 1** - Curva do número de espécies por ponto, calculada para os indivíduos da classe 1 de diâmetro ( $DAP \geq 0,10$  m) amostrados em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.



**FIGURA 2** - Curva do número de espécies por ponto, calculada para os indivíduos da classe 2 de diâmetro ( $0,05 \text{ m} \leq DAP < 0,10 \text{ m}$ ) amostrados em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

Segundo Berger-Parker (1970), muitos índices estão disponíveis para medir diversidade. Alguns dependem de observações de que o número de espécies encontrado em qualquer amostra tende a ser proporcional ao logaritmo do número de indivíduos contados, alguns são baseados na teoria da probabilidade e outros são arbitrários. Todos, no entanto, são funções do número de espécies presentes e suas abundâncias relativas.

Na TABELA 2 são apresentados os valores de diversidade calculados para cada classe diamétrica, através dos seis índices de diversidade empregados. Observa-se que apenas os valores determinados pela equação de Berger-Parker, apresentam diferenças significativas entre as duas classes diamétricas.

Na classe 1 de diâmetro obteve-se o valor de 6,71 e na classe 2 o valor obtido foi de 16,86 uma diferença de 151,2%.

Os valores dos índices calculados pelas fórmulas de Margalef, Menhinick, McIntosh, Shannon e Simpson, foram semelhantes para as duas classes de diâmetros consideradas.

Estes valores devem ter sido fortemente influenciados pela *Tibouchina pulchra*, espécie mais abundante na classe 1 de diâmetro e *Nephelea setosa*, espécie mais abundante na classe 2 de diâmetro (TABELAS 3 e 4), pois de acordo com Magurran (1988) o índice de Berger-Parker é independente da riqueza das espécies, mas está sujeito a desvios causados pela flutuação na abundância da espécie mais comum.

**TABELA 2 - Valores dos índices de diversidade calculados para os indivíduos amostrados nas duas classes diamétricas consideradas, em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.**

Índices de Diversidade	CLASSES DE DAP	
	DAP $\geq 0,10$ m	0,05 m $\leq$ DAP $\leq 0,10$ m
MARGALEF	24,2381	26,1026
MENHINICK	6,2850	6,7654
McINTOSH	0,8419	0,8929
BERGER-PARKER	6,7100	16,860
SHANNON	4,2582	4,4607
SIMPSON	0,9632	0,9796

TABELA 3 - Relação das espécies amostradas na classe 1 de diâmetro (DAP ≥ 0,10 m) em ordem decrescente de IVI, em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

ESPÉCIE	DR	DOR	FR	IVI
<i>Tibouchina pulchra</i>	14,90	12,55	8,37	35,82
<i>Morta</i>	7,21	7,89	7,79	22,90
<i>Guapira opposita</i>	2,56	6,61	2,66	11,84
<i>Rapanea umbellata</i>	3,53	3,14	3,04	9,70
<i>Nephelea steniberghii</i>	4,17	2,21	3,04	9,42
<i>Cabralea canjerana</i>	1,76	3,94	1,90	7,61
<i>Casearia silvestris</i>	2,24	1,97	2,28	6,49
<i>Hieronima alchorneoides</i>	2,40	1,40	2,28	6,08
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,80	4,26	0,95	6,01
<i>Nephelea setosa</i>	2,56	0,64	2,28	5,49
<i>Ocotea</i> sp2	0,16	3,80	0,19	4,15
<i>Eugenia</i> sp1	1,60	0,79	1,71	4,10
<i>Tapirira guianensis</i>	0,64	2,66	0,76	4,06
<i>Cordia trichotoma</i>	1,44	0,70	1,71	3,85
<i>Symplocos celastrinea</i>	1,12	1,22	1,33	3,67
<i>Eugenia verrucosa</i>	1,28	0,85	1,52	3,66
<i>Jacaranda puberula</i>	0,96	1,51	0,95	3,42
<i>Bathysa meridionalis</i>	0,80	1,61	0,95	3,36
<i>Sideroxylon gardnerianum</i>	0,80	1,73	0,76	3,29
<i>Campomanesia guaviroba</i>	0,64	1,81	0,76	3,21
<i>Chrysophyllum</i> sp	0,64	1,95	0,57	3,16
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,80	1,32	0,95	3,07
<i>Clethra scabra</i>	1,12	0,48	1,33	2,94
<i>Guatteria australis</i>	1,12	0,67	1,14	2,93
<i>Myrcia rostrata</i>	1,12	0,57	1,14	2,83
<i>Stylogyne</i> sp	0,80	0,92	0,95	2,67
<i>Prunus myrtifolia</i>	0,96	0,51	1,14	2,61
<i>Roupala brasiliensis</i>	0,64	1,17	0,76	2,58
<i>Ocotea elegans</i>	0,80	0,68	0,95	2,43
<i>Pterocarpus violaceus</i>	0,80	0,84	0,76	2,40
<i>Vantanea compacta</i>	0,64	0,90	0,76	2,30
<i>Rollinia sericea</i>	0,80	0,52	0,95	2,27
<i>Marlierea antonia</i>	0,48	1,22	0,57	2,27
<i>Ocotea pulchra</i>	0,96	0,33	0,95	2,25
<i>Mollinedia schottiana</i>	0,80	0,47	0,95	2,22
<i>Rudgea blanchetiana</i>	0,64	0,79	0,76	2,19
<i>Piptocrarpha axilaris</i>	0,80	0,41	0,95	2,17
<i>Maytenus distichophylla</i>	0,64	0,76	0,76	2,16

continua

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

continuação - TABELA 3

IVI	ESPÉCIE	ABD	AD	DR	DOR	SELEÇÃO	FR	IVI
	<i>Solanum excelsum</i>	81,0	51,0	0,96	0,41		0,76	2,13
	<i>Cyathea schanschim</i>	81,0	51,0	0,96	0,25		0,76	1,97
	<i>Alsophila leptoclada</i>	81,0	51,0	0,80	0,29		0,76	1,85
	<i>Cupania oblongifolia</i>	81,0	51,0	0,64	0,33		0,76	1,73
	<i>Eugenia sp5</i>	81,0	51,0	0,64	0,50		0,57	1,71
	<i>Heisteria silvianii</i>	81,0	51,0	0,64	0,67		0,76	1,67
	<i>Posoqueria acutifolia</i>	81,0	51,0	0,64	0,24		0,76	1,64
	<i>Rapanea ferruginea</i>	81,0	51,0	0,64	0,21		0,76	1,61
	<i>Amaioua guianensis</i>	81,0	51,0	0,48	0,75		0,38	1,61
	<i>Marlierea racemosa</i>	81,0	51,0	0,48	0,55		0,57	1,60
	<i>Coussapoa microcarpa</i>	81,0	51,0	0,16	1,22		0,19	1,57
	<i>Symplocos sp2</i>	81,0	51,0	0,48	0,52		0,57	1,57
	<i>Alsophila paleolata</i>	81,0	51,0	0,64	0,13		0,76	1,54
	<i>Myroxylon peruferum</i>	81,0	51,0	0,48	0,48		0,57	1,53
	<i>Ocotea catharinensis</i>	81,0	51,0	0,48	0,45		0,57	1,50
	<i>Cryptocaria sp3</i>	81,0	51,0	0,48	0,45		0,57	1,50
	<i>Ocotea aciphylla</i>	81,0	51,0	0,32	0,76		0,38	1,46
	<i>Solanum inaequale</i>	81,0	51,0	0,48	0,33		0,57	1,38
	<i>Pouteria sp</i>	81,0	51,0	0,48	0,33		0,57	1,38
	<i>Aniba firmula</i>	81,0	51,0	0,48	0,31		0,57	1,36
	<i>Inga sp1</i>	81,0	51,0	0,48	0,29		0,57	1,34
	<i>Parinari excelsa</i>	81,0	51,0	0,48	0,27		0,57	1,32
	<i>Myrtaceae sp12</i>	81,0	51,0	0,16	0,93		0,19	1,28
	<i>Esenbeckia glandiflora</i>	81,0	51,0	0,48	0,22		0,57	1,27
	<i>Ocotea odorifera</i>	81,0	51,0	0,48	0,21		0,57	1,27
	<i>Ingá marginata</i>	81,0	51,0	0,48	0,19		0,57	1,25
	<i>Machaerium nictitans</i>	81,0	51,0	0,16	0,88		0,19	1,23
	<i>Sorocea bomplondii</i>	81,0	51,0	0,48	0,17		0,57	1,23
	<i>Matayba juglandifolia</i>	81,0	51,0	0,48	0,17		0,57	1,23
	<i>Marlierea obscura</i>	81,0	51,0	0,48	0,17		0,57	1,22
	<i>Euterpe edulis</i>	81,0	51,0	0,48	0,15		0,57	1,20
	<i>Campomanesia sp</i>	81,0	51,0	0,32	0,48		0,38	1,18
	<i>Didymopanax sp</i>	81,0	51,0	0,32	0,46		0,38	1,17
	<i>Phylloclyx sp</i>	81,0	51,0	0,16	0,78		0,19	1,13
	<i>Myrsinaceae sp</i>	81,0	51,0	0,32	0,35		0,38	1,05
	<i>Alsophila sp</i>	81,0	51,0	0,48	0,18		0,38	1,04
	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	81,0	51,0	0,16	0,67		0,19	1,02
	<i>Ocotea sp6</i>	81,0	51,0	0,16	0,62		0,19	0,97
	<i>Eugenia sp2</i>	81,0	51,0	0,32	0,21		0,38	0,91
	<i>Myrceugenia sp1</i>	81,0	51,0	0,32	0,20		0,38	0,90

continua

continua

continuação - TABELA 3

IVI	ESPÉCIE	ACO	AG	DR	DOR	FR	IVI
	<i>Coccoloba latifolia</i>	16,0	0,0	0,32	0,18	0,38	0,89
	<i>Casearia decandra</i>	22,0	0,0	0,32	0,17	0,38	0,87
	<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	25,0	0,0	0,32	0,16	0,38	0,86
	<i>Hirtella hebeclada</i>	26,0	0,0	0,32	0,16	0,38	0,86
	<i>Psychotria</i> sp	26,0	0,0	0,32	0,16	0,38	0,86
	<i>Chrysophyllum viride</i>	26,0	0,0	0,32	0,15	0,38	0,85
	<i>Ilex amara</i>	26,0	0,0	0,32	0,14	0,38	0,84
	<i>Sapium glandulatum</i>	26,0	0,0	0,32	0,14	0,38	0,84
	<i>Weinmannia paulliniifolia</i>	26,0	0,0	0,32	0,14	0,38	0,84
	<i>Andira anthelmintica</i>	26,0	0,0	0,32	0,13	0,38	0,84
	<i>Myrtaceae</i> sp7	26,0	0,0	0,32	0,13	0,38	0,83
	<i>Alseis floribunda</i>	26,0	0,0	0,32	0,13	0,38	0,83
	<i>Sclerolobium denudatum</i>	26,0	0,0	0,32	0,12	0,38	0,82
	<i>Citronella paniculata</i>	26,0	0,0	0,32	0,11	0,38	0,81
	<i>Ocotea silvestris</i>	26,0	0,0	0,32	0,11	0,38	0,81
	<i>Protium heptaphyllum</i>	26,0	0,0	0,32	0,11	0,38	0,81
	<i>Mollinedia</i> sp1	26,0	0,0	0,32	0,09	0,38	0,79
	<i>Ocotea</i> sp5	26,0	0,0	0,16	0,44	0,19	0,79
	<i>Psychotria velloziana</i>	26,0	0,0	0,32	0,07	0,38	0,77
	<i>Rapanea</i> sp	26,0	0,0	0,32	0,07	0,38	0,77
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	26,0	0,0	0,32	0,17	0,19	0,68
	<i>Licania hoehnei</i>	26,0	0,0	0,16	0,31	0,19	0,66
	<i>Cryptocaria ashersoniana</i>	26,0	0,0	0,16	0,27	0,19	0,62
	<i>Capsicodendron dinizii</i>	26,0	0,0	0,16	0,26	0,19	0,61
	<i>Combretum</i> sp	26,0	0,0	0,16	0,18	0,19	0,53
	<i>Maytenus robusta</i>	26,0	0,0	0,16	0,18	0,19	0,53
	<i>Vitex poligama</i>	26,0	0,0	0,16	0,18	0,19	0,53
	<i>Croton macrobothrys</i>	26,0	0,0	0,16	0,16	0,19	0,51
	<i>Myrcia</i> sp2	26,0	0,0	0,16	0,16	0,19	0,51
	<i>Chrysobalanaceae</i> sp	26,0	0,0	0,16	0,14	0,19	0,49
	<i>Ocotea</i> sp10	26,0	0,0	0,16	0,14	0,19	0,49
	<i>Vernonia discolor</i>	26,0	0,0	0,16	0,13	0,19	0,48
	<i>Cryptocaria</i> sp1	26,0	0,0	0,16	0,12	0,19	0,47
	<i>Endlicheria paniculata</i>	26,0	0,0	0,16	0,12	0,19	0,47
	<i>Pourouma</i> sp	26,0	0,0	0,16	0,12	0,19	0,47
	<i>Cryptocaria</i> sp2	26,0	0,0	0,16	0,11	0,19	0,46
	<i>Myrtaceae</i> sp5	26,0	0,0	0,16	0,11	0,19	0,46
	<i>Ocotea corymbosa</i>	26,0	0,0	0,16	0,11	0,19	0,46
	<i>Alsophila nitida</i>	26,0	0,0	0,16	0,10	0,19	0,45
	<i>Inga</i> sp2	26,0	0,0	0,16	0,10	0,19	0,45

continua

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

continuação - TABELA 3

ESPÉCIE	DR	DOR	FR	IVI
<i>Myrtaceae</i> sp8	0,16	0,10	0,19	0,45
<i>Pouteria ramiflora</i>	0,16	0,10	0,19	0,45
<i>Myrciaria myrcioides</i>	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Pouteria venosa</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Myrciaria</i> sp3	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Myrtaceae</i> sp11	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Piptocarpha macropoda</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Myrtaceae</i> sp3	0,16	0,07	0,19	0,42
<i>Ocotea</i> sp1	0,16	0,07	0,19	0,42
<i>Inga sellowiana</i>	0,16	0,06	0,19	0,41
<i>Cryptocaria moschata</i>	0,16	0,06	0,19	0,41
<i>Miconia theezans</i>	0,16	0,06	0,19	0,41
<i>Eugenia</i> sp3	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Xylosma ciliatifolium</i>	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Copaifera trappezifolia</i>	0,16	0,04	0,19	0,40
<i>Ficus enormis</i>	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Symplocos</i> sp1	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Zollernia illicifolia</i>	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Cupania vernalis</i>	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Ocotea</i> sp4	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Alsophila corcovadensis</i>	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Cybianthus</i> sp2	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Didymopanax navarro</i>	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Lauraceae</i> sp3	0,16	0,04	0,19	0,39
<i>Eugenia</i> sp6	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Myrcia termivenosa</i>	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Myrtaceae</i> sp10	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Ocotea bicolor</i>	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Rubiaceae</i> sp1	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Aegiphila sellowiana</i>	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Ardisia cauliflora</i>	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Pithecelobium langsdorffii</i>	0,16	0,03	0,19	0,38
<i>Myrtaceae</i> sp9	0,16	0,03	0,19	0,38
	100,00	100,00	100,00	300,00

TABELA 4 - Relação das espécies amostradas na classe 2 de diâmetro ( $0,05 \text{ m} \leq \text{DAP} < 0,10 \text{ m}$ ) em ordem decrescente de IVI, em floresta pluvial atlântica secundária, no Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

ESPÉCIE	DR	DOR	FR	IVI
<i>Nephelea setosa</i>	5,93	6,36	4,08	16,37
<i>Tibouchina pulchra</i>	5,29	6,21	2,97	14,47
<i>Morta</i>	4,97	4,53	4,82	14,32
<i>Bathysa meridionalis</i>	4,17	6,00	3,34	13,50
<i>Casearia silvestris</i>	2,08	8,65	2,04	12,78
<i>Jacaranda puberula</i>	3,04	4,60	2,60	10,24
<i>Rudgea blanchetiana</i>	3,69	2,59	3,34	9,62
<i>Rapanea umbellata</i>	3,21	3,03	2,97	9,21
<i>Clethra scabra</i>	2,88	2,12	2,41	7,42
<i>Cyathea schanschim</i>	2,24	1,98	2,23	6,45
<i>Hieronima alchorneoides</i>	2,08	2,58	1,67	6,34
<i>Guatteria australis</i>	1,92	1,26	2,04	5,23
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1,60	1,53	1,67	4,80
<i>Marlierea obscura</i>	1,76	1,31	1,67	4,74
<i>Euterpe edulis</i>	1,60	1,14	1,86	4,59
<i>Prunus myrtifolia</i>	1,60	1,12	1,67	4,39
<i>Myrcia rostrata</i>	1,60	0,90	1,86	4,35
<i>Rollinia sericea</i>	1,28	1,49	1,48	4,26
<i>Eugenia</i> sp1	1,28	1,15	1,30	3,73
<i>Campomanesia guaviroba</i>	1,12	1,03	1,30	3,45
<i>Andira anthelmintica</i>	1,12	0,96	1,30	3,38
<i>Matayba juglandifolia</i>	0,96	1,39	0,93	3,28
<i>Guapira opposita</i>	1,12	0,69	1,30	3,11
<i>Alsophila nitida</i>	0,96	0,98	1,11	3,06
<i>Alsophila atrovirens</i>	1,12	0,73	1,11	2,97
<i>Psychotria stachiooides</i>	0,96	0,98	0,93	2,87
<i>Cupania oblongifolia</i>	0,80	0,95	0,93	2,68
<i>Miconia</i> sp	0,48	1,53	0,56	2,57
<i>Mollinedia schottiana</i>	0,80	0,68	0,93	2,41
<i>Campomanesia</i> sp	0,64	0,90	0,74	2,28
<i>Cordia trichotoma</i>	0,80	0,52	0,93	2,25
<i>Citronella paniculata</i>	0,80	0,52	0,93	2,25
<i>Sorocea bomplondii</i>	0,80	0,49	0,93	2,22
<i>Pouteria</i> sp	0,64	0,67	0,74	2,05
<i>Psychotria</i> sp	0,64	0,55	0,74	1,94
<i>Allophylus petiolulatus</i>	0,48	0,80	0,56	1,84
<i>Roupala brasiliensis</i>	0,64	0,43	0,74	1,82
<i>Inga sessilis</i>	0,64	0,41	0,74	1,79
<i>Miconia rigidiuscula</i>	0,64	0,38	0,74	1,76
<i>Cabralea canjerana</i>	0,48	0,72	0,56	1,76
<i>Ocotea brachybotra</i>	0,16	1,38	0,19	1,73
<i>Tapirira guianensis</i>	0,64	0,34	0,74	1,72

continua

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

continuação - TABELA 4

ESPÉCIE	ACD	RD	DOR	FR	IVI
<i>Eugenia</i> sp5	01,0	0,64	0,32	0,74	1,71
<i>Psychotria suterella</i>	01,0	0,48	0,64	0,56	1,68
<i>Alsophila paleolata</i>	01,0	0,48	0,54	0,56	1,58
<i>Maytenus</i> sp1	01,0	0,48	0,40	0,56	1,43
<i>Protium heptaphyllum</i>	01,0	0,48	0,37	0,56	1,41
<i>Esenbeckia glandiflora</i>	01,0	0,48	0,36	0,56	1,40
<i>Posoqueria acutifolia</i>	01,0	0,48	0,35	0,56	1,39
<i>Sclerolobium denudatum</i>	01,0	0,48	0,33	0,56	1,37
<i>Sloanea monosperma</i>	01,0	0,48	0,33	0,56	1,36
<i>Didymopanax angustissimum</i>	01,0	0,48	0,32	0,56	1,35
<i>Stylogyne</i> sp	01,0	0,48	0,29	0,56	1,33
<i>Chrysophyllum viride</i>	01,0	0,48	0,43	0,37	1,28
<i>Alsophila leptoclada</i>	01,0	0,48	0,43	0,37	1,28
<i>Rubiaceae</i> sp1	01,0	0,48	0,24	0,56	1,28
<i>Myrsinaria</i> sp1	01,0	0,48	0,24	0,56	1,28
<i>Pterocarpus violaceus</i>	01,0	0,48	0,19	0,56	1,23
<i>Mollinedia</i> sp1	01,0	0,32	0,47	0,37	1,16
<i>Clusia parviflora</i>	01,0	0,48	0,24	0,37	1,09
<i>Psidium catileianum</i>	01,0	0,32	0,36	0,37	1,05
<i>Nephelea stenibergii</i>	01,0	0,32	0,34	0,37	1,03
<i>Symplocos</i> sp3	01,0	0,32	0,34	0,37	1,03
<i>Eugenia verrucosa</i>	01,0	0,32	0,32	0,37	1,02
<i>Ocotea glaziovii</i>	01,0	0,32	0,32	0,37	1,01
<i>Ficus enormis</i>	01,0	0,32	0,32	0,37	1,01
<i>Weinmannia paulliniifolia</i>	01,0	0,32	0,32	0,37	1,01
<i>Cryptocaria</i> sp1	01,0	0,16	0,64	0,19	0,99
<i>Leandra</i> sp	01,0	0,32	0,29	0,37	0,99
<i>Casearia decandra</i>	01,0	0,32	0,29	0,37	0,98
<i>Cybianthus</i> sp2	01,0	0,32	0,29	0,37	0,98
<i>Myrcia</i> sp1	01,0	0,32	0,29	0,37	0,98
<i>Platymiscium floribundum</i>	01,0	0,32	0,29	0,37	0,98
<i>Eugenia</i> sp6	01,0	0,32	0,28	0,37	0,98
<i>Casearia</i> sp	01,0	0,32	0,28	0,37	0,97
<i>Myrcia</i> sp2	01,0	0,32	0,26	0,37	0,95
<i>Gomidesia</i> sp	01,0	0,16	0,60	0,19	0,95
<i>Maytenus distichophylla</i>	01,0	0,32	0,24	0,37	0,93
<i>Alchornea triplinervia</i>	01,0	0,32	0,24	0,37	0,93
<i>Byrsonima lygustrifolia</i>	01,0	0,32	0,23	0,37	0,92
<i>Matayba eleagnoides</i>	01,0	0,32	0,22	0,37	0,91
<i>Symplocos</i> sp1	01,0	0,32	0,21	0,37	0,90
<i>Ocotea dispersa</i>	01,0	0,32	0,19	0,37	0,88
<i>Didymopanax</i> sp	01,0	0,32	0,19	0,37	0,88
<i>Calycorectes australis</i>	01,0	0,32	0,16	0,37	0,86
<i>Psychotria nuda</i>	01,0	0,32	0,16	0,37	0,86

continua

continuação - TABELA 4

ESPÉCIE	DR	DOR	FR	IVI
<i>Myrciaria sp2</i>	0,32	0,16	0,37	0,85
<i>Solanum rufescens</i>	0,32	0,16	0,37	0,85
<i>Alseis floribunda</i>	0,32	0,15	0,37	0,84
<i>Senna multijuga</i>	0,32	0,15	0,37	0,84
<i>Cedrela fissilis</i>	0,32	0,15	0,37	0,84
<i>Myrcia tenuivenosa</i>	0,32	0,15	0,37	0,84
<i>Rubiaceae sp2</i>	0,32	0,29	0,19	0,80
<i>Coccoloba latifolia</i>	0,16	0,37	0,19	0,72
<i>Mollinedia sp2</i>	0,16	0,29	0,19	0,64
<i>Vernonia puberula</i>	0,16	0,22	0,19	0,57
<i>Chrysophyllum sp</i>	0,16	0,20	0,19	0,55
<i>Piptocarpha axillaris</i>	0,16	0,20	0,19	0,55
<i>Ilex amara</i>	0,16	0,19	0,19	0,54
<i>Ilex sp2</i>	0,16	0,18	0,19	0,53
<i>Ardisia cauliflora</i>	0,16	0,18	0,19	0,53
<i>Cybiantus sp1</i>	0,16	0,18	0,19	0,53
<i>Myrcia sp3</i>	0,16	0,18	0,19	0,53
<i>Symplocos celastrine</i>	0,16	0,18	0,19	0,53
<i>Amaioua guianensis</i>	0,16	0,16	0,19	0,51
<i>Ocotea silvestris</i>	0,16	0,16	0,19	0,51
<i>Quiina glaziovii</i>	0,16	0,16	0,19	0,51
<i>Rollinea sylvatica</i>	0,16	0,16	0,19	0,51
<i>Inga marginata</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Inga sellowiana</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Maytenus robusta</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Myrtaceae sp4</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Rapanea ferruginea</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Calyptranthes lucida</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Clusia sp</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Eugenia beaurepaireana</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Heisteria silvianii</i>	0,16	0,14	0,19	0,49
<i>Drymis winterii</i>	0,16	0,13	0,19	0,47
<i>Myrtaceae sp2</i>	0,16	0,13	0,19	0,47
<i>Ocotea silvestris</i>	0,16	0,13	0,19	0,47
<i>Olacaceae sp</i>	0,16	0,13	0,19	0,47
<i>Symplocos sp2</i>	0,16	0,13	0,19	0,47
<i>Psychotria velloziana</i>	0,16	0,11	0,19	0,45
<i>Cordia sp</i>	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Ficus sp</i>	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Lauraceae sp2</i>	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Myrciaria myrcioides</i>	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Myrtaceae sp1</i>	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Myrtaceae sp6</i>	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Ocotea pulchra</i>	0,16	0,09	0,19	0,44

continua

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

continuação - TABELA 4

ESPÉCIE	DR	DOR	FR	IVI
<i>Ocotea</i> sp3	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Ocotea</i> sp9	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Sapium glandulatum</i>	0,16	0,09	0,19	0,44
<i>Cryptocaria</i> sp2	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Dalbergia frutescens</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Xylopia langsdorffiana</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Leandra mosenii</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Myroxylon peruferum</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Ocotea</i> sp7	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Ocotea kuhlmannii</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Ruprechtia</i> sp	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Zollernia illicifolia</i>	0,16	0,08	0,19	0,43
<i>Byrsinima</i> sp1	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Coussapoa microcarpa</i>	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Gomidesia fenzliana</i>	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Marlierea racemosa</i>	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Ocotea catharinensis</i>	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Ocotea</i> sp8	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Piptocarpha macropoda</i>	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Terminalia triflora</i>	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Vantanea compacta</i>	0,16	0,07	0,19	0,41
<i>Actinostemon</i> sp	0,16	0,06	0,19	0,41
<i>Ardisia handroi</i>	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Combretum</i> sp	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Eugenia</i> sp4	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Ilex</i> sp1	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Lauraceae</i> sp1	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Miconia cabucu</i>	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Myrceugenia</i> sp4	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Myrtaceae</i> sp4	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Ocotea</i> sp1	0,16	0,05	0,19	0,40
<i>Pouteria venosa</i>	0,16	0,05	0,19	0,40
	100,00	100,00	100,00	300,00

Um problema associado com medidas de diversidade é o tamanho da amostra a ser adotado. Magurran (1988) salienta que é essencial que um mesmo tamanho de amostra seja usado em todos os locais sob investigação, para que se obtenham resultados comparáveis entre si. Para a definição do tamanho da amostra a autora sugere a elaboração de uma curva de diversidade, à semelhança da curva espécie-área.

Neste trabalho, como foi empregado o método de quadrantes para a amostragem da vegetação,

a curva de diversidade deveria ser elaborada com relação aos pontos de quadrantes. No entanto, dado o reduzido número de árvores amostradas em cada ponto de quadrante, 4 indivíduos por ponto, a determinação dos índices de diversidade por ponto não apresentou resultados satisfatórios. Desta forma, o cálculo dos índices de diversidade por grupos de pontos foi o caminho encontrado para definir o tamanho de amostra, ou seja, qual o número de pontos de quadrantes necessários para calcular a diversidade da comunidade.

Os valores médios de diversidade calculados para diferentes tamanhos de amostras ou grupo de pontos de quadrantes, são mostrados nas TABELAS 5 e 6, para as classes 1 e 2 de diâmetro, respectivamente.

Os resultados apresentados na TABELA 5 mostram que o índice de Margalef foi o que apresentou maior coeficiente de variação ( $CV = 31,82$ ), entre os valores de diversidade calculados para os diferentes tamanhos de grupos, passando de 3,6 quando calculado com grupos de 4 pontos de quadrantes cada, para 8,9 quando foram empregados grupos com 20 pontos de quadrante cada. O segundo lugar foi ocupado pelo índice de Berger-Parker ( $CV = 17,26$ ), seguido pelo índice

de Menhinick ( $CV = 17,01$ ) e pelo índice de Shannon ( $CV = 14,03$ ). As menores variações foram detectadas para os índices de Simpson ( $CV = 4,43$ ) e McIntosh ( $CV = 3,05$ ).

Na classe 2 de diâmetro, como mostrado na TABELA 6, foi também o índice de Margalef que apresentou a maior variação ( $CV = 30,93$ ), entre os valores de diversidade, seguido pelo índice de Menhinick ( $CV = 17,23$ ) e o índice de Shannon ( $CV = 13,86$ ). O índice de Berger-Parker apresentou um coeficiente de variação ( $CV = 14,16$ ) bem inferior ao da classe 1 de diâmetro ( $CV = 17,26$ ). Os índices de Simpson e McIntosh foram os que apresentaram os menores coeficientes de variação, ou seja,  $CV = 2,86$  e  $CV = 1,78$ , respectivamente.

TABELA 5 - Valores médios de diversidade calculados para diferentes tamanhos de grupos, considerando os indivíduos com  $DAP \geq 0,10$  m, em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

Índices de Diversidade	QUANTIDADE DE PONTOS POR GRUPO					CV
	4	8	12	16	20	
MARGALEF	3,6530	5,3759	6,3759	7,6566	8,9326	31,82
MENHINICK	2,7820	3,4704	3,8638	3,9079	4,4841	17,01
McINTOSH	0,8314	0,8264	0,8234	0,7756	0,8387	3,05
BERGER-PARKER	5,1882	7,1210	7,7677	7,6214	8,5048	17,26
SHANNON	2,1943	2,6588	2,9069	2,8907	3,2518	14,03
SIMPSON	0,8347	0,8709	0,8952	0,8411	0,9280	4,43

TABELA 6 - Valores médios de diversidade calculados para diferentes tamanhos de amostras (grupos com diferentes números de pontos de quadrantes) para os indivíduos com  $DAP \geq 0,05$  m e  $DAP < 0,10$  m, em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP..

Índices de Diversidade	QUANTIDADE DE PONTOS POR GRUPO					CV
	4	8	12	16	20	
MARGALEF	3,9212	5,9464	7,2962	8,2219	9,5515	30,93
MENHINICK	2,9814	3,8317	4,2345	4,4470	4,8110	17,23
McINTOSH	0,8824	0,8814	0,8701	0,8453	0,8791	1,78
BERGER-PARKER	6,0154	7,1850	7,4059	8,2454	8,7975	14,16
SHANNON	2,3297	2,8592	3,0920	3,1580	3,4248	13,86
SIMPSON	0,8782	0,9175	0,9278	0,9099	0,9501	2,86

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

Os valores médios obtidos para cada índice de diversidade e para cada grupo de pontos de quadrantes, foram plotados em gráficos, produzindo assim a curva de diversidade conforme mostrado nas FIGURAS 3 e 4, para as classes 1 e 2, respectivamente. Analisando as curvas apresentadas nestas figuras, pode-se inferir que os índices de Margalef e Berger-Parker são mais sensíveis à variação no tamanho da amostra que os demais índices,

apresentando curvas inclinadas ascendentes. Já as curvas apresentadas pelos índices de McIntosh e Simpson, são aproximadamente paralelas ao eixo horizontal, mostrando não serem estes índices sensíveis à variação no tamanho da amostra.

Os índices de Shannon e Menhinick apresentaram sensibilidade à variação no tamanho da amostra, porém esta sensibilidade foi inferior à dos índices de Margalef e Berger-Parker.

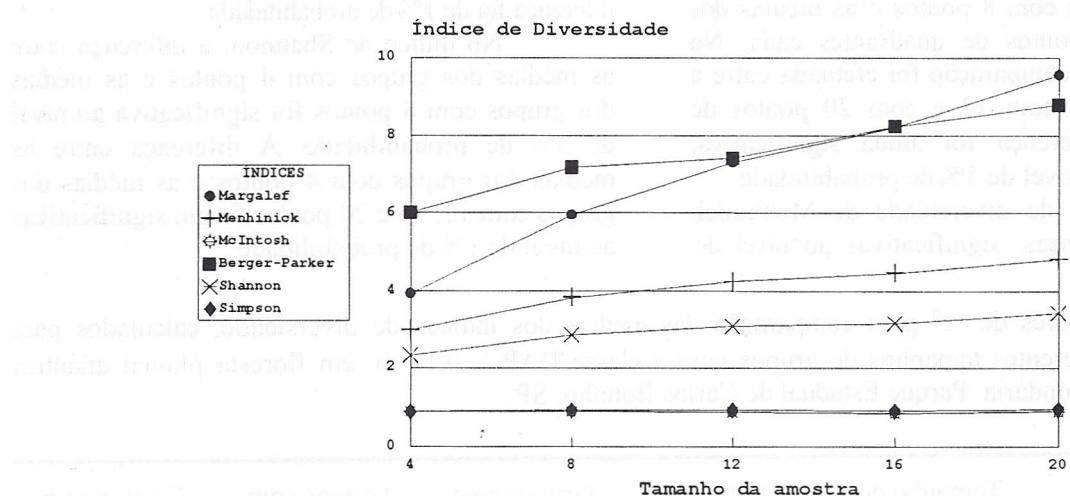


FIGURA 3 - Relação entre o tamanho da amostra (grupos com diferentes números de pontos de quadrantes) e os índices de diversidade, calculados para os indivíduos da classe 1 de diâmetro (DAP  $\geq 0,10$  m), em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

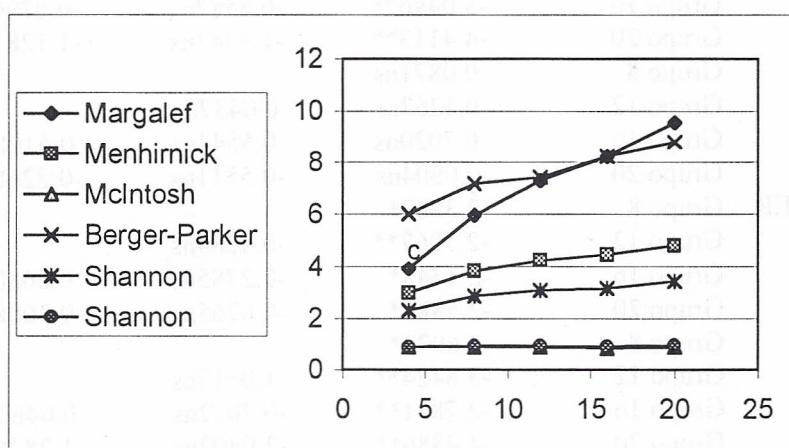


FIGURA 4 - Relação entre o tamanho da amostra (grupos com diferentes números de pontos de quadrantes) e o índices de diversidade, calculados para os indivíduos da classe 2 de diâmetro ( $0,05 \leq \text{DAP} \leq 0,10$  m), amostrados em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

A comparação das médias através do teste "t" de Student, mostrou que para os indivíduos da classe 1 de diâmetro (TABELA 7) os índices de diversidade de McIntosh e Simpson não foram sensíveis à variação do tamanho da amostra. O índice de diversidade de Margalef apresentou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre as médias dos grupos com 4 pontos de quadrantes e as médias dos grupos com 8, 12, 16 e 20 pontos. O mesmo aconteceu com as médias dos grupos com 8 pontos e as médias dos grupos com 20 pontos de quadrantes cada. No entanto, quando a comparação foi efetuada entre a média dos grupos com 12 e com 20 pontos de quadrantes, a diferença foi ainda significativa, porém, apenas ao nível de 5% de probabilidade.

O índice de diversidade de Menhinick apresentou diferenças significativas ao nível de

1% de probabilidade, entre os grupos com 4 pontos de quadrantes e as médias dos grupos com 12, 16 e 20 pontos de quadrantes; entre as médias dos grupos com 4 pontos e 8 pontos, a diferença foi significativa apenas ao nível de 5% de probabilidade. Para o índice de Berger-Parker as diferenças entre os grupos com 4 pontos de quadrantes e as médias dos grupos com 8, 16 e 20 pontos foram significativas ao nível de 5% de probabilidade enquanto com a média do grupo com 12 pontos esta diferença foi de 1% de probabilidade.

No índice de Shannon, a diferença entre as médias dos grupos com 4 pontos e as médias dos grupos com 8 pontos foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. A diferença entre as médias dos grupos com 4 pontos e as médias dos grupos com 12, 16 e 20 pontos foram significativas ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 7 - Valores de "t" para comparação das médias dos índices de diversidade, calculados para diferentes tamanhos de grupos para a classe DAP  $\geq 0,10$  m, em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

Índices de Diversidade	Tamanho dos Grupos	Grupos com 4 pontos	Grupos com 8 pontos	Grupos com 12 pontos	Grupos com 16 pontos
MARGALEF	Grupo 8	-4.3251**			
	Grupo 12	-6.7436**	-1.9606ns		
	Grupo 16	-5.7465**	-2.0504ns	-0.5719ns	
	Grupo 20	-8.2514**	-3.7746**	-2.7746*	-1.0983ns
MENHINICK	Grupo 8	-2.6445*			
	Grupo 12	-3.7869**	-1.0192ns		
	Grupo 16	-3.0496**	-0.8587ns	-0.0790ns	
	Grupo 20	-4.4113**	-1.9343ns	-1.1281ns	-0.7547ns
McINTOSH	Grupo 8	0.0871ns			
	Grupo 12	0.1267ns	0.0437ns		
	Grupo 16	0.7020ns	0.5544ns	0.5108ns	
	Grupo 20	-0.0904ns	-0.5511ns	-0.2268ns	-0.5579ns
BERGER-PARKER	Grupo 8	-2.3982*			
	Grupo 12	-2.7067**	-0.4284ns		
	Grupo 16	-2.1343*	-0.2785ns	0.0680ns	
	Grupo 20	-2.5888*	-0.6765ns	-0.3008ns	-0.3002ns
SHANNON	Grupo 8	-2.6974*			
	Grupo 12	-3.8424**	-1.0617ns		
	Grupo 16	-2.7841**	-0.7022ns	0.0460ns	
	Grupo 20	-4.4886**	-2.0402ns	-1.2828ns	-0.8010ns
SIMPSON	Grupo 8	-0.6963ns			
	Grupo 12	-1.1107ns	-0.4288ns		
	Grupo 16	-0.0847ns	0.3218ns	0.6030ns	
	Grupo 20	-1.3213ns	-0.7952ns	-0.7187ns	-0.7578ns

Em relação aos indivíduos da classe 2 de diâmetro (TABELA 8), os resultados obtidos pela comparação das médias através do teste "t" mostraram que os índices de diversidade de McIntosh e Berger-Parker não apresentaram diferenças significativas entre as médias da diversidade calculada para os diferentes tamanhos de grupos. Para o índice de Margalef, apenas as médias dos grupos com 12 pontos versus grupos com 16 pontos e média dos grupos com 16 pontos e grupos com 20 pontos não apresentaram diferenças significativas. Para o índice de diversidade de Menhinick e Shannon, as médias dos grupos com 4 pontos apresentaram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade com as médias dos grupos com 8, 12, 16 e 20 pontos de quadrantes. O grupo com 8 pontos apresentou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade apenas com as médias dos grupos com 20 pontos de quadrantes.

**TABELA 8** - Valores de "t" para comparação das médias dos índices de diversidade, calculados para diferentes tamanhos de grupos para a classe de DAP  $\geq 0,05$  m e DAP  $< 0,10$  m, amostrados em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.

Índices de Diversidade	Tamanho dos Grupos	Grupos com 4 pontos	Grupos com 8 pontos	Grupos com 12 pontos	Grupos com 16 pontos
<b>MARGALEF</b>	Grupo 8	-7.5510**			
	Grupo 12	-9.9675**	-2.9527**		
	Grupo 16	-8.7472**	3.3252**	-1.0785ns	
	Grupo 20	-12.8655**	-6.1153**	-2.9685**	-1.1559ns
<b>MENHINICK</b>	Grupo 8	-4.8324**			
	Grupo 12	-5.8885**	-1.5149ns		
	Grupo 16	-5.3187**	-1.7151ns	-0.4863ns	
	Grupo 20	-6.8001**	-2.9868**	-1.4402ns	-0.6438ns
<b>McINTOSH</b>	Grupo 8	0.0323ns			
	Grupo 12	0.3694ns	0.3163ns		
	Grupo 16	0.8831ns	0.7440ns	0.4589ns	
	Grupo 20	-0.0794ns	0.0575ns	-0.2292ns	-0.5357ns
<b>BERGER-PARKER</b>	Grupo 8	-1.3068ns			
	Grupo 12	-1.3526ns	-0.1977ns		
	Grupo 16	-1.8368ns	-0.7819ns	-0.5592ns	
	Grupo 20	-2.0236ns	-1.0922ns	-0.8696ns	-0.2727ns
<b>SHANNON</b>	Grupo 8	-5.6861**			
	Grupo 12	-6.9307**	-1.7548ns		
	Grupo 16	-5.4449**	-1.5200ns	-0.2811ns	
	Grupo 20	-8.3221**	-3.8140**	-0.2811ns	-0.9239ns
<b>SIMPSON</b>	Grupo 8	-2.1195*			
	Grupo 12	-2.3846*	-0.4588ns		
	Grupo 16	-1.0690ns	0.2101ns	0.4385ns	
	Grupo 20	-2.8019**	-1.2922ns	-0.9686ns	-0.7900ns

O índice de diversidade de Simpson, as médias dos grupos com 4 pontos de quadrantes diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade das médias dos grupos com 8 e 12 pontos. No entanto com as médias dos grupos com 20 pontos a diferença foi ao nível de 1% de probabilidade.

Com exceção dos índices de Margalef e McIntosh que apresentaram resultados semelhantes para as duas classes de diâmetro, houve um comportamento diferente para os demais índices.

O índice de Menhinick na classe 1 de diâmetro (TABELA 7) apresentou diferenças significativas apenas para as médias dos grupos com 4 pontos de quadrantes, com as médias dos grupos com 8, 12, 16 e 20 pontos de quadrantes. Na classe 2 de diâmetro (TABELA 8), também as médias dos grupos com 8 pontos de quadrantes diferiram significativamente ao nível de 1% de probabilidade das médias dos grupos com 20 pontos de quadrantes.

O índice de Shannon, além das diferenças detectadas na classe 1 de diâmetro (TABELA 7), mostrou diferenças entre as médias dos grupos com 8 pontos de quadrantes e as médias dos grupos com 20 pontos de quadrantes, significativos ao nível de 1% de probabilidade. Para o índice de diversidade de Simpson não foram detectadas diferenças significativas entre as médias na classe 1 de diâmetro (TABELA 7). No entanto na classe 2 de diâmetro (TABELA 8), observou-se diferenças significativas entre as médias dos grupos com 4 pontos de quadrantes e as médias dos grupos com 8, 12 e 20 pontos de quadrantes.

Estas diferenças estão provavelmente relacionadas com a composição florística de cada uma das classes diamétricas consideradas no levantamento.

A classe 2 de diâmetro, amostrou indivíduos com DAP entre 0,05 m e 0,10 m. A maioria dos espécimens amostrados nesta classe de diâmetro pertence aos estratos inferior e intermediário da floresta, onde além de espécies pioneiros como a *Tibouchina pulchra*, fazem parte da composição florística, espécies secundárias iniciais como *Casearia silvestris* e *Rapanea umbellata* e espécies secundárias tardias como *Jacaranda puberula* e *Ocotea* sp, dentre outras.

Na classe 1 de diâmetro onde foram amostrados indivíduos com DAP igual ou superior a 0,10 m, a maioria das espécies faz parte do estrato superior da floresta, que apresenta como espécie dominante a *Tibouchina pulchra*, espécie pioneira característica da região. Esta espécie ocupa o primeiro lugar na classificação em ordem decrescente de IVI, na classe 1 de diâmetro e o segundo lugar na classe 2.

#### 4 CONCLUSÕES

Dos seis índices de diversidade empregados, Margalef, Menhinick, McIntosh, Berger-Parker, Shannon e Simpson, o índice de Berger-Parker foi o que apresentou maior diferença entre os valores de diversidade determinados para os indivíduos amostrados na classe 1 de diâmetro ( $DAP \geq 0,10\text{ m}$ ) e na classe 2 de diâmetro ( $0,05\text{ m} \leq DAP < 0,10\text{ m}$ ).

Através do teste "t" de Student não pareado, foi possível determinar para cada índice de diversidade o número mínimo de pontos de quadrantes necessários para caracterizar a diversidade em nível de espécie.

A definição da sensibilidade dos índices de diversidade à variação no tamanho da amostra, pela metodologia empregada, foi importante para definir: a) o índice de Margalef como o mais sensível à variação no tamanho da amostra; b) os índices de Simpson e McIntosh, como os menos sensíveis a esta característica; c) que os índices de Shannon e Menhinick apresentam sensibilidade à variação no tamanho da amostra; d) há necessidade do emprego de um mesmo tamanho de amostra, para que se obtenham valores comparáveis de diversidade, e e) que, diante dos resultados obtidos no presente trabalho, os índices de Simpson e McIntosh são os mais indicados para determinar a diversidade de espécies arbóreas, quando se pretende comparar resultados provenientes de diferentes locais.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMESTO, J.J.; MITCHELL, J.D.; VILLAGRAN, C. A comparison of Spatial Patterns of trees in some tropical and temperate forests. *Biotropica*, v.18, p.1-11, 1986.
- BERGER, W.H.; PARKER, F.L. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, v.168, p.345-347, 1970.
- BROWER, J.E.; ZAR, J.H. Species diversity. In: *Field and laboratory manual of general ecology*. W.C.B. Company Publishers, 1977. p.136-142.
- CONNELL, J.H. Diversity in Tropical Rain Forests and coral reefs. *Science*, v.199, p.1302-1310, 1978.
- COX, G.W. Measurement of species diversity. In: *LABORATORY manual of general ecology*. Dubuque: W.C.B. Company Publishers, 1976. p.162-164.
- DIAMOND, J. Factors controlling species diversity: overview and synthesis. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v.75, n.1, p.553-555, 1988.
- DIAS, A.C. et al. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica Secundária, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. *Rev. Inst. Flor.*, v.7, p.93-119, 1995.
- FLENLEY, J. Present vegetation and its biogeographical problems. In: *The Equatorial Rain Forest: a geological history*. Boston: Butterworths, 1979. p.1-14.

DIAS, A. C.; CUSTODIO FILHO, A. & FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo em floresta pluvial atlântica secundária, São Paulo, Brasil.

- HAFFER, J. General aspects of the refuge theory. In: PRANCE, G.T. **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. p.6-24.
- HUBBELL, S.P. Tree dispersion, abundance and diversity in a Tropical Dry Forest. **Science**, v.203, p.1299-1309, 1979.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. **The American Naturalist**, v.104, p.501-528, 1970.
- KEMPTON, R.A. The structure of species abundance and measurement of diversity. **Biometrics**, v.35, p.307-322, 1979.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Croom-Heim Ltd., 1988. 176p.
- MARTINEZ-RAMOS, M. 1985. Claros, ciclos vitales de los arbores tropicales y regeneracion natural de las selvas altas perenifolias. In: GOMES-POMPA, A; AMO R., S. del (Ed.) **Investigaciones sobre primeira regeneration de selvas altas en Vera Cruz, Mexico**. Ed. Alhambra Mexicana SA de CV, 1985. v.II, p.191-239.
- MAY, R.M. Patterns of species abundance and diversity. In: CODY, M.L.; DIAMOND, J.M. (Ed.) **Ecology and evolution of communities**. Cambridge: Harvard University Press, 1975. p.81-120.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1983. 431p.
- PEET, R.K. The measurement of species diversity. **Ann. Rev. Ecol. System.**, v.5, p.285 -307, 1974.
- PEILOU, E.C. **Ecological diversity**. New York: Wiley & Sons, 1975. 156p.
- POULSON, T.L. & PLATTI, W.J. Gap regimes influence canopy tree diversity. **Ecology**, v.70, n.3, p.553-555, 1989.
- REIS, A. et al. Aspectos sobre a conservação da biodiversidade e manejo da Floresta Tropical Atlântica. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais**. São Paulo: Unipress, 1992. pt.1, p.169-173.
- RUNKLE, J.R. Synchrony of regeneration, gaps, and latitudinal differences in tree species diversity. **Ecology**, v.70, n.3, p.546-547, 1989.
- SHOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**. London: Chapman and Hall, 1978.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill Book Company Inc., 1960. 481p.
- WHITMORE, T.C. Secondary succession from seed in Tropical Rain Forest. **Forestry Abstracts**, v.4, n.12, p.767-779, 1983.
- WHITTAKER, R.H. Dominance and diversity in land plant communities. **Science**, v.147, p.250-260, 1965.



# VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE AROEIRA (*Myracrodroon urundeuva* Fr. All.) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO

## I - ASPECTOS SILVICULTURAIS<sup>1</sup>

Simone Aparecida de OLIVEIRA<sup>2</sup>  
Mario Luiz Teixeira de MORAES<sup>3</sup>  
César Mitsuyoshi KURAMOTO<sup>4</sup>  
Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA<sup>5</sup>  
Paulo Yosio KAGEYAMA<sup>6</sup>

### ABSTRACT

The genetic variability of a natural population of *Myracrodroon urundeuva* (aroeira), from the Ecological Station of the Forest Institute in Paulo de Faria - SP, was analyzed in order to genetic conservation in different plantation systems. Two tests of aroeira progeny were established (*Guazuma ulmifolia* and *Anandenanthera falcata* associate to aroeira - EXP 1 and homogeneous - EXP 2), in March of 1997, in Selvíria - MS. A randomized completely blocks design, from 30 treatments (family) and 3 replications, and 10 tree-row plots, in both experiments. The silvicultural traits appraised and their heritabilities at the mean level, at 2 years of age, for the experiments 1 and 2 were, respectively: total height - H (0.36 and 0.00), mean crown diameter - DMC (0.42 and 0.18), stem form - FF (0.50 and 0.00), number of branches in relation to main stem - NR (0.16 and 0.44) and stem diameter with bark at the 30 cm from the soil - DF (0.33 and 0.00). In the entire analysis, no significant differences between experiments (except for the traits DMC, DF and NR) and in the interaction progeny x experiment. The used aroeira population showed genetic variability for the majority of the studied traits and the associated cultivation condition was the most promising for the aroeira plantation.

Key words: *Myracrodroon urundeuva*; aroeira; genetic variability; plantation system; progeny test.

### RESUMO

A variabilidade genética de uma população natural de *Myracrodroon urundeuva* (aroeira), proveniente da Estação Ecológica do Instituto Florestal de Paulo de Faria - SP, foi avaliada para fins de conservação genética em diferentes sistemas de plantio. Para tanto, foram instalados dois testes de progêniis de aroeira (consorciado com *Guazuma ulmifolia* e *Anandenanthera falcata* - EXP 1 e homogêneo - EXP 2), em março de 1997, em Selvíria - MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 30 tratamentos (progêniis) e 3 repetições, tanto no experimento consorciado como no homogêneo. Os caracteres silviculturais avaliados e suas herdabilidades em nível de média, aos 2 anos de idade, para os experimentos 1 e 2 foram, respectivamente: altura total - H (0,36 e 0,00), diâmetro médio da copa - DMC (0,42 e 0,18), forma do fuste - FF (0,50 e 0,00), número de ramificações em relação ao fuste principal - NR (0,16 e 0,44) e diâmetro do fuste com casca à altura de 30 cm do solo - DF (0,33 e 0,00). Na análise conjunta, não houve diferença significativa entre experimentos (exceto para os caracteres de DMC, DF e NR) e na interação progênie x experimento. A população de aroeira utilizada apresentou variabilidade genética para a maioria dos caracteres estudados e a condição de cultivo consorciado foi a mais promissora para o plantio de aroeira.

Palavras-chave: *Myracrodroon urundeuva*; aroeira; variabilidade genética; sistema de plantio; teste de progêniis.

### 1 INTRODUÇÃO

A aroeira (*Myracrodroon urundeuva* Fr. All. - Anacardiaceae) é uma espécie de alto valor econômico, sendo encontrada em quase todo o Brasil.

Mas, a exploração desordenada tem provocado sua extinção, ano após ano. Assim, estudos de conservação genética *in situ* ou *ex situ*, associados a práticas de manejo são interessantes para a sobrevivência dessa espécie.

(1) Aceito para publicação em novembro de 2000.

(2) Pós-graduanda em Agronomia da FEIS/UNESP, Av. Brasil Centro, 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: simoneap@agr.feis.unesp.br (Bolsista IC/FAPESP)

(3) FEIS/UNESP, Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural, Av. Brasil Centro, 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil.

(4) Pós-graduando em Agronomia da FEIS/UNESP, Av. Brasil Centro, 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil.

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

(6) ESALQ/USP, Departamento de Ciências Florestais, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

Segundo Nogueira (1977) a aroeira é uma árvore grande, longevo, chegando a ser de primeira magnitude na mata. Aparece tanto nos cerradões como nas matas de boa qualidade. Em formações florestais a espécie parece estar associada a *Piptadenia* spp., *Chorisia speciosa*, *Tabebuia impetiginosa* e *Hymenaea strobocarpa*. Em florestas secundárias, ela pode ocorrer em "stands" quase puros, com plantas de diferentes idades (FAO, 1986).

Esta espécie é utilizada em sistemas agroflorestais, deixando-a regenerar em pastagens para fornecer sombra ao gado, na produção de madeira serrada e roliça, na produção de energia (carvão e lenha), resina, e também como forrageira e para reflorestamento ambiental (Lacerda & Kageyama, 1997).

Em relação ao hábito de crescimento, a aroeira apresenta geralmente forma péssima em plantio, com fuste curto, crescimento simpodial, não formando fuste principal, e com muitas ramificações mesmo sob espaçamento apertado. A pleno sol, é encontrada em pastagens, geralmente se bifurca a cerca de 2-3 cm do solo, não adquirindo forma vertical e tornando-se muito esgalhada (Carvalho, 1994; Nogueira, 1977).

Em 1979, o Instituto Florestal, dentro do seu Programa de Melhoramento Genético, passou a dar especial atenção à Conservação de Recursos Genéticos de Essências Nativas, em virtude de seu acelerado desaparecimento. Entre estas espécies em vias de extinção estava a aroeira - *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl., que vem sendo preservada por meio de testes de progênies e procedências (Nogueira et al., 1986).

A aplicação dos conceitos genéticos em espécies florestais nativas, segundo Kageyama & Dias (1982), pode ser feita tanto para o manejo das florestas naturais como para a sua conservação genética, assim como para programas de melhoramento genético, dependendo do estágio da silvicultura dessas espécies.

Os estudos fenotípicos e genotípicos entre e dentro de populações, para diferentes caracteres, são as formas mais apropriadas para se determinar a estrutura genética de uma determinada espécie, desde que as sementes colhidas de indivíduos e/ou populações representativas sejam testadas em condições de laboratório, viveiro ou campo, com o controle dos efeitos ambientais por meio de delineamentos experimentais adequados, como são os casos dos ensaios de progênies ou procedências (Kageyama & Dias, 1982).

Com a necessidade do emprego de uma alta intensidade de seleção em curto prazo em espécies florestais, a estimativa de parâmetros genéticos surgiu como uma ferramenta muito importante para a caracterização de populações, necessárias ao estabelecimento de estratégias de melhoramento (Pires, 1984).

O presente trabalho tem como objetivo estimar a variabilidade genética de uma população natural de *Myracrodruon urundeuva* (aoeira), para os principais caracteres silviculturais, além de fornecer informações para o manejo e implantação, dessa espécie, em diferentes sistemas de plantio.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois testes de progênies. O primeiro formado por aroeira em consociação com mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e angico-do-campo (*Anadenanthera falcata* Benth. Spieg.) sendo que, estas espécies foram plantadas juntamente com as mudas de aroeira as quais, se desenvolveram mais rapidamente sombreando as plantas de aroeira. Este experimento foi denominado "plantio heterogêneo" (EXP 1). O segundo teste foi instalado a pleno sol, sendo chamado "plantio homogêneo" (EXP 2). As mudas de aroeira, nos dois experimentos, foram plantadas com cerca de 20 cm de altura, e as espécies de angico-do-campo e mutambo com cerca de 30 cm de altura.

Os experimentos foram conduzidos em condições de campo na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, município de Selvíria - MS, com coordenadas geográficas aproximadas de: Latitude 22°22'S, Longitude 51°22'W e 335 metros de altitude, em março de 1997. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, álico e textura argilosa (Demattê, 1980).

As sementes de aroeira utilizadas neste trabalho foram obtidas a partir de 30 árvores de polinização livre, localizadas na Estação Ecológica do Instituto Florestal em Paulo de Faria - SP, sendo colhidas em setembro de 1996. As de mutambo e angico-do-campo foram coletadas na região de Ilha Solteira - SP. As mudas das espécies florestais que fazem parte do experimento foram produzidas em tubetes no Viveiro da Companhia Energética de São Paulo - CESP em Ilha Solteira - SP.

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo.  
I - Aspectos silviculturais.

A Estação Ecológica Paulo de Faria localiza-se na região norte do Estado de São Paulo, à margem do rio Grande (Represa de Água Vermelha) divisa com o Estado de Minas Gerais, região do Triângulo Mineiro, pertencente ao município de Paulo de Faria. A área que corresponde à Estação Ecológica é de 435,73 ha, entre as coordenadas 19°55' a 19°58' de latitude S e 49°31' a 49°32' de longitude W. Os solos pertencem à unidade taxonômica Latossolo Roxo, conhecida como Terra Roxa. A vegetação local foi classificada como floresta mesófila semidecídua com variações fisionômicas decorrentes de fatores edáficos e sucessionais (Stranghetti, 1996).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, tanto no plantio heterogêneo como plantio homogêneo. As progênies de aroeira foram plantadas no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros para o plantio heterogêneo e de 3,0 x 1,5 metros para o plantio homogêneo, tendo trinta tratamentos (progênies) e três repetições, sendo as parcelas de forma linear com dez plantas. No experimento sombreado cada planta de aroeira ficou entre uma planta de angico e outra de mutambo, a uma distância de 1,5 m, na mesma linha de plantio.

Os caracteres silviculturais avaliados foram: a) altura total (m); b) diâmetro médio da copa (m); c) sobrevivência (%); d) forma do fuste; e) número de ramificações em relação ao fuste principal, e f) diâmetro do fuste com casca à altura de 30 cm do solo (cm). Essas avaliações foram feitas a cada três meses com exceção dos itens "d", "e" e "f", que foram anuais.

Os caracteres das progênies foram avaliados da seguinte maneira:

a. **Altura total das plantas** - foi avaliada em relação ao maior ramo da copa, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros.

b. **Diâmetro médio da copa** - foi obtido pela soma dos diâmetros cruzados da copa, tomados através de uma régua graduada em centímetros e divisão do resultado por 2, conforme a fórmula abaixo:

$$DMC = \frac{D_1 + D_2}{2},$$

onde:

DMC é o diâmetro médio da copa, e  $D_1$  e  $D_2$  são os diâmetros cruzados, sendo  $D_1$  perpendicular a  $D_2$ .

c. **Sobrevivência** - foi obtida pela contagem de plantas vivas em cada parcela sendo expressa em porcentagem, em relação ao número total de plantas que deveria ter dentro da parcela.

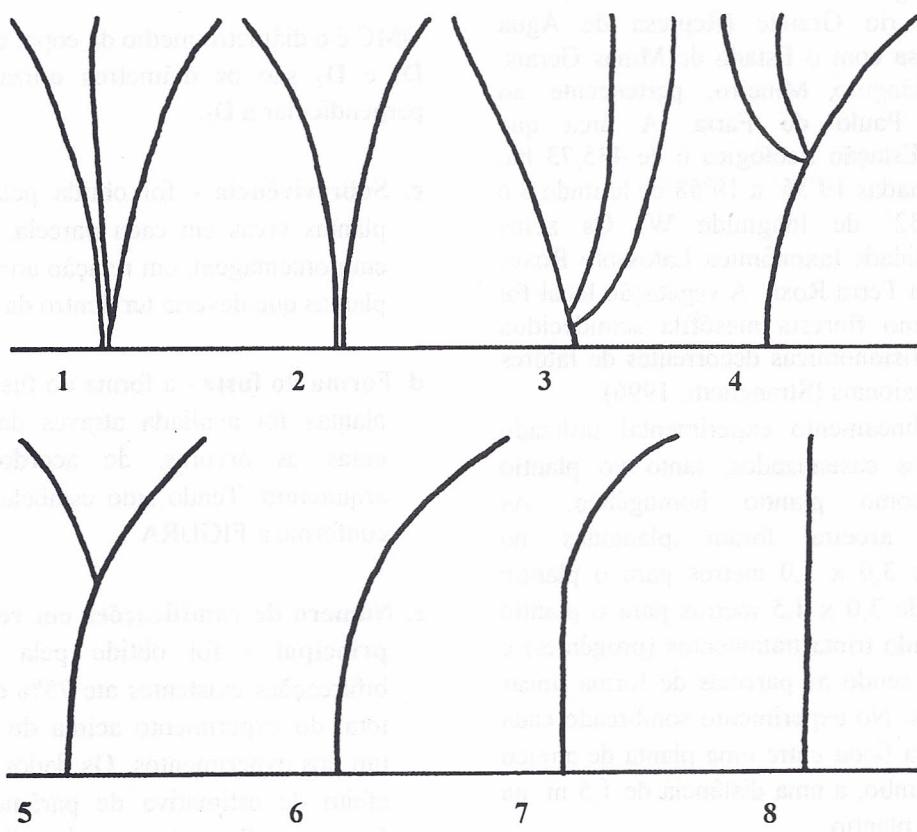
d. **Forma do fuste** - a forma do fuste principal das plantas foi avaliada através da atribuição de notas às árvores, de acordo com a sua arquitetura. Tendo sido estabelecidas 8 classes conforme a FIGURA 1.

e. **Número de ramificações em relação ao fuste principal** - foi obtido pela contagem das bifurcações existentes até 75% da altura média total do experimento acima do solo, em cada um dos experimentos. Os dados originais, para efeito de estimativa de parâmetros genéticos foram transformados em  $\sqrt{x} + 0,5$ .

f. **Diâmetro do fuste com casca à altura de 30 cm do solo** - este caráter foi medido a 30 cm do solo, utilizando um paquímetro graduado em milímetros.

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas pelo método dos momentos ou da análise de variância, permitindo se obter a Esperança Matemática dos quadrados médios da análise de variância, igualando-se os QM da análise às suas respectivas Esperanças Matemáticas (Barbin, 1993). A partir destas estimativas obteve-se os parâmetros genéticos para os caracteres quantitativos, analisados em nível de média de parcelas, com base em metodologia descrita por VENCOVSKY & BARRIGA (1992). Para tanto, foram realizadas análises individuais em cada um dos testes de progênies, e uma conjunta, envolvendo os dois experimentos (TABELAS 1 e 2).

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais.



**FIGURA 1** - Escala de notas para avaliação de forma de fuste da aroeira para os dois experimentos.

**TABELA 1** - Esquema da análise de variância individual, utilizado na análise de cada um dos caracteres silviculturais na população de aroeira de Paulo de Faria - SP, em cada um dos experimentos.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Repetições	$r - 1$	$Q_1$		
Progêneres	$p - 1$	$Q_2$	$(1/n) \cdot \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	$Q_2/Q_3$
Erro	$(r - 1)(p - 1)$	$Q_3$	$(1/n) \cdot \sigma_d^2 + \sigma_e^2$	
Variância dentro de parcelas	$\sum_{i=1}^p (k - 1)$	$Q_4$	$\sigma_d^2$	

Onde: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; E(QM) = esperança do quadrado médio; F = Teste F;  $r$  = número de repetições;  $p$  = número de progêneres;  $\bar{n}$  = média harmônica do número de plantas por parcela;  $k$  = número de plantas por parcela;  $\sigma_p^2$  = variância genética entre progêneres;  $\sigma_e^2$  = variância do erro entre parcelas;  $\sigma_d^2$  = variância fenotípica dentro de parcelas.

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais.

TABELA 2 - Esquema da análise de variância conjunta utilizado na análise de cada um dos caracteres silviculturais na população de aroeira de Paulo de Faria, envolvendo duas situações de manejo, tendo como fonte de variação: repetições dentro de experimentos (R/E), experimentos (E), progênies (P), interação entre experimentos e progênies (E x P) e o erro médio.

FV	GL	QM	E(QM)	F
REP(EXP)	$e(r-1)$	$Q_1$	$\sigma_e^2 + f\sigma_R^2$	$Q_1/Q_5$
EXP(E)	$(e-1)$	$Q_2$	$\sigma_e^2 + f\sigma_R^2 + r\left(\frac{e}{e-1}\right)\sigma_{EP}^2 + rfV_e$	$(Q_2 + Q_5)/(Q_1 + Q_4)$
PROG(P)	$(p-1)$	$Q_3$	$\sigma_e^2 + er\sigma_P^2$	$Q_3/Q_5$
E x P	$(e-1)(p-1)$	$Q_4$	$\sigma_e^2 + r\left(\frac{e}{e-1}\right)\sigma_{EP}^2$	$Q_4/Q_5$
ERRO MÉDIO	$e(r-1)(p-1)$	$Q_5$	$\sigma_e^2$	—

Onde: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; E(QM) = esperança do quadrado médio; F = Teste F;  $r$  = número de repetições;  $e$  = número de experimentos;  $p$  = número de progênies;  $\sigma_R^2$  = variância entre repetições;  $\sigma_e^2$  = variância do erro entre parcelas;  $\sigma_{EP}^2$  = variância da interação progénie x experimento;  $V_e$  = efeito fixo para experimento;  $\sigma_F^2$  = variância genética entre progênies.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises estatística individual e conjunta para os caracteres de altura total (H), diâmetro médio da copa (DMC) e sobrevivência (SOB) analisadas de 3 em 3 meses, e forma do fuste (FF), diâmetro do fuste com casca à altura de 30 cm do solo (DF) e número de ramificações em relação ao fuste principal (NR), aos 12 e 24 meses, são apresentados nas TABELAS 3 e 4.

No plantio heterogêneo (EXP 1) foram obtidas diferenças significativas entre as médias das progênies para os caracteres de H (aos 20 meses), DMC (dos 13 aos 23 meses) e FF (aos 24 meses) (TABELA 3). Já, no plantio homogêneo (EXP 2), as diferenças entre médias de progênies foram significativas para SOB (a 1 mês) e NR (aos 24 meses).

Considerando-se a média das estimativas do coeficiente de variação experimental para cada

um dos caracteres estudados, verifica-se que o EXP 1 apresenta as menores estimativas. Portanto, a competição intra-específica (EXP 2) vem ocasionando mais problemas de controle local do que a interespecífica (EXP 1).

Os valores baixos do coeficiente de variação experimental encontrados para sobrevivência nos dois experimentos devem-se à baixa mortalidade de plantas, dada a rusticidade que esta planta apresenta, pois em muitos locais onde a planta apresentava estar morta, na avaliação seguinte constatava-se a emissão de novas brotações. Tal fato é relatado por Nogueira (1977), que comenta sobre a rebrota da aroeira em pastagens, a céu aberto. Portanto, foi constatado nos dois experimentos que a aroeira possui a capacidade de rebrotar por meio do sistema radicular, se o mesmo ainda estiver em atividade.

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progêneres de aroeira (*Myracrodrun urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais.

TABELA 3 - Estimativa de alguns parâmetros estatísticos para os caracteres silviculturais, em diferentes idades, para a população de aroeira de Paulo de Faria - SP nos experimentos heterogêneo e homogêneo, em Selvíria - MS.

Caráter	Idade (meses)	Experimentos					
		Heterogêneo (1)			Homogêneo (2)		
		$\bar{X}$	F	CV <sub>exp</sub> (%)	$\bar{X}$	F	CV <sub>exp</sub> (%)
H (m)	7	0,54	1,14	20,6	0,48	0,78	26,6
H (m)	10	1,65	1,45	17,3	1,45	0,82	25,9
H (m)	13	2,71	1,68	14,8	2,57	0,81	21,5
H (m)	18	2,80	1,66	14,7	2,71	0,80	21,3
H (m)	20	3,38	1,68*	14,7	3,17	0,89	20,8
H (m)	23	3,74	1,56	15,3	3,52	0,94	17,1
DMC (m)	7	0,54	1,49	15,3	0,50	1,23	20,2
DMC (m)	10	1,06	1,19	21,7	0,97	1,03	31,3
DMC (m)	13	1,68	1,95*	18,9	1,60	0,90	34,7
DMC (m)	18	1,58	1,70*	20,9	1,53	0,98	33,1
DMC (m)	20	2,00	1,82*	16,8	2,18	1,53	21,0
DMC (m)	23	2,49	1,72*	13,8	3,09	1,22	15,4
SOB (%)	1	98,44	1,45	4,0	99,56	1,91*	1,8
SOB (%)	7	98,56	0,85	4,0	96,89	1,05	6,5
SOB (%)	10	97,56	1,70	4,9	97,33	1,11	5,8
SOB (%)	13	97,67	1,35	4,7	97,56	1,16	5,2
SOB (%)	18	97,44	1,47	4,9	97,44	1,10	5,5
SOB (%)	20	97,44	1,31	5,0	97,22	0,98	5,7
SOB (%)	23	97,44	1,31	5,0	97,22	0,98	5,7
FF	12	4,25	1,38	16,0	3,95	0,72	21,7
FF	24	3,27	2,59**	12,7	3,06	0,78	17,4
DF (cm)	12	1,97	1,33	18,3	1,82	0,82	27,3
DF (cm)	24	3,86	1,49	15,1	4,56	0,97	14,8
NR	12	5,18	1,55	27,6	4,38	0,70	44,1
NR	24	11,68	1,15	18,5	14,56	1,71*	14,2

Onde: CV<sub>exp</sub> - coeficiente de variação experimental, na estimativa da média geral; \* e \*\* - valores de F significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo  
I - Aspectos silviculturais.

**TABELA 4** - Estimativas dos valores de F para os efeitos de experimentos (EXP), progêneres (PROG) e da interação experimento x progêneres (E x P), na análise conjunta dos experimentos de aroeira, em diferentes idades, em Selvíria - MS.

Caráter	Idade (meses)	F.V.		
		EXP	PROG	E x P
H (m)	7	0,93	1,12	0,75
H (m)	10	0,35	1,34	0,88
H (m)	13	1,21	1,25	0,85
H (m)	18	0,16	1,41	0,77
H (m)	20	0,59	1,64*	0,71
H (m)	23	0,55	1,65*	0,82
DMC (m)	7	0,78	1,56	1,11
DMC (m)	10	0,19	1,44	0,88
DMC (m)	13	0,57	1,37	0,81
DMC (m)	18	0,14	1,54	0,85
DMC (m)	20	1,42	2,11**	1,16
DMC (m)	23	21,21**	1,82*	0,96
SOB (%)	1	2,35	1,30	1,76*
SOB (%)	7	2,76	0,86	1,13
SOB (%)	10	0,51	1,24	1,15
SOB (%)	13	0,55	1,63	1,09
SOB (%)	18	0,42	1,55	0,98
SOB (%)	20	0,44	1,29	0,96
SOB (%)	23	0,44	1,29	0,96
FF	12	0,68	1,34	0,61
FF	24	2,80	1,72*	1,20
DF (cm)	12	0,44	1,30	0,69
DF (cm)	24	7,49*	1,65*	0,74
NR	12	1,28	1,11	0,89
NR	24	34,80**	1,47	1,37

\* e \*\* - valores de F significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Em relação à média geral dos caracteres (TABELA 3), observa-se que foram maiores para H, SOB, FF, em todas as idades, aos 12 meses para DF e NR e para DMC (de 7 aos 18 meses), no experimento 1 comparado ao 2. Já no experimento 2, as maiores médias foram para DMC (aos 20 e 23 meses), DF e NR (aos 24 meses). Assim, o caráter altura, nos experimentos estudados, teve melhor desempenho comparado aos resultados de Moraes et al. (1993), Freitas (1999), Fonseca et al. (1998) e Gurgel Garrido et al. (1997), os quais obtiveram uma altura média de 3,09 m de altura aos 3 anos de idade.

Pela análise conjunta, para cada idade (TABELA 4), houve diferença significativa entre os experimentos para os caracteres de DMC (aos 23 meses), DF (aos 24 meses) e NR (aos 24 meses),

sendo que a interação experimento x progênie não apresentou significância, exceto para SOB a 1 mês. Segundo Allard (1971), Quando não há interação genótipo por ambiente, significa que os genótipos tiveram o mesmo comportamento em todos os ambientes. Portanto, o experimento 2 favoreceu um maior desenvolvimento da copa aroeira e maior diâmetro do fuste, assim como um aumento no número de ramificações na espécie estudada. Este fato pode ser explicado pelo tombamento da maior parte das plantas, além da falta de competição por luz com outras espécies, no experimento 2. Além disso, no caso do EXP 1, as espécies pioneiras tutoraram o crescimento apical, produzindo possivelmente a disponibilidade de energia para galhos laterais.

As estimativas de alguns parâmetros e variâncias genéticas para todos os caracteres e idades, exceto para sobrevivência, estão na TABELA 5.

Os coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) variaram de 4,4% a 7,0% para H, 5,5% a 10,6% para DMC, 5,7% a 7,34% para FF, 6,1% para DF e 2,4% a 5,9% para NR, no experimento 1 (TABELA 5). Estes valores de coeficiente de variação genética podem ser comparados com a maioria das espécies nativas citadas na literatura (Giannotti et al., 1982; Souza et al., 1998; Siqueira et al., 1993; Freitas, 1999). Já no experimento 2, devido às variâncias negativas não foi possível estimar o  $CV_g$  para os caracteres de H, FF e DF sendo que, para DMC, quando estimados os resultados variaram de 3,3% a 8,9%.

O valor estimado de  $CV_g$  aos 24 meses para NR foi de 3,6%. Kageyama et al. (1993), Pires & Kageyama (1985) encontraram resultados nulos ou próximos de zero para algumas espécies nativas, sendo uma das possíveis causas o baixo número de repetições utilizados nestes estudos. Por outro lado, Rezende (1999) cita que as estimativas dos componentes de variância obtidos a partir de análise de variância (quadrados mínimos) são enviesadas pela seleção feita de forma indireta quando da obtenção das progêneres. Assim, o autor sugere que o método interativo denominado Máxima Verossimilhança Restrita (REML) é o mais adequado, por propiciar estimativas não-enviesadas de componentes de variância.

TABELA 5 - Estimativa de alguns parâmetros genéticos para os caracteres silviculturais, em diferentes idades, para a população de aroeira de Paulo de Faria - SP, nos experimentos 1 e 2, em Selvíria - MS.

Caráter	I	Experimentos					
		Heterogêneo (1)				Homogêneo (2)	
		$CV_g$	$\hat{b}$	$\hat{h}_m^2$	$s(\hat{h}_m^2)$	$CV_g$	$\hat{b}$
H (m)	7	4,4	0,22	0,12	0,27	-	-
H (m)	10	6,7	0,39	0,16	0,21	-	-
H (m)	13	7,1	0,47	0,40	0,19	-	-
H (m)	18	6,9	0,47	0,40	0,19	-	-
H (m)	20	7,0	0,47	0,40	0,19	-	-
H (m)	23	6,6	0,43	0,36	0,20	-	-
DMC (m)	7	6,2	0,91	0,33	0,21	5,6	0,27
DMC (m)	10	5,5	0,25	0,16	0,26	3,3	0,10
DMC (m)	13	10,6	0,56	0,49	0,16	-	-
DMC (m)	18	10,1	0,48	0,41	0,18	-	-
DMC (m)	20	8,8	0,52	0,44	0,17	8,9	0,42
DMC (m)	23	6,8	0,49	0,42	0,18	4,1	0,27
FF	12	5,7	0,36	0,27	0,23	-	-
FF	24	7,3	0,58	0,50	0,16	-	-
DF (cm)	12	6,1	0,33	0,25	0,23	-	-
DF (cm)	24	6,1	0,40	0,33	0,21	-	-
NR	12	5,9	0,41	0,34	0,21	-	-
NR	24	2,4	0,26	0,16	0,26	3,6	0,52

Obs.: I - idade em meses.

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progêneres de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais.

As estimativas de herdabilidade em nível de média ( $\hat{h}_m^2$ ), no experimento 1 (TABELA 5), foram baixas dos 6 aos 12 meses de idade e alcançaram valores médios a partir dos 13 meses para os caracteres de H, DMC, FF e DF, enquanto para NR esses valores foram decrescentes dos 12 aos 24 meses. No experimento 2, a  $\hat{h}_m^2$  foi baixa ou nula para todas as características, exceto para NR aos 24 meses em que o valor foi médio. Portanto, verifica-se que o manejo de plantas utilizado no experimento 1 foi mais favorável à estimativa de parâmetros genéticos, pois neste experimento não houve a ocorrência de estimativas de variâncias negativas. É possível que o ambiente criado pelo consórcio das espécies tenha permitido uma melhor expressão genética dos caracteres. Verifica-se inclusive, na TABELA 3 que o controle ambiental foi mais eficiente no EXP 1. Estes resultados podem ser comparados com algumas espécies nativas citadas por Pires & Kageyama (1985), Sebbenn et al. (2000), Moraes et al. (1996), Fonseca et al. (1998), em que a herdabilidade foi baixa (0,00 a 0,40) ou média (0,41 a 0,65).

O quociente entre  $CV_g$  e  $CV_{exp}$  ( $\hat{b}$ ), no experimento 1, teve valores crescentes com o desenvolvimento da aroeira para todos os caracteres, exceto para DMC e NR em que o mesmo caiu com a idade (TABELA 5). No experimento 2, não foi possível estimar o quociente entre  $CV_g$  e  $CV_{exp}$  para a maioria dos caracteres. Quando estimados foram baixos (DMC) e médio (crescente para NR). Segundo Vencovsky & Barriga (1992), este quociente indica o potencial do caráter para seleção. Assim, a FF foi o caráter que apresentou o maior quociente entre  $CV_g$  e  $CV_{exp}$  (0,58), o que indica que este caráter responderia bem a um processo de seleção para a melhoria do fuste da aroeira em plantios consorciados.

A presença de estimativas negativas para a  $\hat{\sigma}_p^2$ , aliada ao fato do experimento 2 apresentar um maior coeficiente de variação experimental ( $CV_{exp}$ ), ocasionou problemas para uma perfeita interpretação das estimativas dos parâmetros genéticos encontradas nos experimentos. Tal fato pode estar ligado à forma com que a aroeira é encontrada na natureza, ocorrendo sempre em consórcio com outras espécies como é o caso do

fragmento florestal existente na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, onde ela ocorre junto com angico e mutambo.

Pela TABELA 5 pode-se notar que os valores encontrados no experimento de aroeira consorciada com angico e mutambo, para os caracteres H, DMC e DF, apresentam uma tendência de estabilização das estimativas do  $CV_g$  e  $\hat{h}_m^2$ , enquanto para FF tendem a aumentar e para NR há queda destes valores.

Porém, o mesmo já não ocorre em relação ao experimento a pleno sol, pois devido ao sistema de plantio utilizado, o mesmo vem apresentando um maior  $CV_{exp}$  e, consequentemente, o problema de estimativa de variância negativa, que foram consideradas iguais a zero. Assim, ainda não se tem condição de saber qual a tendência destes parâmetros, exceto para NR que tende a aumentar as estimativas do  $CV_g$  e  $\hat{h}_m^2$ .

Vencovsky & Barriga (1992) afirmam que os parâmetros genéticos de um mesmo caráter podem alterar-se com a idade, devido ao fenômeno da interação dos genótipos com os ambientes, no caso função da interação das progêneres com as idades.

As estimativas das correlações genéticas aditivas ( $r_A$ ) e das correlações fenotípicas em nível de média de progêneres ( $r_F$ ), envolvendo pares de caracteres em todas idades, exceto para sobrevivência, estão na TABELA 6.

As correlações genéticas aditivas ( $r_A$ ), para o experimento 1, foram de baixas a médias para a combinação de H e DMC, baixas para H combinada com FF e NR, baixas e negativas para DMC com FF e altas para as combinações H com DF e DMC com DF e NR. No experimento 2, não foi possível estimar este parâmetro, pois quando estimado ele apresentou-se negativo.

As correlações fenotípicas em nível de média de progêneres ( $r_F$ ), para os experimentos, apresentaram-se de médias a altas para todas as combinações, exceto para os pares H e FF, DMC e FF que mostraram valores baixos e negativos. Portanto, verifica-se que a correlação existente entre os caracteres se deve mais a efeitos ambientais do que genéticos, principalmente no experimento 2.

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progêneres de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais.

TABELA 6 - Estimativa de correlações genéticas ( $r_A$ ) e fenotípicas ( $r_F$ ) para os caracteres silviculturais, em diferentes idades, para a população de aroeira de Paulo de Faria - SP, nos experimentos 1 e 2, em Selvíria - MS.

Caráter	Idade (meses)	Experimentos			
		Heterogêneo (1)		Homogêneo (2)	
		$r_A$	$r_F$	$r_A$	$r_F$
H vs DMC	7	0,04	0,64	-	0,87
H vs DMC	10	0,36	0,71	-	0,81
H vs DMC	13	0,60	0,73	-1,23	0,75
H vs DMC	18	0,46	0,67	-	0,67
H vs DMC	20	0,35	0,61	-	0,74
H vs DMC	23	0,11	0,47	-	0,58
H vs FF	12	0,23	-0,25	-	-0,10
H vs FF	24	0,11	-0,03	-	-0,22
H vs DF	12	0,89	0,89	-	0,96
H vs DF	24	1,03	0,83	-	0,81
H vs NR	12	0,04	0,51	-	0,72
H vs NR	24	0,16	0,44	-	0,40
DMC vs FF	12	-0,27	-0,49	-	-0,40
DMC vs FF	24	-0,21	-0,24	-	-0,36
DMC vs DF	12	0,69	0,82	-	0,81
DMC vs DF	24	0,62	0,79	-	0,79
DMC vs NR	12	0,66	0,72	-	0,78
DMC vs NR	24	0,89	0,66	-0,45	0,05

(-) Não foi possível obter estas estimativas.

Vencovsky & Barriga (1992) afirmam que, quando vários caracteres são avaliados num mesmo indivíduo, é certo que todos eles serão afetados pelas condições ambientais em que este indivíduo se desenvolveu. Assim, as variações de ambiente, num conjunto de plantas, podem provocar correlações entre os caracteres, positivas ou negativas, de natureza unicamente ambiental.

Por meio da TABELA 6 observa-se que as correlações fenotípicas ( $r_F$ ), em nível de média

de progêneres, apresentaram-se superiores às correlações genéticas aditivas ( $r_A$ ), para a maioria dos caracteres, exceto para H vs FF, H vs DF, DMC vs NR aos 24 meses e DMC vs FF, que tiveram correlações negativas. Portanto, nos dois experimentos, o efeito ambiental foi maior que o genético, sendo mais acentuado no experimento de aroeira a pleno sol, o qual teve as estimativas de parâmetros genéticos prejudicadas.

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais.

## 4 CONCLUSÕES

O estudo da variação genética e da herança em progênies de aroeira sob duas diferentes condições de cultivo, permitiu as seguintes conclusões:

- os caracteres estudados apresentaram um comportamento diferenciado quanto à competição inter e intra-específica;
- os caracteres altura, forma e diâmetro do fuste revelaram bom potencial para seleção;
- o experimento de aroeira consorciado com angico e mutambo representa uma condição mais próxima do que ocorre nos ecossistemas onde a aroeira se desenvolve naturalmente; já o experimento de aroeira a pleno sol é um ambiente inadequado para a espécie. Este fato, foi evidenciado nas estimativas de parâmetros genéticos, em que apareceram variâncias negativas no segundo caso, e
- o acompanhamento periódico na estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos em aroeira foi importante para fornecer subsídios para o entendimento de sua estrutura genética/herança e sistema de plantio.

## 5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de iniciação científica concedida.

Aos pesquisadores do Instituto Florestal Raul Olivares de Castro e José Eduardo de Arruda Bertoni e aos funcionários da Estação Ecológica Paulo de Faria e da FEIS/UNESP pelo apoio na coleta e fornecimento das sementes de aroeira das populações estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. Princípios de melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381p.
- BARBIN, D. Componentes de variância: teoria e aplicações. Piracicaba: FEALQ, 1993. 120p.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas; Brasília: EMBRAPA - SPI, 1994. 640p.
- DEMATTÉ, J.L.I. Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira. Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 114p. (mimeog.)
- FAO. Databook on endangered tree and shrub species and provenances. Rome: FAO, 1986. p.116-25.
- FONSECA, A.J et al. Teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., *Astronium fraxinifolium*, e *Terminalia argentea* em consórcio. *Genetics and Molecular Biology*, v.21, n.3, supl., p.254, 1998.
- FREITAS, M.L.M. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) - Anacardiaceae - em diferentes sistemas de plantio. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 1999. 95p. (Dissertação de Mestrado)
- GIANNOTTI, E. et al. Variação genética entre procedências e progênies de *Anacardia angustifolia* (Bert) O. Ktze. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. São Paulo: Unipress, 1982. pt.2, p.970-75.
- GURGEL GARRIDO, L.M. do A. et al. Efeitos do sombreamento no crescimento da aroeira - *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. *Rev. Inst. Flor.*, v.9, n.1, p.47-56, 1997.
- KAGEYAMA, P.Y. et al. Teste de progênies combinado de espécies pioneiras e climáticas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. Anais. Curitiba: SBS/SBEF, 1993. p.473-5.
- KAGEYAMA, P.Y.; DIAS, I.S. Aplicação da genética em espécies florestais nativas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. São Paulo: Unipress, 1982. pt.2, p.782-91.
- LACERDA, C.M.B.; KAGEYAMA, P.Y. A aroeira no semi-árido. *Informativo sementes IPEF*, n.1, p.6-7, 1997.
- MORAES, M.L.T.; CAMBUIM, J.; KAGEYAMA, P.Y. Variabilidade genética em duas populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) consorciada com candiúba (*Trema micrantha* (L) Blum.). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. Anais. Curitiba: SBS/SBEF, 1993. p.767-8.
- \_\_\_\_\_, ANDRADE, J.A.C.; KAGEYAMA, P.Y. Variabilidade genética entre populações de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em consórcio com candiúba (*Trema micrantha* L.). *Revista Brasileira de Genética*, v.19, n.3, supl., p.198, 1996.

OLIVEIRA, S. A. de et al. Variação genética em progêneres de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais.

- NOGUEIRA, J.C.B. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas.** São Paulo: Instituto Florestal, 1977. 74p. (Bol. Técn. IF, 24)
- NOGUEIRA, J.C.B. et al.** Testes de progêneres e procedências da aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.). Bol. Técn. IF, v.40A, p.367-375, 1986.
- PIRES, I.E. Variabilidade genética em progêneres de uma população de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw) Dc - na região de Soledade - Paraíba.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1984. 93p. (Dissertação de Mestrado)
- \_\_\_\_\_:; KAGEYAMA, P.Y. Caracterização da base genética de uma população de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw) Dc - existente na região de Soledade - PB. IPEF, v.30, p.29-36, 1985.
- REZENDE, M.D.V.** Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, 1999. p.589-647.
- SEBBENN, A.M. et al.** Variabilidade genética e interação genótipos x locais em jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. Rev. Inst. Flor., v.12, n.1, p. 13-23, 2000.
- SIQUEIRA, A.C.M. De F.; NOGUEIRA, J.C.B.; KAGEYAMA, P.Y.** Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cumbaru (*Dipteryx alata*) Vog. - Leguminosae. Rev. Inst. Flor., v.5, n.2, p.231-43, 1993.
- SOUZA, R.S. et al.** Variação genética em progêneres de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) sob *Pinus kesiya*. Genetics and Molecular Biology, v.21, n.3, supl., p.254, 1998.
- STRANGHETTI, V.** Levantamento florístico das espécies vasculares de uma floresta estacional no norte do Estado de São Paulo, Estação Ecológica de Paulo de Faria. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1996. 164p. (Tese de Doutorado)
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P.** Genética biométrica no fitomelhoramento. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

# FITOSOCIOLOGIA DA REGENERAÇÃO NATURAL SOB PLANTIO HETEROGRÊNEO EM PIRACICABA, SP\*

O presente trabalho desenvolvido na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba, SP, teve como objetivo realizar o levantamento fitossociológico da regeneração natural sob plantio heterogêneo. O levantamento teve lugar em área de 6.000 m<sup>2</sup>, mediante a obtenção de 10 amostras retangulares, contíguas, de 10 m x 20 m. A partir do levantamento registrou-se a existência de 65 espécies pertencentes a 31 famílias botânicas. Para as famílias, os maiores IVIs foram encontrados em Mimosaceae (53,7053), Rutaceae (40,2859), Fabaceae (35,5059), Bignoniaceae (35,3372) e Flacourtiaceae (25,2036). Para as espécies, os valores de IVI obtidos foram: *Stenolobium stans*, 32,6111; *Acacia polyphylla*, 32,0821; *Esenbeckia leiocarpa*, 25,2661; *Anadenanthera macrocarpa*, 21,7185; *Lonchocarpus guilleminianus*, 18,0544 e *Casearia sylvestris*, 17,8086. O índice de diversidade de Shannon foi 2,97 Nats/indivíduo.

## RESUMO

O presente trabalho, desenvolvido na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba, SP, teve como objetivo realizar o levantamento fitossociológico da regeneração natural sob plantio heterogêneo. O levantamento teve lugar em área de 6.000 m<sup>2</sup>, mediante a obtenção de 10 amostras retangulares, contíguas, de 10 m x 20 m. A partir do levantamento registrou-se a existência de 65 espécies pertencentes a 31 famílias botânicas. Para as famílias, os maiores IVIs foram encontrados em Mimosaceae (53,7053), Rutaceae (40,2859), Fabaceae (35,5059), Bignoniaceae (35,3372) e Flacourtiaceae (25,2036). Para as espécies, os valores de IVI obtidos foram: *Stenolobium stans*, 32,6111; *Acacia polyphylla*, 32,0821; *Esenbeckia leiocarpa*, 25,2661; *Anadenanthera macrocarpa*, 21,7185; *Lonchocarpus guilleminianus*, 18,0544 e *Casearia sylvestris*, 17,8086. O índice de diversidade de Shannon foi 2,97 Nats/indivíduo.

**Palavras-chave:** floresta; recuperação; índice de diversidade; similaridade florística.

## 1 INTRODUÇÃO

Pesquisas abordando o estudo fitossociológico de diferentes formações florestais oferecem subsídios ao conhecimento da dinâmica servindo como base às ações desenvolvidas na restauração ecológica de áreas alteradas.

Este trabalho apresenta o estudo fitossociológico das espécies recrutadas em área de plantio heterogêneo, recuperada há mais de 20 anos, após ter sido atingida por incêndio.

Os autores têm como objetivo avaliar a estrutura fitossociológica utilizando a dominância, através de um parâmetro pouco usual, a altura dos indivíduos.

Dominância é o parâmetro que indica a participação relativa de cada espécie dentro do sistema vegetal, podendo ser dividido em dominância numérica ou dominância genética.

Gonçalo MARIANO\*\*

Cybele de Souza Machado CRESTANA\*\*

Edegar GIANNOTTI\*\*

Eduardo Amaral BATISTA\*\*

## ABSTRACT

The present paper has been developed at the Tupi Experimental Station, State of São Paulo, and its objective was a phytosociological survey of the natural regeneration under heterogeneous planting. The survey has taken place in an area of 6,000 m<sup>2</sup> through ten rectangular contiguous samples of 10 m x 20 m obtainance. From the survey 65 species belonging to 31 botanical families were listed. Concerning to the family the highest IVI were found in Mimosaceae (53,7053) Rutaceae (40,2859), Fabaceae (35,5059), Bignoniaceae (35,3372) and Flacourtiaceae (25,2036). For species the IVI values were: *Stenolobium stans*, 32,6111; *Acacia polyphylla*, 32,0821; *Esenbeckia leiocarpa*, 25,2661; *Anadenanthera macrocarpa*, 21,7185; *Lonchocarpus guilleminianus*, 18,0544 and *Casearia sylvestris*, 17,8086. The Shannon's diversity index was 2,97 Nats/individuous.

**Key words:** forest; rehabilitation; diversity index; floristic similarity.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Lopes & Silva (1998) estudaram, no Parque Estadual do Rio Doce (MG), a estrutura fitossociológica de um estande florestal de vegetação secundária em estádio mais avançado de regeneração, onde ocorreram incêndios na década de 1960. Em termos de IVI, as famílias que mais se destacaram foram: Euphorbiaceae, Bixaceae, Annonaceae, Mimosaceae e Myrtaceae, e as mais ricas em espécies foram Lauraceae, Myrtaceae, Mimosaceae, Fabaceae, Caesalpiniaceae e Annonaceae. Dentre os gêneros com maior riqueza destacaram-se *Inga*, *Swartzia*, *Casearia*, *Eugenia*, *Anadenanthera*, *Cordia*, *Pouteria* e *Ocotea*. Em termos de IVI, as famílias que mais se destacaram foram: Euphorbiaceae, Bixaceae, Annonaceae, Mimosaceae e Myrtaceae.

(\*) Aceito para publicação em novembro de 2000.

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

A estrutura, a composição e a dinâmica de uma floresta nativa estão estreitamente relacionadas às estratégias de estabelecimento como recrutamento, regeneração ou recolonização. No manejo dessas florestas, a composição, a estrutura e a dinâmica podem ser drasticamente alteradas em função dessas estratégias, uma vez que as mudanças provocadas podem favorecer outras espécies com estratégias de estabelecimento distintas (Piña-Rodrigues *et al.*, 1990). Segundo esses autores, a presença ou ausência de clareiras constitui importante fator de avaliação em modelos de regeneração das espécies nativas tropicais.

Segundo Kageyama & Gandara (1999), com a dinâmica das florestas tropicais promovendo a abertura de clareiras naturais de tamanhos diversos, resulta que os referidos ecossistemas acabam por encontrar uma forma de produzir diferentes nichos de regeneração. Afirmam, ainda, que essa dinâmica, tanto em ecossistemas primários como em áreas antropizadas, representa modelos que devem ser seguidos quando se quer promover a regeneração artificial das espécies nativas.

Martinez-Ramos *et al.* (1989), por sua vez, salientam que o sucesso da regeneração está mais associado à presença de sementes, dispersão, dormência, sobrevivência, crescimento e/ou reprodução dentro das populações das plantas.

A diversidade biológica está diretamente correlacionada com a regeneração natural (Finegan, 1984) e constitui importante fator de manutenção e funcionamento de ecossistemas (Rodrigues, 1999), determinando a sua resiliência, que vem a ser, conforme Aronson *et al.* (1993), a capacidade de os mesmos se regenerarem após alguma degradação natural ou antrópica. Para Rodrigues (1999), a regeneração natural pode ser avaliada através de um levantamento florístico e/ou estrutural (densidade, dominância e freqüência por espécie), de plântulas ou de indivíduos jovens, utilizando-se qualquer método fitossociológico.

Numa pesquisa sobre regeneração natural, realizada na mesma área do presente estudo, concluiu-se que o êxito da recomposição foi devido, principalmente ao espaçamento adotado (6 m x 6 m) e à proximidade de área natural (Mariano *et al.*, 1998).

Pagano *et al.* (1995) realizaram estudo fitossociológico comparativo entre uma área preservada e outra perturbada pelo fogo, em mata mesófila semidecídua, encontrando um índice de diversidade florística  $H' = 4,04$  nats/indivíduo para a floresta remanescente, onde foram amostrados 622 indivíduos pertencentes a 39 famílias, 69 gêneros e 104 espécies,

enquanto na área queimada encontraram  $H' = 1,92$  nats/indivíduo para 530 indivíduos amostrados, pertencentes a 21 famílias, 28 gêneros e 31 espécies.

Um estudo florístico de regeneração arbórea natural desenvolvido por Volpato *et al.* (1995), em Viçosa, MG, concluiu que as famílias com maior número de representantes foram Euphorbiaceae (8,42%), Caesalpiniaceae (8,42%), Rubiaceae (7,37%), Lauraceae (6,32%) e Fabaceae (6,32%). Resultados semelhantes foram encontrados nos dez sítios de amostragem da área, distintos quanto à declividade, exposição e posição topográfica, sendo que a maioria deles apresentou elevada diversidade florística.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Estação Experimental de Tupi, município de Piracicaba, SP, cuja área é de 198 ha, a uma altitude média de 515 m e situada aproximadamente no cruzamento das coordenadas 22°43' de latitude Sul e 47°38' de longitude Oeste.

O clima, caracterizado como quente de inverno seco, é classificado como Cwa segundo Köppen (1948). A precipitação é de 1.351 mm anuais, com déficit hídrico de 19 mm no período de abril a setembro (Veiga, 1975). O solo, segundo Vidal Torrado (1994), pertence às unidades Podzólico Vermelho Escuro álico e Podzólico Vermelho Amarelo álico, sendo pouco profundo, com média a baixa fertilidade e textura arenosa/média.

Trata-se de área recuperada com espécies nativas e exóticas, cuja análise fitossociológica, fundamentada em Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), teve como elementos básicos espécies recrutadas em área de regeneração natural sob plantio heterogêneo, após ter sido atingida por incêndio, em 1975 (Mariano *et al.*, 1998).

A área amostrada foi de 0,60 ha onde se demarcaram 10 parcelas retangulares de 200 m<sup>2</sup> (10 m x 20 m) nas quais foram amostrados os indivíduos com altura igual ou superior a 20 cm. A heterogeneidade florística foi expressa pelo índice de diversidade de Shannon, calculado através da fórmula descrita por Pielou (1975):

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

onde:

$H'$  = índice de diversidade de Shannon;

$p_i = n_i / N$ ;

$n_i$  = número de indivíduos de cada espécie, e

$N$  = número total de indivíduos.

O parâmetro dominância foi calculado a partir dos dados de altura dos indivíduos.

A similaridade florística foi analisada através do índice de Sorenson ( $I_{SS}$ ) (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974), calculado pela fórmula:

$$I_{SS} = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

onde:

$I_{SS}$  = índice de Sorenson;

a = total de espécies identificadas no local A;

b = total de espécies identificadas no local B, e

c = total de espécies comuns aos dois locais.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 1975 efetuou-se o plantio de mudas de 22 espécies exóticas e nativas na área, em cujo entorno ocorre um fragmento de floresta mesófila semidecidua (Mariano et al., 1998). Em 1995 realizou-se o levantamento fitossociológico das espécies recrutadas nessa área (TABELA 1), medindo-se a altura dos indivíduos amostrados nas parcelas. Segundo Martins (1979), a dominância expressa a proporção de tamanho, de volume ou de cobertura de cada espécie, em relação ao espaço ou volume da fitocenose. Como no presente estudo considerou-se indivíduos jovens, muitos deles, não atingindo diâmetro à altura do peito (DAP = 1,30 m), utilizou-se o parâmetro altura para expressar a dominância.

TABELA 1 - Espécies nativas (N) e exóticas (E) recrutadas em área de recuperação em Tupi, Piracicaba, SP.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ORIGEM
ANNONACEAE	<i>Guateria nigrescens</i> Mart. <i>Rollinia parviflora</i> St. Hil.	(N) (N)
APOCYNACEAE	<i>Peschiera fuchsiefolia</i> (DC.) Miers.	(N)
ARECACEAE	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm	(N)
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda acutifolia</i> Humb. et Bonpl. <i>Stenolobium stans</i> (Juss.) Seem.	(N) (E)
CAESALPINIACEAE	<i>Bauhinia forficata</i> Link <i>Senna bicapsularis</i> (L.) Roxburg. <i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irving et Barneby <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. <i>Pterogyne nitens</i> Tull.	(N) (N) (N) (N) (N)
CECROPIACEAE	Não identificada <i>Cecropia pachystachya</i> Tréc.	(N)
CELASTRACEAE	<i>Maytenus</i> sp	(N)
CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	(N)
COMPOSITAE	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	(N)
EUPHORBIACEAE	<i>Actinostemum concolor</i> (Spreng.) Muell. Arg. <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg. <i>Croton floribundus</i> Spreng.	(N) (N) (N)

continua

continuação - TABELA 1

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ORIGEM
FABACEAE	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth. <i>Lonchocarpus guilleminianus</i> (Tul.) Malme <i>Machaerium aculeatum</i> Raddi <i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vog. <i>Machaerium villosum</i> Vog. <i>Machaerium</i> sp <i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms <i>Platypodium elegans</i> Vog.	(N) (N) (N) (N) (N) (N) (N) (N)
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briquet <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	(N) (N)
LAURACEAE	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez.	(N)
LECYTHIDACEAE	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) O. Kuntze <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) O. Kuntze	(N) (N)
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	(N)
MELASTOMATACEAE	<i>Leandra</i> sp	(N)
MIMOSACEAE	<i>Acacia polyphylla</i> DC. <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth) Brenan	(N) (N)
MELIACEAE	<i>Cedrela fissilis</i> Vell. <i>Trichilia elegans</i> Adr. Juss. <i>Trichilia pallida</i> Swartz.	(N) (N) (N)
MORACEAE	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Stend.	(N)
MYRSINACEAE	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz et Pav.) Mez. <i>Rapanea umbellata</i> (Mart. ex A. DC.) Mez.	(N) (N)
MYRTACEAE	<i>Campomanesia</i> sp <i>Eugenia</i> sp <i>Myrcia rostrata</i> DC. <i>Myrcia</i> sp	(N) (N) (N) (N)
NYCTAGINACEAE	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	(E) (N)
RHAMNACEAE	<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reisseck	(N)
RUTACEAE	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (St. Hil.) Juss. ex Mart. <i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl. <i>Murraya paniculata</i> Jack. <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	(N) (N) (E) (N)

continua

continuação - TABELA 1

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ORIGEM
SAPINDACEAE	<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	(N)
	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	(N)
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	(N)
	<i>Matayba cristae</i> Reitz	(N)
SOLANACEAE	<i>Acanthus arborescens</i> (L.) Schlecht	(N)
	<i>Solanum swartzianum</i> Roem. et Schult.	(N)
STYRACACEAE	<i>Styrax camporum</i> Pohl.	(N)
TILIACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	(N)
ULMACEAE	<i>Celtis iguanae</i> (Jacq.) Sarg.	(N)
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	(N)
VERBENACEAE	<i>Lippia urticoides</i> Cham.	(N)

A TABELA 2 apresenta os valores da análise estrutural da comunidade em estudo. Quanto à densidade, *Acacia polyphylla* apresentou o maior valor (15,3617), seguida por *Esenbeckia leiocarpa* (14,8662) e *Anadenanthera macrocarpa* (14,1724). Embora *Stenolobium stans* juntamente com *Acacia polyphylla*, tenha apresentado os valores mais elevados de Freqüência, Dominância e IVI, situou-se em quinto lugar quanto à densidade (7,7304).

Por outro lado, as espécies *Stenolobium stans*, *Acacia polyphylla*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Lonchocarpus guilleminianus*, *Casearia sylvestris*, *Esenbeckia febrifuga*, *Cupania vernalis*, *Casearia gossypiosperma*, *Machaerium stipitatum*, *Croton floribundus*, *Maytenus* sp., *Myroxylon balsamum*, *Centrolobium tomentosum*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Cryptocarya aschersoniana* e *Bauhinia forficata* atingiram 75,7% do IVI.

TABELA 2 - Ordenação das espécies recrutadas na Estação Experimental de Tupi, de acordo com o Índice do Valor de Importância (IVI); DA (Densidade Absoluta); DR (Densidade Relativa); FA (Freqüência Absoluta); FR (Freqüência Relativa); DoA (Dominância Absoluta); DoR (Dominância Relativa); IVI (Índice do Valor de Importância); IVC (Índice do Valor de Cobertura); H (Altura média); CS (Classe Seral).

Nº	Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	H
1	<i>Stenolobium stans</i>	390	7,7304	100	5,0761	1611,5	19,8046	32,6111	27,5350	4,1
2	<i>Acacia polyphylla</i>	775	15,3617	100	5,0761	947,5	11,6443	32,0821	27,0060	1,2
3	<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	750	14,8662	90	4,5685	474,5	5,8314	25,2661	20,6976	0,6
4	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	715	14,1724	50	2,5381	407,5	5,008	21,7185	19,1804	0,6
5	<i>Lonchocarpus guilleminianus</i>	400	7,9286	80	4,0609	493,5	6,0649	18,0544	13,9935	1,2
6	<i>Casearia sylvestris</i>	260	5,1536	90	4,5685	658	8,0865	17,8086	13,2401	2,5
7	<i>Esenbeckia febrifuga</i>	155	3,0723	90	4,5685	523	6,4274	14,0682	9,4997	3,4
8	<i>Cupania vernalis</i>	110	2,1804	70	3,5533	317	3,8958	9,6295	6,0762	2,9
9	<i>Casearia gossypiosperma</i>	90	1,7839	60	3,0457	216,5	2,6607	7,4903	4,4446	2,4
10	<i>Machaerium stipitatum</i>	70	1,3875	70	3,5533	200	2,4579	7,3987	3,8454	2,9

continua

continuação - TABELA 2

Nº	Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	H
11	<i>Croton floribundus</i>	110	2,1804	40	2,0305	235,5	2,8942	7,1051	5,0746	2,1
12	<i>Maytenus</i> sp	105	2,0813	60	3,0457	149,5	1,8373	6,9643	3,9186	1,4
13	<i>Myroxylon balsamum</i>	200	3,9643	40	2,0305	77,5	0,9524	6,9472	4,9167	0,4
14	<i>Centrolobium tomentosum</i>	95	1,8831	70	3,5533	107,5	1,3211	6,7575	3,2042	1,1
15	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	60	1,1893	50	2,5381	63	0,7742	4,5016	1,9635	1,1
16	<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	45	0,892	40	2,0305	126	1,5485	4,471	4,4405	2,8
17	<i>Bauhinia forficata</i>	25	0,4955	40	2,0305	139	1,7082	2,2342	2,2037	5,6
18	<i>Lippia urticoides</i>	25	0,4955	40	2,0305	104	1,2781	3,8041	1,7736	4,2
19	<i>Syzygium cumini</i>	60	1,1893	30	1,5228	46	0,5653	3,2774	1,7546	0,8
20	<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	20	0,3964	30	1,5228	103	1,2658	3,185	1,6622	5,2
21	<i>Cariniana estrellensis</i>	50	0,9911	30	1,5228	39,5	0,4854	2,9993	1,4765	0,8
22	<i>Luehea divaricata</i>	25	0,4955	30	1,5228	63,5	0,7804	2,7987	1,2759	2,5
23	<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	45	0,892	30	1,5228	26	0,3195	2,7343	1,2115	0,6
24	<i>Murraya paniculata</i>	25	0,4955	40	2,0305	9	0,1106	2,6366	0,6061	0,4
25	<i>Peschiera fucsiaefolia</i>	25	0,4955	30	1,5228	49,5	0,6083	2,6266	1,1038	2
26	<i>Leandra</i> sp	25	0,4955	30	1,5228	30,5	0,3748	2,3931	0,8703	1,2
27	<i>Rapanea umbellata</i>	40	0,7929	20	1,0152	40	0,4916	2,2997	1,2845	1
28	<i>Solanum swartzianum</i>	20	0,3964	30	1,5228	27,5	0,338	2,2572	0,7344	1,4
29	<i>Alchornea triplinervia</i>	20	0,3964	30	1,5228	25,5	0,3134	0,2326	0,7098	1,3
30	<i>Senna multijuga</i>	30	0,5946	20	1,0152	33,5	0,4117	2,0215	1,0063	1,1
31	<i>Campomanesia</i> sp	15	0,2973	20	1,0152	34	0,4178	1,7303	0,7151	2,3
32	<i>Trema micrantha</i>	10	0,1982	20	1,0152	41,5	0,51	1,7234	0,7082	4,2
33	<i>Pterogyne nitens</i>	10	0,1982	10	0,5076	82,5	1,0139	1,7197	1,2121	8,3
34	<i>Myrcia</i> sp	15	0,2973	20	1,0152	32,5	0,3994	1,7119	0,6967	2,2
35	<i>Allophylus petiolulatus</i>	10	0,1982	20	1,0152	32,5	0,3994	1,6128	0,5976	3,3
36	<i>Eugenia</i> sp	10	0,1982	20	1,0152	31	0,381	1,5944	0,5792	3,1
37	<i>Trichilia elegans</i>	10	0,1982	20	1,0152	29	0,3564	1,5698	0,5546	2,9
38	<i>Myrcia rostrata</i>	15	0,2973	20	1,0152	20	0,2519	1,5644	0,5492	1,4
39	<i>Rapanea ferruginea</i>	10	0,1982	20	1,0152	21	0,2581	1,4715	0,4563	2,1
40	<i>Cecropia pachystachya</i>	10	0,1982	20	1,0152	20,5	0,2519	1,4653	0,4501	2,1
41	<i>Machaerium</i> sp	20	0,3964	10	0,5076	45,5	0,5592	1,4632	0,9556	2,3
42	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	5	0,0991	10	0,5076	50	0,6145	1,2212	0,7136	10
43	<i>Matayba cristae</i>	15	0,2973	10	0,5076	25	0,3072	1,1121	0,6045	1,7
44	<i>Acnistus arborescens</i>	10	0,1982	10	0,5076	32,5	0,3994	1,1052	0,5976	3,3
45	<i>Actinostemon concolor</i>	10	0,1982	10	0,5076	31,5	0,3871	1,0929	0,5853	3,2
46	<i>Copaisera langsdorffii</i>	5	0,0991	10	0,5076	30	0,3687	0,9754	0,4658	6
47	<i>Maclura tinctoria</i>	5	0,0991	10	0,5076	30	0,3687	0,9757	0,4678	6
48	<i>Platypodium elegans</i>	5	0,0991	10	0,5076	30	0,3687	0,9754	0,4678	6
49	<i>Machaerium aculeatum</i>	5	0,0991	10	0,5076	27,5	0,338	0,9447	0,4371	5,5
50	Não ident. (Caesalpiniaceae)	5	0,0991	10	0,5076	25	0,3072	0,9139	0,4063	5
51	<i>Vernonia polyanthes</i>	5	0,0991	10	0,5076	20	0,2458	0,8525	0,3449	4
52	<i>Celtis pubescens</i>	5	0,0991	10	0,5076	15	0,1843	0,791	0,2834	3
53	<i>Jacaranda mimosaefolia</i>	5	0,0991	10	0,5076	15	0,1843	0,791	0,2834	3
54	<i>Trichilia pallida</i>	10	0,1982	10	0,5076	6	0,0737	0,7795	0,2719	0,6
55	<i>Senna bicapsularis</i>	5	0,0991	10	0,5076	12,5	0,1536	0,7603	0,2527	2,5
56	<i>Guatteria nigrescens</i>	5	0,0991	10	0,5076	11,5	0,1413	0,748	0,2404	2,3
57	<i>Styrax camporum</i>	5	0,0991	10	0,5076	10	0,1229	0,7296	0,222	2

continua

continuação - TABELA 2

Nº	Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	H
58	<i>Guapira opposita</i>	5	0,0991	10	0,5076	5,5	0,0676	0,6743	0,1667	1,1
59	<i>Machaerium villosum</i>	5	0,0991	10	0,5076	5,5	0,0676	0,6743	0,1667	1,1
60	<i>Rollinia parviflora</i>	5	0,0991	10	0,5076	5	0,0614	0,6681	0,1605	1
61	<i>Matayba eleagnoides</i>	5	0,0991	10	0,5076	4,5	0,0553	0,662	0,1544	0,9
62	Desconhecida	5	0,0991	10	0,5076	3,5	0,043	0,6497	0,1421	0,7
63	<i>Cedrela fissilis</i>	5	0,0991	10	0,5076	2,5	0,0307	0,6374	0,1298	0,5
64	<i>Licania tomentosa</i>	5	0,0991	10	0,5076	2,5	0,0307	0,6374	0,1298	0,5
65	<i>Cariniana legalis</i>	5	0,0991	10	0,5076	1,5	0,0184	0,6251	0,1175	0,3
	Total	5045	99,999	1970	99,999	8.137,00	99,9994	299,998	199,999	

A representação gráfica desses valores é mostrada na FIGURA 1 que permite observar em que proporção os parâmetros densidade, dominância e freqüência participaram dos valores de IVI e IVC. Visualiza-se, assim, que para *Stenolobium stans*, *Casearia sylvestris* e *Esenbeckia febrifuga* predomina o parâmetro dominância; para *Esenbeckia leiocarpa*,

*Anadenanthera macrocarpa* e *Myroxylon balsamum* predomina a densidade e para *Centrolobium tomentosum* e *Zanthoxylum rhoifolium* predomina a freqüência, enquanto para as demais espécies que completam os 75,7% do IVI ocorre equilíbrio entre dois ou três dos parâmetros analisados.

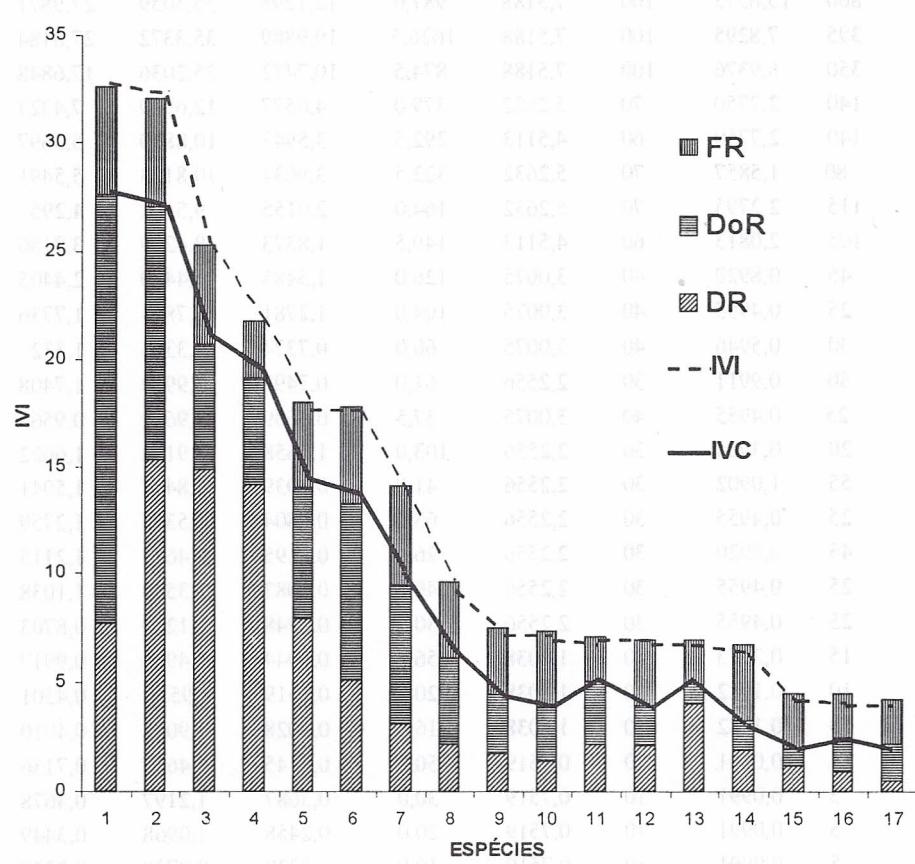


FIGURA 1 - Distribuição do IVI das espécies que totalizam 75,7% deste índice evidenciando os valores de freqüência (FR), dominância (DoR) e densidade (DR) relativos. A numeração das espécies corresponde à ordenação da TABELA 2.

A TABELA 3 apresenta as famílias ordenadas pelos valores de importância, destacando-se Mimosaceae, Rutaceae, Fabaceae, Bignoniaceae, Flacourtiaceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae e Caesalpiniaceae, que atingiram 74,8% do IVI.

Os dados de florística compilados por Leitão Filho (1987) mostram que as matas mesófilas semidecíduas de planalto são caracterizadas pela presença marcante de famílias como Fabaceae, Meliaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae e Myrtaceae, que apresentaram maior densidade de espécies. Comparativamente, no levantamento realizado, observa-se grande semelhança, em que

famílias como Fabaceae, Caesalpiniaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Meliaceae e Euphorbiaceae apareceram com número expressivo de espécies.

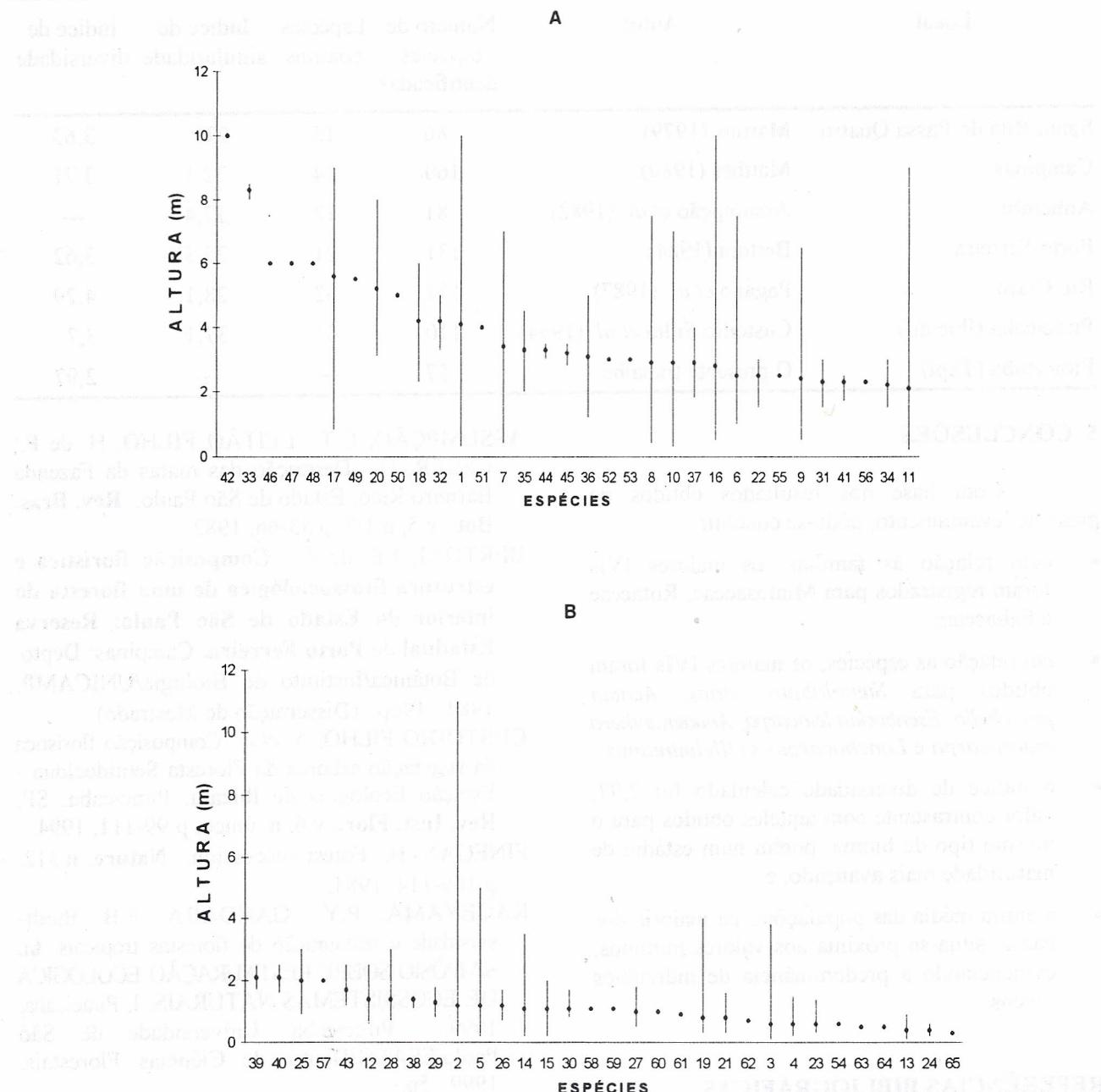
A análise fitossociológica revelou que as famílias que atingiram cerca de 75% do IVI foram Mimosaceae (53,7053), Rutaceae (40,2859), Fabaceae (35,5059), Bignoniaceae (35,3372), Flacourtiaceae (25,2036), Sapindaceae (12,6959), Euphorbiaceae (10,8810) e Caesalpiniaceae (10,8123). Comparando-se estes resultados com aqueles obtidos por Leitão Filho (1987), observa-se que somente três famílias - Fabaceae, Rutaceae e Euphorbiaceae ocupam as primeiras posições em IVI.

**TABELA 3 - Famílias recrutadas na Estação Experimental de Tupi, em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância (IVI).**

Nº de ordem	Família	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC	Nº de espécies
1	Mimosaceae	1490	29,5342	100	7,5188	1355,0	16,6523	53,7053	46,1865	2
2	Rutaceae	990	19,6234	100	7,5188	1069,5	13,1437	40,2859	32,7671	4
3	Fabaceae	800	15,8573	100	7,5188	987,0	12,1298	35,5059	27,9871	8
4	Bignoniaceae	395	7,8295	100	7,5188	1626,5	19,9889	35,3372	27,8184	2
5	Flacourtiaceae	350	6,9376	100	7,5188	874,5	10,7472	25,2036	17,6848	2
6	Sapindaceae	140	2,7750	70	5,2632	379,0	4,6577	12,6959	7,4327	4
7	Euphorbiaceae	140	2,7750	60	4,5113	292,5	3,5947	10,8810	6,3697	3
8	Caesalpiniaceae	80	1,5857	70	5,2632	322,5	3,9634	10,8123	5,5491	6
9	Myrtaceae	115	2,2795	70	5,2632	164,0	2,0155	9,5582	4,295	5
10	Celastraceae	105	2,0813	60	4,5113	149,5	1,8373	8,4299	3,9186	1
11	Lauraceae	45	0,8920	40	3,0075	126,0	1,5485	5,4480	2,4405	1
12	Verbenaceae	25	0,4955	40	3,0075	104,0	1,2781	4,7811	1,7736	1
13	Solanaceae	30	0,5946	40	3,0075	60,0	0,7374	4,3395	1,332	2
14	Myrsinaceae	50	0,9911	30	2,2556	61,0	0,7497	3,9964	1,7408	2
15	Meliaceae	25	0,4955	40	3,0075	37,5	0,4609	3,9639	0,9564	3
16	Rhamnaceae	20	0,3964	30	2,2556	103,0	1,2658	3,9178	1,6622	1
17	Lecythidaceae	55	1,0902	30	2,2556	41,0	0,5039	3,8497	1,5941	2
18	Tiliaceae	25	0,4955	30	2,2556	63,5	0,7804	3,5315	1,2759	1
19	Lythraceae	45	0,8920	30	2,2556	26,0	0,3195	3,4671	1,2115	1
20	Apocynaceae	25	0,4955	30	2,2556	49,5	0,6083	3,3594	1,1038	1
21	Melastomataceae	25	0,4955	30	2,2556	30,5	0,3748	3,1259	0,8703	1
22	Umaceae	15	0,2973	20	1,5038	56,5	0,6944	2,4955	0,9917	2
23	Cecropiaceae	10	0,1982	20	1,5038	20,5	0,2519	1,9539	0,4501	1
24	Annonaceae	10	0,1982	20	1,5038	16,5	0,2028	1,9048	0,4010	2
25	Arecaceae	5	0,0991	10	0,7519	50,0	0,6145	1,4655	0,7136	1
26	Moraceae	5	0,0991	10	0,7519	30,0	0,3687	1,2197	0,4678	1
27	Compositae	5	0,0991	10	0,7519	20,0	0,2458	1,0968	0,3449	1
28	Styracaceae	5	0,0991	10	0,7519	10,0	0,1229	0,9739	0,2220	1
29	Nyctaginaceae	5	0,0991	10	0,7519	5,5	0,0676	0,9186	0,1667	1
30	Desconhecida	5	0,0991	10	0,7519	3,5	0,0430	0,894	0,1421	1
31	Chrysobalanaceae	5	0,0991	10	0,7519	2,5	0,0307	0,8817	0,1298	1
TOTAL		99,9997	1.330	100,0001	8137,0	100,0001	299,9998	199,9998	65	

Observando-se a FIGURA 2, tem-se que 20 espécies foram amostradas com um indivíduo, e que a grande maioria com mais de um indivíduo apresenta os respectivos valores médios próximos ao valor mínimo do parâmetro altura,

dentro da amplitude de variação. Pressupõe-se, com isso, tratar-se de populações com predominância de indivíduos jovens, que foram recrutados por vias abióticas e bióticas, conforme Mariano *et al.* (1998).



**FIGURA 2 (A e B) -** Variação das espécies componentes do levantamento, em ordem decrescente da altura média. A numeração das espécies corresponde à ordenação da TABELA 2. *Trichilia pallida* apresenta dois indivíduos com a mesma altura (0,6 m).

Embora o número de espécies levantadas no presente trabalho seja menor que o apresentado nos demais levantamentos (TABELA 4), os dados comparativos (espécies comuns, índice de similaridade

e índice de diversidade) mostraram-se coerentes, provavelmente por tratar-se, neste caso, de uma floresta jovem, com espécies incorporadas há menos de vinte anos.

**TABELA 4 - Dados comparativos entre seis levantamentos realizados em mata mesófila semidecídua e o utilizado no presente trabalho.**

Local	Autor	Número de espécies identificadas	Espécies comuns	Índice de similaridade	Índice de diversidade
Santa Rita do Passa Quatro	Martins (1979)	86	15	21	3,63
Campinas	Matthes (1980)	160	24	22,1	3,71
Anhembi	Assumpção et al. (1982)	81	12	17,4	---
Porto Ferreira	Bertoni (1984)	131	21	22,3	3,62
Rio Claro	Pagano et al. (1987)	171	32	28,1	4,29
Piracicaba (Ibicatu)	Custodio Filho et al. (1994)	110	31	37,1	3,7
Piracicaba (Tupi)	O presente trabalho	57	---	---	2,97

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente levantamento, pôde-se concluir:

- com relação às famílias, os maiores IVIs foram registrados para Mimosaceae, Rutaceae e Fabaceae;
- em relação às espécies, os maiores IVIs foram obtidos para *Stenolobium stans*, *Acacia polyphylla*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Lonchocarpus guilleminianus*;
- o índice de diversidade calculado foi 2,97, valor contrastante com aqueles obtidos para o mesmo tipo de bioma, porém num estádio de maturidade mais avançado, e
- a altura média das populações, na maioria dos casos, situa-se próxima aos valores mínimos, evidenciando a predominância de indivíduos jovens.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONSON, J. et al. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semiarid lands. *Restoration Ecology*, v.1, n.3, p.168-186, 1993.

ASSUMPÇÃO, C.T.; LEITÃO FILHO, H. de F.; CESAR, O. Descrição das matas da Fazenda Barreiro Rico, Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Bot.*, v.5, n.1/2, p.53-66, 1982.

BERTONI, J.E. de A. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta do interior do Estado de São Paulo: Reserva Estadual de Porto Ferreira. Campinas: Depto. de Botânica/Instituto de Biologia/UNICAMP, 1984. 196p. (Dissertação de Mestrado)

CUSTODIO FILHO, A. et al. Composição florística da vegetação arbórea da Floresta Semidecídua - Estação Ecológica de Ibicatu, Piracicaba, SP. *Rev. Inst. Flor.*, v.6, n. único, p.99-111, 1994.

FINEGAN, B. Forest succession. *Nature*, n.312, p.109-114, 1984.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Biodiversidade e restauração de florestas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS NATURAIS, I, Piracicaba, 1999. Piracicaba: Universidade de São Paulo/ESALQ/Dept. de Ciências Florestais, 1999. 5p.

KÖPPEN, W. *Climatología*. México: Editora Fondo de Cultura Económica, 1948. 207p.

LEITÃO FILHO, H. de F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. IPEF, n.35, p.41-46, 1987.

MARIANO, G. et al. Fitossociologia da regeneração natural sob plantio heterogêneo em Piracicaba, SP.

- LOPES, W. de P.; SILVA, A.F. da. Estrutura fitossociológica da vegetação arbórea na "região do vinhático" - Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais. CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49, Salvador, 1998. Resumos. Salvador: Universidade Federal da Bahia. p.391.
- MARIANO, G. et al. Regeneração natural em área à margem de represa no município de Piracicaba, SP. *Rev. Inst. Flor.*, v.10, n.1, p.81-93, 1998.
- MARTINEZ-RAMOS, M.; ALVAREZ-BUYLLA, G.; SARUKHAN, J. Tree demography and gap dynamics in a tropical rain forest. *Ecology*, v.70, n.3, p.555-558, 1989.
- MARTINS, F.R. O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo-Parque Estadual da Vassununga. São Paulo: Instituto de Biociências/USP, 1979. 239p. (Tese de Doutorado)
- MATTHES, L.A.F. Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista (Bosque dos Jequitibás, Campinas-SP). Campinas: Depto. de Botânica/Instituto de Biologia/UNICAMP, 1980. 209p. (Dissertação de Mestrado)
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley and Sons, 1974. 574p.
- PAGANO, S. N.; CESAR, O.; ASSIS, A. de. Fitossociologia comparativa: Área preservada e área perturbada pelo fogo em Mata Mesófila semidecidua, Rio Claro, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46, Ribeirão Preto, 1995. Resumos. Universidade de São Paulo, 1995. p. 102.
- \_\_\_\_\_.; LEITÃO FILHO, H. de F.; SHEPERD, G.J. Estudo fitossociológico em Mata Mesófila semidecidua no município de Rio Claro, Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Bot.*, v.10, p.49-6, 1987.
- PIELOU, E.C. *Ecological diversity*. New York: John Wiley and Sons, 1975. 325p.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; COSA, L.G.S.; REIS, A. Estratégia de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v.3, p.676-68.
- RODRIGUES, R.R. Restauração de florestas tropicais: indicadores de avaliação e monitoramento vegetal. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS NATURAIS, I, Piracicaba, 1999. Piracicaba: Universidade de São Paulo/ESALQ/Depto. de Ciências Florestais, 1999. 8p.
- VEIGA, A. de A. Balanços hídricos das dependências da Divisão de Florestas e Estações Experimentais. São Paulo: Instituto Florestal, 1975. 34p. (mimeogr.)
- VIDAL TORRADO, P. Pedogênese e morfogênese no distrito de Tupi (Piracicaba, SP). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1994. 169p. (Tese de Doutorado)
- VOLPATO, M.M.L. et al. Estudo de florística e diversidade da regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de mata atlântica. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46, Ribeirão Preto, 1995. Resumos. Universidade de São Paulo, 1995. p.127.



# VARIAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus saligna* AOS 7 ANOS\*

Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos. Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM\*\* Hilton Thadeu Zarate do COUTO\*\*\* Laura SPEGIORIN\*\* Finê Thomaz ROCHA\*\*

## RESUMO

A variação das dimensões dos elementos anatômicos do lenho tem um efeito marcante sobre a qualidade da madeira e o produto final. Visando obter melhores informações sobre o assunto, foram coletadas amostras de árvores dominante, intermediária e dominada de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos, com o objetivo de verificar as variações das dimensões dos elementos anatômicos no sentido medula-casca e base-topo. De cada árvore foram retirados discos de madeira na base, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. De cada disco foram demarcados corpos de prova a 0%, 50% e 100% do raio. Os elementos anatômicos foram medidos através de análise de imagens. Os resultados permitem concluir que: a- das classes sociológicas, a menos indicada para papel e celulose foi a dominante por apresentar alto teor de parênquima radial; b- os maiores valores de fibras foram encontrados a 25% da altura comercial, os vasos apresentaram os maiores diâmetros a 50% da altura e maiores comprimentos e freqüência no topo, e c- o comprimento, diâmetro e parede das fibras, o comprimento e diâmetro tangencial dos vasos e a altura e largura dos raios em micrômetros foram crescentes da medula para a casca.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus saligna*; elementos anatômicos; variação medula-casca e base-topo.

## 1 INTRODUÇÃO

As variações nas propriedades da madeira dentro e entre árvores têm sido alvo de diversos trabalhos de pesquisa nos últimos anos. O interesse tem se intensificado, principalmente, relacionado às fibras e ao produto final de uma determinada madeira. Entretanto, outros elementos estruturais da madeira das folhosas, tais como vasos e parênquimas (radial e axial), devem ser considerados

Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM\*\*  
Hilton Thadeu Zarate do COUTO\*\*\*  
Laura SPEGIORIN\*\*  
Finê Thomaz ROCHA\*\*

## ABSTRACT

The variation in the dimensions of the anatomical elements of the xylem has a marked effect on the quality of wood and on the final product. In order to gather further information about this subject samples were collected of dominant, intermediate and dominated *Eucalyptus saligna* trees of 7 years old. The aim is to analyze the variation in the dimensions of the anatomical elements in the pith-bark and base-top directions. From each tree wood disks from the base, 25%, 50%, 75% and 100% of the commercial height were removed. From each disk samples at 0%, 50% and 100% of the radius were defined. The anatomical elements were measured through image analysis. The results indicate that: a- of all sociological classes, the dominant is the least indicated for paper and cellulose because it shows high content of radial parenchyma; b- the highest fiber values were found at 25% of commercial height, the vessels showing the largest diameters at 50% of the height and the largest lengths and frequency at the top, and c- the length diameter and wall of the fibers, the tangential length and diameter of the vessels, and the height and width of the rays in micrometer were found to increase from pith to bark.

**Key words:** *Eucalyptus saligna*; anatomical elements; pith-bark and base-top variation.

componentes importantes. Os vasos apresentam características bastante variadas. A sua freqüência e diâmetro exercem influência marcante nas características superficiais dos papéis para impressão e afetam determinantemente no movimento de líquidos, fator importante no processo de tratamento de preservação da madeira. Também a alta freqüência de vasos e a abundância do parênquima podem diminuir a resistência mecânica da madeira.

(\*) Trabalho realizado sob patrocínio da FAPESP. Aceito para publicação em dezembro de 2000.

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

(\*\*\*) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Caixa Postal 99, 13.400-970, Piracicaba, SP, Brasil.

A madeira de *Eucalyptus saligna* tem sido indicada para usos generalizados. Em especial, é indicada para laminação, móveis, estruturas, caixotaria, postes, escorras, mourões, carvão e celulose. No Estado de São Paulo é confundida com o *Eucalyptus grandis* em função das afinidades existentes entre elas, embora *E. saligna* apresente maior densidade. A espécie apresenta ainda, suscetibilidade às geadas severas, tolera fogo baixo e tem alta capacidade de regeneração por brotação das cepas (Hillis & Brown, 1978).

O presente trabalho tem como objetivos verificar as variações dos elementos anatômicos no sentido radial (medula - casca) e longitudinal (base - topo) do tronco das árvores de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos de idade.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Além das variações observadas entre famílias, gêneros, espécies, procedências, povoamentos e entre árvores, elas são encontradas também dentro da árvore, tanto no sentido longitudinal, como radial. Para árvores de *E. saligna* com 6 anos de idade, por exemplo, desenvolvidas em Rio Claro - SP, Santos (1961), observando as dimensões das fibras no sentido radial de discos de madeira retirados a 0,50 m de altura, verificou um aumento no comprimento das fibras de 0,80 para 1,29 mm nas amostras coletadas próximas da medula e da casca, respectivamente, havendo uma forte correlação entre o comprimento e a idade dos anéis de crescimento.

Santos & Nogueira (1971), caracterizaram a madeira juvenil e adulta de *E. saligna*, com 21 anos de idade, através de análise dos anéis de crescimento e comprimento das fibras. No sentido radial das amostras retiradas no DAP (1,30 m), houve um aumento gradativo no comprimento das fibras até 9 e 10 anos. A partir daí, atingiram valores constantes.

Diferenças nas propriedades da madeira, foram verificadas por Sardinha & Hughes (1978/1979), em *E. saligna* procedentes de Angola. Os autores observaram variações entre árvores, como aumento da densidade, comprimento e diâmetro das fibras, em função da idade. No sentido axial, a densidade decresceu até 5 - 15% da altura, quando aumentou até cerca de 65% da altura.

Para as espécies do gênero *Eucalyptus*, Barrichelo & Brito (1976) verificaram que os valores normalmente encontrados para comprimento de fibras variaram de 0,75 a 1,30 mm e a espessura da parede da fibra de 2,5 a 6,0 µm. Segundo Tomazello Filho (1985), essa variação ocorre quando as células cambiais passam a produzir elementos com maiores dimensões ao longo do raio, até atingirem a estabilização em idades mais avançadas das árvores.

Para a variável espessura de parede das fibras, Foelkel et al. (1983) e Carpim et al. (1985) constataram que a sua tendência é aumentar no sentido radial.

Segundo Barrichelo & Brito (1976), geralmente são observados valores entre 12 a 20 µm para a largura das fibras. Entretanto, Shimoyama (1990) afirma que existem dúvidas quanto a influência da largura das fibras na densidade básica da madeira.

Com relação ao diâmetro do lume das fibras, Barrichelo & Brito (1976) encontraram em espécies de *Eucalyptus*, valores na faixa de 6,0 a 10 µm e não verificaram tendência de variação dentro da árvore.

Para as dimensões dos elementos vasculares, Arulchelvam (1971) verificou para *E. robusta*, um aumento no comprimento dos vasos, diâmetro e freqüência por mm<sup>2</sup> até uma distância de 19 a 22 cm da medula, quando então decresceu.

Tomazello Filho (1983), observa que nas regiões próximas à medula, o diâmetro dos vasos mostra-se menor, porém, sua freqüência é maior para as oito espécies de *Eucalyptus*. Sendo assim, a área ocupada pelos vasos em unidade ou percentagem, geralmente não é alterada de uma região para outra.

Mudança dimensional na largura dos vasos foi descrita por Carvalho (1962) em várias alturas do fuste de *Eucalyptus globulus*. Entretanto, o autor descreve que o gradiente de variação é maior na base. Clarke et al. (1997) estudaram nove espécies de *Eucalyptus* e verificaram que o diâmetro dos vasos variou muito dentro e entre espécies. A mesma variação ocorreu com a freqüência de vasos por mm<sup>2</sup>. Em geral, a variação dos valores das dimensões dos vasos e raios dentro da árvore foi maior do que aquela ocorrida para as dimensões das fibras. Os autores verificaram que a freqüência de raios varia mais entre árvores do que entre espécies. Entretanto, para todas as três árvores de *E. saligna* estudadas, encontraram alta freqüência de raios.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se a espécie *Eucalyptus saligna* Smith de povoamentos implantados no município de Telêmaco Borba (PR) - Klabin, aos 7 anos de idade, plantados em espaçamento de 2,5 x 2,5 m.

Foram selecionadas árvores por classe sociológica, segundo Zobel & Buijtenen (1989) (dominante, intermediária e dominada). Através de uma seleção casual, elegeu-se uma árvore por classe.

Para a coleta do material lenhoso, utilizou-se o método destrutivo. De cada indivíduo arbóreo, retirou-se um disco de madeira com casca nas alturas: base, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial.

Dos discos de madeira foram retiradas amostras com 3 cm de largura da medula até a casca, utilizando-se uma serra fita. Destas amostras

foram obtidos corpos de prova orientados, com dimensões aproximadas de 2 x 1,5 x 2 cm nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial, respectivamente, na região da medula (0%), a 50% da distância entre a medula e a casca e próximo à casca (100%) (FIGURAS 1 e 2).

Para a realização dos cortes histológicos, dos corpos de prova nos planos acima descritos, utilizou-se micrótomo de deslize. As lâminas foram montadas utilizando-se a técnica segundo Jeffrey apud Johansen (1940).

Foram retiradas pequenas porções ou fragmentos de madeira de cada corpo de prova, dissociadas em material macerado e montadas lâminas provisórias segundo o método de Jeffrey apud Johansen (1940). Este procedimento possibilitou a mensuração das fibras e comprimento dos elementos vasculares.

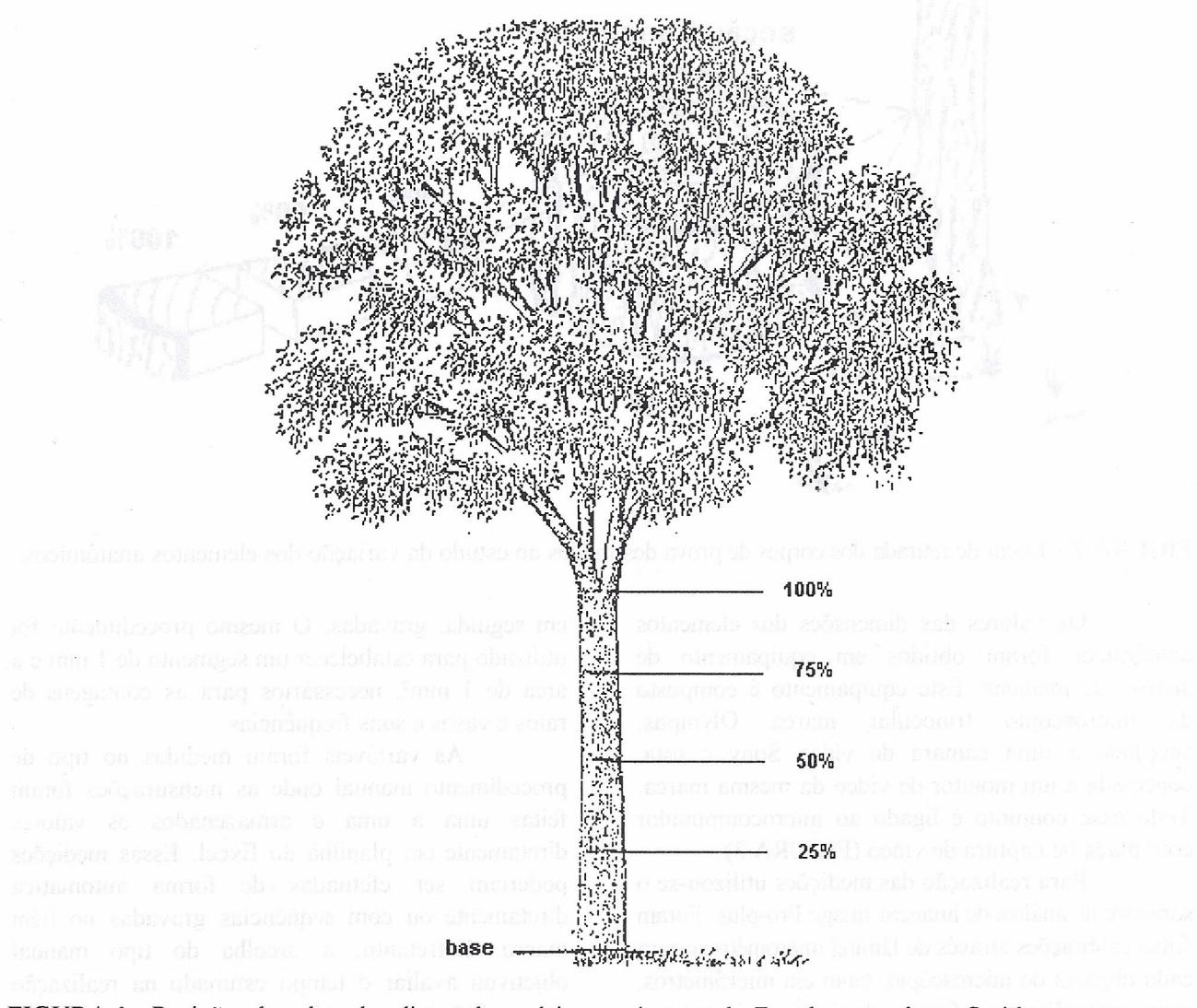
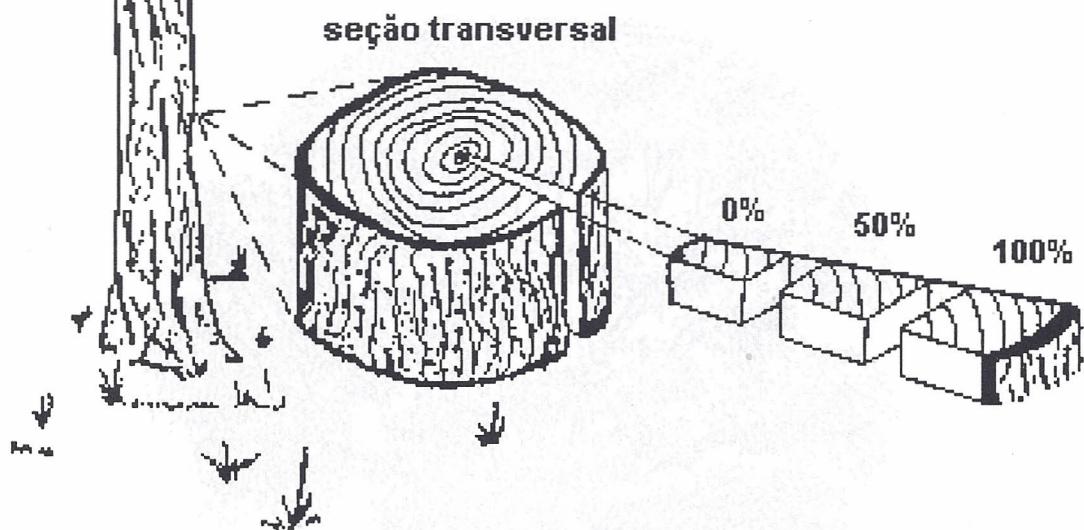


FIGURA 1 - Posições de coleta dos discos de madeira nas árvores de *Eucalyptus saligna* Smith.

A detailed botanical line drawing of a tree's flowering branch. The central stem is vertical, with several large, serrated leaves branching off to the left. At the very top of the stem and along its upper portion are numerous small, round clusters of flowers or fruits, some with short stalks and others appearing directly from the stem. The drawing uses fine lines and cross-hatching to show texture and depth.



**FIGURA 2** - Local de retirada dos corpos de prova destinados ao estudo da variação dos elementos anatômicos.

Os valores das dimensões dos elementos anatômicos foram obtidos em equipamento de análise de imagens. Este equipamento é composto de microscópio trinocular marca Olympus, acoplado à uma câmara de vídeo Sony e esta, conectada a um monitor de vídeo da mesma marca. Todo esse conjunto é ligado ao microcomputador com placa de captura de vídeo (FIGURA 3).

Para realização das medições utilizou-se o software de análise de imagem Image Pro-plus. Foram feitas calibrações através de lâmina micrométrica para cada objetiva do microscópio, tanto em micrômetros, como em milímetros, foram adquiridas as imagens e,

em seguida, gravadas. O mesmo procedimento foi utilizado para estabelecer um segmento de 1 mm e a área de 1 mm<sup>2</sup>, necessários para as contagens de raios e vasos e suas freqüências.

As variáveis foram medidas no tipo de procedimento manual onde as mensurações foram feitas uma a uma e armazenados os valores diretamente em planilha do Excel. Essas medições poderiam ser efetuadas de forma automática diretamente ou com seqüências gravadas no item macro. Entretanto, a escolha do tipo manual objetivou avaliar o tempo estimado na realização das medições.

FLORSHEIM, S. M. B. et al. Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos.

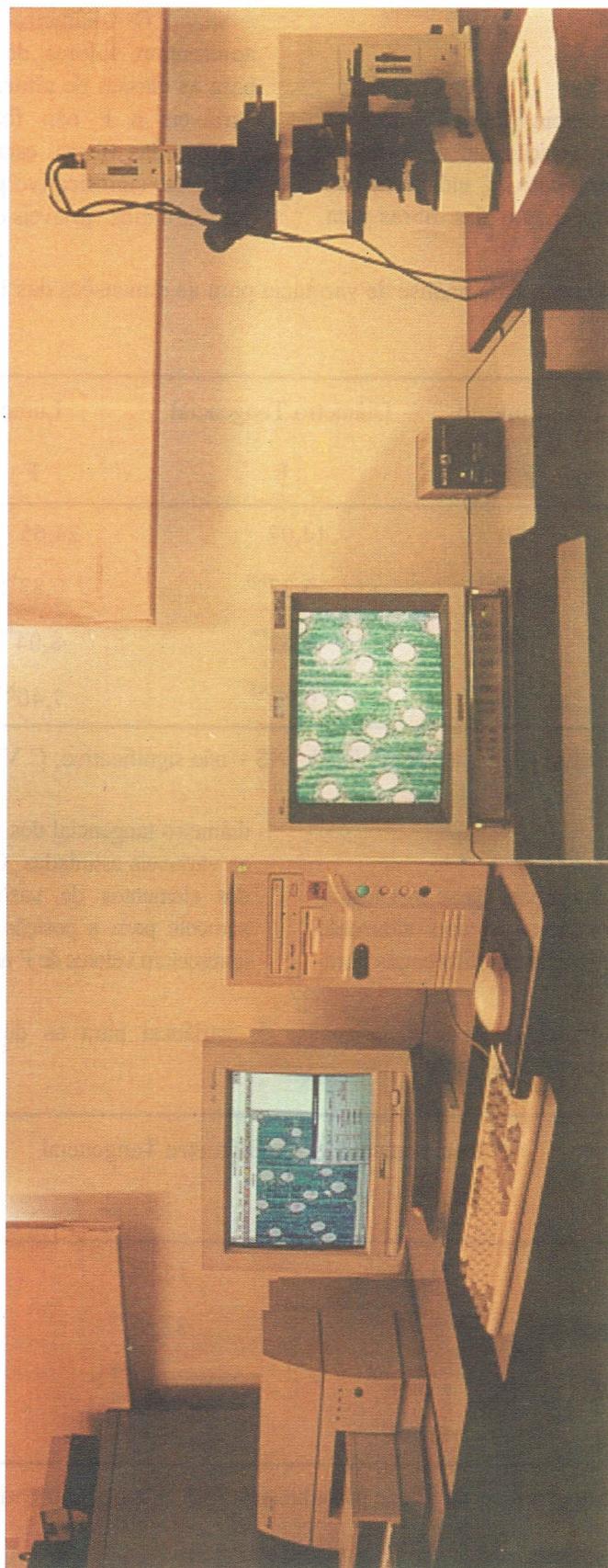


FIGURA 3 - Equipamento de análise de imagens digitais.

FLORSHEIM, S. M. B. et al. Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise de Variância

#### 4.1.1 Fibra

A análise de variância (TABELA 1) para classe sociológica, altura e posição radial, apresenta valores de F altamente significativos, indicando que existem diferenças do comprimento das fibras para

a variável posição radial. Nas demais variáveis estudadas, o F não foi significativo.

O diâmetro e o lume das fibras apresentam valores de F altamente significativos para as classes de altura na árvore. Para as demais variáveis o F não foi significativo. Quanto às paredes das fibras, estas apresentaram valor de F altamente significativo para a posição radial, sendo para as outras variáveis o valor de F não significativo.

TABELA 1 - Resultado do teste F da análise de variância para as dimensões das fibras de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos.

	Comprimento	Diâmetro Tangencial	Lume	Parede
	F	F	F	F
C.V.	13,20	14,07	24,65	21,80
Classe sociológica	0,33 <sup>NS</sup>	5,37 <sup>NS</sup>	0,83 <sup>NS</sup>	5,73 <sup>NS</sup>
Altura na árvore	4,60 <sup>NS</sup>	8,62 <sup>**</sup>	8,04 <sup>**</sup>	0,36 <sup>NS</sup>
Posição radial	133,13 <sup>**</sup>	0,92 <sup>NS</sup>	7,40 <sup>NS</sup>	23,25 <sup>**</sup>

Onde: \*\* = significativo a nível de 5% de probabilidade; NS = não significativo; C.V. = coeficiente de variação.

#### 4.1.2 Vasos

A análise de variância para classe sociológica, altura e posição radial, mostra valores de F altamente significativos, indicando que existem diferenças para

diâmetro tangencial dos vasos e freqüência/mm<sup>2</sup>, entre as variáveis estudadas. O valor de F para comprimento dos elementos de vasos é altamente significativo, somente para a posição radial, os demais encontrados apresentam valores de F não significativos (TABELA 2).

TABELA 2 - Resultados do teste F da análise de variância para as dimensões dos vasos de *E. saligna* aos 7 anos.

	Comprimento	Diâmetro Tangencial	Freqüência/mm <sup>2</sup>
	F	F	F
C.V.	21,43	15,78	20,88
Classe sociológica	5,739 <sup>NS</sup>	32,68 <sup>**</sup>	73,97 <sup>**</sup>
Altura na árvore	0,58 <sup>NS</sup>	7,66 <sup>**</sup>	60,37 <sup>**</sup>
Posição radial	74,30 <sup>**</sup>	223,42 <sup>**</sup>	138,99 <sup>**</sup>

Onde: \*\* = significativo a nível de 5% de probabilidade; NS = não significativo; C.V. = coeficiente de variação.

#### 4.1.3 Raios

A análise de variância para classe sociológica, altura e posição radial (TABELA 3), apresenta valores de F altamente significativos indicando que existem diferenças para largura dos raios em  $\mu\text{m}$  e frequência de raios por mm em todas as variáveis analisadas. Para a largura de raios em número de células,

o valor de F é altamente significativo para classe sociológica e altura. Quanto à altura dos raios em número de células, o valor de F é altamente significativo para classe sociológica da árvore e posição radial.

O valor de F foi significativo a nível de 5% de probabilidade para largura dos raios em número de células na variável posição radial. Os demais valores de F encontrados não foram significativos.

TABELA 3 - Resultados do teste F da análise de variância para as dimensões dos raios de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos.

	Altura ( $\mu\text{m}$ )	Altura n° de células	Largura ( $\mu\text{m}$ )	Largura n° de células	Freqüência/mm
	F	F	F	F	F
C.V.	33,40	35,73	17,20	22,52	11,32
Classe sociológica	10,38**	14,04**	408,33**	200,04**	170,86**
Altura na árvore	2,06 <sup>NS</sup>	1,77 <sup>NS</sup>	40,88**	18,11**	15,44**
Posição radial	0,50 <sup>NS</sup>	13,16**	17,52**	8,20*	151,73**

Onde: \* = significativo a nível de 1% de probabilidade; \*\* = significativo a nível de 5% de probabilidade; NS = não significativo; C.V.= coeficiente de variação.

#### 4.2 Posição Sociológica

##### 4.2.1 Fibras

Analizando a TABELA 4 pode-se observar que a classe dominada apresenta os maiores valores de comprimento e lume das fibras, enquanto a classe dominante apresenta maiores valores de diâmetro tangencial e parede das fibras. Na classe intermediária foram encontrados os menores valores de diâmetro tangencial e parede das fibras.

Resultados semelhantes foram verificados por Koltzenburg (1967), para *Fagus sylvatica*, onde o comprimento dos traqueídeos das diferentes classes sociológicas mudavam com a idade. Inicialmente, o autor

estudou árvores com 20 a 30 anos e observou que os traqueídeos eram mais compridos nas árvores dominadas e intermediárias, mas que acima dessa idade, os maiores valores de comprimento foram observados em árvores dominantes. Schultz-Dewitz (1960), observou tanto nas árvores dominadas quanto nas intermediárias de uma espécie do gênero *Picea*, que as fibras eram mais curtas do que nas árvores dominantes.

Apesar dos resultados encontrados para *E. saligna* aos 7 anos onde a classe dominada apresenta o maior valor de comprimento de fibras e o menor valor na classe dominante, estes não diferiram estatisticamente, ou seja, parece não ter relação com a posição sociológica ou disponibilidade de luz.

TABELA 4 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões das fibras de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição sociológica.

Classe sociológica	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Lume ( $\mu\text{m}$ )	Parede ( $\mu\text{m}$ )
Dominada	862,62 <sup>a</sup>	17,97 <sup>ab</sup>	9,90 <sup>a</sup>	4,04 <sup>b</sup>
Intermediária	857,03 <sup>a</sup>	17,48 <sup>b</sup>	9,56 <sup>a</sup>	3,96 <sup>b</sup>
Dominante	851,68 <sup>a</sup>	18,49 <sup>a</sup>	9,87 <sup>a</sup>	4,31 <sup>a</sup>

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

Para as classes estudadas, pode-se verificar que o valor médio aproximado do comprimento das fibras é de 0,90 mm, uma das características do gênero *Eucalyptus*. As fibras curtas fazem com que o papel produzido por essas madeiras, apresentem menor resistência principalmente ao rasgo, quando comparadas ao produto obtido de madeira de fibras mais longas.

#### 4.2.2 Vasos

Na TABELA 5 são apresentadas as dimensões de vasos para cada posição sociológica estudada. Pode-se verificar o menor comprimento dos elementos vasculares na classe dominante, sendo os demais valores estatisticamente diferentes. Os maiores diâmetros, bem como a menor freqüência de vasos foram verificados na classe dominante,

enquanto o menor valor de diâmetro e maior freqüência dos vasos foram observados na classe intermediária.

Koltzenburg (1967), ao estudar *Fagus sylvatica* verificou que a classe dominante produziu maior diâmetro de vasos nos anéis anuais, atribuindo a esse fato a maior disponibilidade de luz. Tal resultado corrobora com o presente estudo. Entretanto, von Pechmam (1958) apud Zobel & Buijtenen (1989), encontrou maior freqüência de tecido condutor em árvores dominantes.

Através dos resultados, observa-se que a classe dominante e a classe intermediária, apesar da diferença dos valores encontrados, se equivalem e ocasionariam problemas para papéis de impressão e escrita. Segundo Foelkel (1998), elementos de vasos largos e numerosos são problemáticos para papéis de impressão.

TABELA 5 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos vasos de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição sociológica.

Classe sociológica	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Freqüência/ $\text{mm}^2$
Dominada	535,07 <sup>a</sup>	106,50 <sup>b</sup>	15,87 <sup>b</sup>
Intermediária	523,41 <sup>a</sup>	100,77 <sup>c</sup>	16,83 <sup>a</sup>
Dominante	491,50 <sup>b</sup>	117,06 <sup>a</sup>	12,41 <sup>c</sup>

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

#### 4.2.3 Raios

Através da TABELA 6 verifica-se a variação das dimensões do parênquima radial em função das classes sociológicas estudadas. Na classe dominante foram encontrados os maiores valores de altura, largura e freqüência de raios e, diferem estatisticamente das demais. Para a classe intermediária observa-se as menores alturas dos raios ( $\mu\text{m}$  e número de células) e larguras (número de células). Na classe dominada verifica-se os menores valores de largura ( $\mu\text{m}$ ) e freqüência de raios.

Resultados semelhantes foram encontrados por Schultz-Dewitz (1960), para uma espécie do gênero *Picea*, que apresentava raios finos e pouco freqüentes em árvores dominadas e intermediárias. O mesmo autor (1959), verificou que os raios eram mais altos em árvores dominantes.

Os resultados encontrados para a classe dominante de *E. saligna* sugerem ser essa madeira menos recomendada para a fabricação de papéis sanitários (tissue), onde as propriedades desejadas são maciez, suavidade ao tato, absorção, resistência, e baixo teor de células de parênquima, segundo Foelkel (1998).

TABELA 6 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos raios de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição sociológica.

Classe sociológica	Altura ( $\mu\text{m}$ )	Altura (nº células)	Largura ( $\mu\text{m}$ )	Largura (nº células)	Freqüência/ $\text{mm}^2$
Dominada	241,09 <sup>b</sup>	12,73 <sup>b</sup>	15,61 <sup>b</sup>	1,05 <sup>b</sup>	10,43 <sup>c</sup>
Intermediária	234,70 <sup>b</sup>	11,51 <sup>b</sup>	15,58 <sup>b</sup>	1,00 <sup>b</sup>	12,06 <sup>b</sup>
Dominante	277,41 <sup>a</sup>	14,42 <sup>a</sup>	25,05 <sup>a</sup>	1,60 <sup>a</sup>	13,59 <sup>a</sup>

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

### 4.3 Variação Longitudinal (Base - Topo)

#### 4.3.1 Fibras

Através da TABELA 7, observa-se que os maiores valores das dimensões das fibras foram encontrados a 25% da altura das árvores. O menor comprimento foi verificado na base, os menores diâmetros tangenciais foram localizados a 75% e 100%, o menor valor de lume foi encontrado a 100% e a menor espessura da parede das fibras a 50% da altura comercial.

Zobel & Buijtenen (1989), citam que existe uma variação no comprimento das fibras ao longo do caule e o mais comum é encontrar fibras levemente mais compridas na base do que no topo. Entretanto, Taylor (1971) verificou que o comprimento de fibras aumenta com a altura e Taylor (1973) detectou em

*Eucalyptus grandis* que o comprimento não foi afetado. Florsheim & Tomazello Filho (1996), observaram na base, os menores valores de comprimento de fibras, embora não tivessem detectado um padrão de variação.

Florsheim & Tomazello Filho (1996), verificaram que o diâmetro tangencial das fibras decresce na altura do DAP, a partir do qual cresce em direção a copa. Concordando com o resultado encontrado por Carvalho (1962). Entretanto, Castro & Silva (1986) verificou uma diminuição da largura das fibras com a altura do tronco.

Para o lume a diminuição com a altura também foi verificada por Sardinha & Hughes (1978/1979) e Florsheim & Tomazello Filho (1996). A mesma tendência foi verificada para espessura das paredes.

TABELA 7 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões das fibras de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - variação longitudinal.

Altura na árvore (%)	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Lume ( $\mu\text{m}$ )	Parede ( $\mu\text{m}$ )
0 (base)	832,05 <sup>b</sup>	18,45 <sup>ab</sup>	10,26 <sup>a</sup>	4,09 <sup>a</sup>
25	895,81 <sup>a</sup>	19,03 <sup>a</sup>	10,65 <sup>a</sup>	4,19 <sup>a</sup>
50	839,82 <sup>b</sup>	17,76 <sup>bc</sup>	9,70 <sup>ab</sup>	4,03 <sup>a</sup>
75	867,51 <sup>ab</sup>	17,18 <sup>c</sup>	8,99 <sup>b</sup>	4,09 <sup>a</sup>
100 (topo)	844,99 <sup>b</sup>	17,18 <sup>c</sup>	8,91 <sup>b</sup>	4,10 <sup>a</sup>

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

#### 4.3.2 Vasos

Na TABELA 8, pode-se observar que os menores valores das dimensões dos vasos foram encontrados na base. O maior comprimento e freqüência dos vasos foram verificados a 100% da altura. O maior diâmetro tangencial foi observado a 50% da altura.

No resultado verificado para comprimento de vasos, pode-se observar o menor valor na base e o maior no topo. O mesmo resultado foi verificado por Florsheim et al. (1999) para aroeira. Entretanto, Taylor (1971) estudou *Celtis occidentalis* e concluiu que não há padrão de variação para comprimento de vasos.

TABELA 8 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos vasos de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - variação longitudinal.

Altura na árvore (%)	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro Tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Freqüência/ $\text{mm}^2$
0 (base)	502,84 <sup>a</sup>	102,21 <sup>b</sup>	12,29 <sup>d</sup>
25	520,12 <sup>a</sup>	107,76 <sup>ab</sup>	13,39 <sup>d</sup>
50	524,09 <sup>a</sup>	114,39 <sup>a</sup>	15,09 <sup>e</sup>
75	514,26 <sup>a</sup>	112,38 <sup>a</sup>	16,69 <sup>b</sup>
100 (topo)	524,42 <sup>a</sup>	103,64 <sup>b</sup>	19,50 <sup>a</sup>

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

Um aumento até o meio do tronco, após o qual decresceu em direção ao topo da árvore, também foi verificado por Nguyen (1977) para *Eucalyptus dalrympleana*.

A freqüência dos vasos foi crescente da base para o topo. Davidson (1972) verificou para *Eucalyptus deglupta* que o número de vasos por unidade de área permaneceu constante ou que há uma variação imprevisível da base para o topo.

#### 4.2.3 Raios

Na TABELA 9, pode-se verificar que os maiores valores das dimensões de raio estudadas,

**TABELA 9 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos raios de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - variação longitudinal.**

Altura na árvore (%)	Altura (μm)	Altura (nº células)	Largura (μm)	Largura (nº células)	Freqüência/mm
0 (base)	272,76 <sup>a</sup>	13,94 <sup>a</sup>	22,01 <sup>a</sup>	1,40 <sup>a</sup>	12,97 <sup>a</sup>
25	242,53 <sup>a</sup>	12,41 <sup>a</sup>	18,58 <sup>b</sup>	1,27 <sup>b</sup>	11,58 <sup>c</sup>
50	249,06 <sup>a</sup>	12,33 <sup>a</sup>	18,38 <sup>b</sup>	1,14 <sup>c</sup>	11,58 <sup>c</sup>
75	243,82 <sup>a</sup>	12,81 <sup>a</sup>	17,77 <sup>b</sup>	1,18 <sup>bc</sup>	12,41 <sup>ab</sup>
100 (topo)	246,11 <sup>a</sup>	13,00 <sup>a</sup>	15,95 <sup>c</sup>	1,07 <sup>c</sup>	12,05 <sup>bc</sup>

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

#### 4.4 Variação Radial

##### 4.4.1 Fibras

Através da TABELA 10, nota-se que os resultados de comprimento, diâmetro tangencial e parede das fibras foram crescentes no sentido medula-casca. Os valores do lume das fibras apresentaram-se decrescentes no sentido radial.

foram encontrados na base. A menor altura de raio em micrômetro foi verificada a 25% da altura e não difere estatisticamente do maior valor. Para a altura em número de células o menor valor foi encontrado a 50% da altura comercial. A 100% da altura comercial foram verificadas as menores larguras de raio (número de células e micrômetros) e a menor freqüência foi observada tanto a 25% como a 50% da altura.

Taylor (1971) verificou a variação de raios com altura e não encontrou padrão definido para *Celtis occidentalis*. Florsheim et al. (1999) apesar de não detectarem uma tendência de variação, encontraram os maiores valores na altura da base.

**TABELA 10 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões das fibras de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição radial.**

Posição radial (%)	Comprimento (μm)	Diâmetro tangencial (μm)	Lume (μm)	Parede (μm)
Medula (0)	747,00 <sup>c</sup>	17,68 <sup>a</sup>	10,10 <sup>a</sup>	3,79 <sup>c</sup>
Intermediária (50)	882,88 <sup>b</sup>	18,09 <sup>a</sup>	9,90 <sup>ab</sup>	4,09 <sup>b</sup>
Casca (100)	964,68 <sup>a</sup>	18,26 <sup>a</sup>	9,23 <sup>b</sup>	4,51 <sup>a</sup>

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

Na maioria das folhosas o padrão geral de desenvolvimento do comprimento de fibras é muito semelhante; as fibras mais curtas são encontradas próximas da medula. Diversos autores chegaram a esse resultado mais recentemente. Tomazello Filho (1984, 1985), estudando a variação da estrutura anatômica de várias espécies de *Eucalyptus* e Florsheim & Tomazello Filho (1996) encontraram para *Myracrodruon urundeuva*, aroeira, o mesmo tipo de variação.

#### 4.4.2 Vasos

Verificou-se que o comprimento e diâmetro tangencial dos elementos vasculares foi crescente da medula para a casca. A freqüência de vasos foi decrescente da medula para a casca. Todos os valores encontrados diferem estatisticamente (TABELA 11).

O comprimento de vasos de *Eucalyptus grandis* aos 34 anos foi crescente até a 25% da distância medula-casca, segundo Ranatunga (1964). Florsheim et al. (1999) verificaram que o menor valor dessa variável era na região da medula,

para *Myracrodroon urundeuva* aos 26 anos. Provavelmente esse resultado de crescimento encontrado está relacionado com a idade da árvore.

Em relação ao diâmetro tangencial, autores como Clark (1930), Dadswell (1958), Tomazello Filho (1985, 1987) e Florsheim et al. (1999), verificaram no sentido radial um crescimento dessa variável.

A freqüência de vasos por mm<sup>2</sup> decresce da medula para a casca e esse resultado concorda com aquele observado por Tomazello Filho (1984, 1985 e 1987) e Florsheim et al. (1999).

TABELA 11 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos vasos de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição radial.

Posição radial (%)	Comprimento (μm)	Diâmetro Tangencial (μm)	Freqüência/mm <sup>2</sup>
Medula (0)	441,60 <sup>c</sup>	86,24 <sup>c</sup>	18,79 <sup>a</sup>
Intermediária (50)	526,22 <sup>b</sup>	114,88 <sup>b</sup>	13,25 <sup>b</sup>
Casca (100)	598,77 <sup>a</sup>	129,60 <sup>a</sup>	12,13 <sup>c</sup>

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

#### 4.4.3 Raios

Na TABELA 12, verificando os valores encontrados para altura e largura dos raios em micrômetros, observa-se que foi crescente da medula para a casca. A altura em número de células e freqüência por milímetro apresentam resultados decrescentes no sentido radial. Para a largura em número de células, o menor valor foi verificado na região da medula.

A freqüência de raios por milímetro no sentido radial foi significativamente decrescente

embora, Florsheim et al. (1999) não observaram um tendência de variação, mas encontraram valores menores próximos à medula em relação àqueles encontrados próximos à casca, para *Myracrodroon urundeuva*.

A altura e a largura dos raios em micrômetros foi crescente no sentido radial, discordando do resultado obtido por Florsheim et al. (1999) que encontraram os maiores valores dessa variável, próximas à casca, em *Myracrodroon urundeuva*.

TABELA 12 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos raios de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição radial.

Posição radial (%)	Altura (μm)	Altura (nº células)	Largura (μm)	Largura (nº células)	Freqüência/mm
Medula (0)	245,77 <sup>a</sup>	13,99 <sup>a</sup>	17,28 <sup>c</sup>	1,13 <sup>b</sup>	13,33 <sup>a</sup>
Intermediária (50)	251,93 <sup>a</sup>	13,11 <sup>a</sup>	18,83 <sup>b</sup>	1,28 <sup>a</sup>	12,00 <sup>b</sup>
Casca (100)	259,00 <sup>a</sup>	11,13 <sup>b</sup>	20,73 <sup>a</sup>	1,28 <sup>a</sup>	10,57 <sup>c</sup>

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

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- A posição sociológica da árvore dominada para a dominante apresenta:
  - tendência decrescente para comprimento das fibras e vasos;
  - tendência crescente do diâmetro dos vasos;
  - o diâmetro tangencial das fibras e espessura das paredes foram maiores na árvore dominante, e
  - maior valor de freqüência de vasos na árvore intermediária
- Das classes sociológicas estudadas, a menos indicada para papel de impressão ou "tissue" é a dominante, pois apresenta alto teor de parênquima radial.
- Para a variação longitudinal (base - topo) de *E. saligna*:
  - os maiores valores das dimensões das fibras foram encontrados a 25% da altura comercial;
  - o comprimento e freqüência de vasos foram maiores no topo;
  - as maiores dimensões de diâmetro dos vasos foram encontradas à 50% da altura, e
  - todas as dimensões e freqüência dos raios foram maiores na base.
- Para a variação no sentido radial (medula - casca) de *E. saligna*:
  - o comprimento, diâmetro e parede das fibras foram crescentes;
  - o lume das fibras decresceu;
  - os vasos apresentam valores crescentes de comprimento e diâmetro tangencial e decrescentes de freqüência de vasos por mm<sup>2</sup>, e
  - a altura e largura dos raios em micrômetros foi crescente e as demais dimensões foram decrescentes.
- A utilização do sistema de análise de imagens se mostrou extremamente prática e proporcionou grande economia de tempo na efetivação das mensurações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARULCHELVAM, K. Variation of fiber length and density in *Eucalyptus robusta* grown in Ceylon. *The Ceylon Forester*, v.109, n.1/2, p.19-32, 1971.
- BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. A madeira das espécies de eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel. Brasília: PRODEPEF - Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal, 1976. 145p. (Série Divulgação, 13)
- CARPIM, M.A. et al. Comparação das características da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* de diferentes procedências. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, São Paulo, 1985. p.57-68.
- CARVALHO, A. de. Madeira de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labile). Lisboa: Direção Geral dos Serviços Florestais e Agrícolas, 1962. 162p. (Estudos e Divulgação Técnica)
- CASTRO e SILVA, A. Dimensional variation of xylem elements in two trees the amazon basin. Fort Collins, 1986. 68p. (Ms. - CSU)
- CLARK, S.H. Home grown timbers: their anatomical of structure and its relation to physical properties. *Bull. Elm. For. Prod. Res. Lab.*, 1930. (Proj. 9, Prog. Rep. 1)
- CLARKE, C.R.E.; GARBUZZI, D.C.F.; PEARCE, J. Growth and wood properties of provenances and trees of nine Eucalypt species. *APPITA Journal*, v.50, n.2, p.121-130, 1997.
- DADSWELL, H.E. Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on properties. *J. Inst. Wood Sci.*, v.1, p.11-33, 1958.
- DAVIDSON, J. Variation association and inheritance of morphological and wood characters in an improvement program for *Eucalyptus deglupta*. Melbourne: Australian University, 1972. 263p. (Ph.D.)
- FLORSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação das dimensões celulares no sentido medula-casca e base-topo de árvores de "aroeira" *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). I. Fibras. *Rev. Inst. Flor.*, v.8, n.2, p.153-165, 1996.

FLORSHEIM, S. M. B. et al. Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos.

- FLORSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M.; SPEGIORIN, L. Variação das dimensões no sentido medula-casca e base-topo de árvores de "aroeira" *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). II. Vasos e raios. *Rev. Inst. Flor.*, v.11, n.2, p.159-171, 1999.
- FOELKEL, C. et al. Variabilidade radial da madeira de *E. saligna*. *Silvicultura*, v.8, n.28, p.728-91, 1983.
- FOELKEL, C. Eucalypt wood and pulp quality requirements oriented to the manufacture of tissue and printing & writing papers. In: APPITA ANNUAL GENERAL CONFERENCE, 52, Brisbane, Australia, 1998. p.15-22
- HILLIS, W.E.; BROWN, A.C. *Eucalyptus for wood production*. Adelaide: CSIRO Griffin Press Ltd., 1979. 434p.
- JOHANSEN, D.A. *Plant microtechniques*. New York: McGraw-Hill, 1940. 523p.
- KOLTZENBURG, C. Der Einfluss von Lichtgenuss, soziologischer stellung und des Standortes auf Holzeigenschaften der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). *Holz. Roh-Werke*, v.25, p.465-473, 1967.
- NGUYEN, T.V. Variation in vessel characteristics of *Eucalyptus dalrympleana* Maiden associated with sample position growth rate and climatic changes. Canberra: Aust. Nat. University, 1977. 134p.
- RANATUNGA, M.S. A study of the fiber lengths of *Eucalyptus grandis* grown in Ceylon. *The Ceylon Forester*, v.6, n.314, p.101-12, 1964.
- SANTOS, C.F. de O. Mensuração das fibras lenhosas nos diferentes anéis de crescimento de *Eucalyptus saligna* Smith. *Rev. de Agric.*, v.36, n.4, p.199-223, 1961.
- \_\_\_\_\_, NOGUEIRA, I.R. A idade adulta do *Eucalyptus saligna* em Rio Claro - SP, determinada pelas dimensões das fibras. *Anais ESALQ*, v.28, p.165-75, 1971.
- SARDINHA, R.M. de A.; HUGHES, J.F. Wood properties variation of *Eucalyptus saligna* from Angola. *Anais do Inst. Sup. de Agron.*, v.38, p.105-24, 1978/79.
- SCHUTZ-DEWITZ, G. Wie wirkt sich der Einflub der Stellung eines Baumes im Bestaud auf seine Holzstruktur aus? *Holzforsch Holzverwert*, v.12, p.30-33, 1960.
- SHIMOYAMA, V.R.S. Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* spp. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1990. 93p. (Dissertação de Mestrado)
- TAYLOR, F.W. Variation of wood properties in sygarberry. Mississippi: Mississippi State Univ., For. Prod. Utiliz. Lab., 1971. 17p. (Res. Rep., 11)
- \_\_\_\_\_. Differences in the wood of *Eucalyptus grandis* in different parts of South Africa. In: IUFRO MEETING DIVISION, 5, Pretoria, 1973. Pretoria: IUFRO, 1973. v.2, p.1020-1027. (Special Report)
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação dos constituintes anatômicos e da densidade básica da madeira de 8 espécies de eucalipto. Piracicaba: ESALQ/LCF, 1983. 102p.
- \_\_\_\_\_. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus gummifera*, *E. microcorys* e *E. pilularis*. In: IUFRO MEETING ON PROPERTIES ON UTILIZATION OF TROPICAL TIMBERS, Manaus, 1984. 21p.
- \_\_\_\_\_. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. IPEF, n.29, p.37-45, 1985.
- \_\_\_\_\_. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus globulus*, *E. pelita* e *E. acmenioides*. IPEF, n.36, p.35-42, 1987.
- ZOBEL, B.J.; BUIJTENEN, J.P. van. *Wood variation. Its causes and control*. Berlin: Springer Verlag, 1989. 363p. (Spring Series in Wood Science)



# ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO E INTERPRETAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE ESTADUAL ALBERTO LOEFGREN\*

o observar o ambiente, mas também é importante que o homem se relacione com o meio ambiente de forma saudável e sustentável.

Écia Rubini SALES\*\*

Marilda Rapp de ESTON\*\*

## RESUMO

O Parque Estadual Alberto Loefgren situa-se na Zona Norte da cidade de São Paulo. Foi feito um levantamento preliminar da fauna desse Parque, com a finalidade de fornecer subsídios para as atividades de Educação Ambiental. Planejou-se e implantou-se uma Trilha Interpretativa denominada Trilha da Biosfera. Elaborou-se um programa de visita monitorada, com aproximadamente 3 horas de duração para estudantes de Escolas Públicas e Particulares de Primeiro Grau. Verificou-se que tanto a utilização de uma Trilha Interpretativa, como de um Viveiro Florestal e a visita a outros lugares do Parque, serviram como excelentes instrumentos para colocar os alunos num contato prático em relação aos conhecimentos ecológicos adquiridos em sala de aula, bem como para suscitar discussões relacionadas à problemática de conservação ambiental.

**Palavras-chave:** educação ambiental; Parque Estadual Alberto Loefgren; fauna do Parque Estadual Alberto Loefgren.

## 1 INTRODUÇÃO

O Parque Estadual Alberto Loefgren localiza-se na Zona Norte da cidade de São Paulo, ocupando uma área de 174 ha, dos quais 35 ha estão abertos à frequentaçāo pública (Guillaumon & Emmerich, 1982).

Este Parque pertence à Divisão de Reservas e Parques Estaduais - DRPE, do Instituto Florestal, que é o órgão da Secretaria do Meio Ambiente, responsável pela administração de cerca de 3% da superfície do Estado de São Paulo, através de suas Unidades de Conservação.

Em 1999, com o objetivo de atender à uma das atribuições da DRPE, Divisão onde está inserido o Parque Estadual Alberto Loefgren, que é a de executar trabalhos visando a utilização dos Parques Estaduais para finalidades educacionais,

o observar o ambiente, mas também é importante que o homem se relacione com o meio ambiente de forma saudável e sustentável.

Écia Rubini SALES\*\*

Marilda Rapp de ESTON\*\*

## ABSTRACT

Alberto Loefgren State Park is located at the North Zone of the city of São Paulo. A preliminary survey of the fauna of this Park was made in order to offer support for the activities of Environmental Education. An interpretative trail called Biosphere Trail was planned and made. A program for guided tours was elaborated of about three hours duration for first grade students of Public and Private Schools. It was noticed that the use of an interpretative trail as well as a Forest Plant Nursery and the visit of other sites of the Park were excellent instruments to give the students a practical touch in relation to the ecological knowledge acquired in classes, as well as to stimulate discussions related to the questions of environmental conservation.

**Key words:** environmental education; Alberto Loefgren State Park; fauna of the Alberto Loefgren State Park.

recreativas e científicas (São Paulo. Leis, decretos, etc., 1978), foi elaborado e posto em funcionamento um roteiro interpretativo, visando estudantes do primeiro grau, das Escolas Públicas e Particulares da cidade de São Paulo.

Entre as atividades realizadas durante a visita monitorada, os estudantes percorrem uma Trilha Interpretativa guiados por um monitor. Diversos trabalhos têm demonstrado que as Trilhas Interpretativas desempenham um importante papel na integração do homem com o meio ambiente, sendo um importante instrumento de conscientização das populações (Guillaumon *et al.*, 1977; Valentino *et al.*, 1982; Garrido *et al.*, 1982; Dias *et al.*, 1986; Andrade & Rocha, 1990; Aoki & Doro, 1990; Tabanez & Herculiani, 1990; Andrade *et al.*, 1992; Robim & Tabanez, 1993; Santos & Pialarissi, 1993; Aoki & Santos, 1995; Tabanez *et al.*, 1997).

(\*) Trabalho apresentado no Encontro Estadual de Educação Ambiental, promovido pela Prefeitura de Santo André e SEMASA, realizado em Santo André-SP, no período de 10 a 12 de novembro de 1999. Aceito para publicação em dezembro de 2000.

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

Atividades com escolares utilizando o contato direto com o meio ambiente são propostas por diferentes autores, pois são consideradas uma das melhores maneiras de se obter mudanças comportamentais nos alunos, despertando a consciência ecológica, a responsabilidade pela conservação do meio ambiente e a importância de um desenvolvimento sustentável (Brace *et al.*, 1977; Lieberman *et al.*, 1984; Milano *et al.*, 1986; Matsushima, 1987; Koff & Pereira, 1989; Rodrigues, 1992; Miranda, 1992).

Vários trabalhos com Educação Ambiental têm sido desenvolvidos ao longo dos anos em vários Parques Estaduais Paulistas, contribuindo para a conscientização da importância da conservação das Unidades de Conservação, que estão sob a responsabilidade do Instituto Florestal (Valentino *et al.*, 1982; Garrido *et al.*, 1982; Dias *et al.*, 1986; Tabanez & Constantino, 1986; Andrade & Rocha, 1990; Aoki & Doro, 1990; Dutra & Herculiani, 1990; Magro *et al.*, 1990; Tabanez & Herculiani, 1990; Andrade *et al.*, 1992; Ciari & Santos, 1992; Rocha, 1992; Vasaki *et al.*, 1992; Robim & Tabanez, 1993; Aoki & Santos, 1995; Tabanez *et al.*, 1996; Castro & Tamaio, 1999).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento de atividades de Educação Ambiental relacionadas com a fauna e para que fosse possível fornecer explicações mais detalhadas sobre a mesma, foi feito um levantamento preliminar da fauna do Parque. Para tanto utilizou-se um binóculo marca KAMAKURA KOHKI: ZW CF 10 x 50; bloco de anotações e os guias de campo: Frisch, 1981; Dunning, 1982; Dunning, 1987; Emmons, 1990; Höfling & Camargo, 1993; Souza, 1998.

Para as atividades educacionais em Trilhas Interpretativas implantou-se em 1999 a Trilha da Biosfera, num local de fácil acesso, fora da área normal de visitação pública do Parque.

O Programa de Educação Ambiental com escolares consistiu em levar estudantes de Primeiro Grau de Escolas Públicas e Particulares a uma visita monitorada com 3 horas de duração.

O percurso é iniciado levando os alunos a percorrerem uma Trilha Interpretativa, a Trilha da Biosfera, que possui menos de um quilômetro de extensão, onde noções básicas do Ecossistema de

Mata Secundária são abordadas. Durante o percurso é chamada a atenção para que sejam observados os diferentes tipos de animais e vegetais, tentando incentivar a utilização dos vários sentidos como a visão, audição, olfato e tato, para melhor vivenciar os componentes da natureza.

Ao término da Trilha os estudantes são conduzidos ao Viveiro Florestal da Capital, onde recebem explicações sobre a produção de mudas, desde o preparo de embalagens, semeadura, repicagem e estquia.

No preparo das embalagens é explicado como devem ser feitos os saquinhos para transplantar mudas, que devem conter um composto formado por uma mistura de terra e matéria orgânica decomposta. Depois são dadas explicações sobre semeadura nos canteiros, onde se consegue a germinação de uma grande quantidade de sementes, num espaço reduzido. Informações sobre repicagem também são fornecidas e os alunos aprendem que as sementes que já germinaram e se desenvolveram são transplantadas para embalagens maiores.

A seguir os estudantes recebem noções sobre irrigação, ao visitarem uma Estufa e uma Bomba e Roda d'água. Na Estufa, que é conhecida também como Casa de Vegetação ou Casa de Vidro, explica-se como é possível, neste local, ser controlada a temperatura, umidade do ar, luminosidade e a quantidade de água para irrigação. Já na Bomba e Roda d'água informações são dadas sobre esse tipo de Bomba, que é muito utilizada em propriedades rurais, devido ao baixo custo e por não acarretar poluição ao meio ambiente.

Após a visita ao Viveiro Florestal e explicações sobre a importância de reflorestamento com espécies nativas, os alunos continuam a ser monitorados pelo Parque, observando sua fauna e flora e chegam ao Mirante das Capivaras, onde um grupo desses animais é avistado e noções sobre a biologia dessa espécie são repassadas.

Os estudantes são encaminhados, posteriormente, a uma área de piquenique e playground, onde desfrutam de momentos de recreação ao ar livre.

A visita monitorada continua após esta parada de cerca de 20 minutos e o grupo chega ao Museu Florestal "Octávio Vecchi". Neste momento os alunos recebem noções sobre a importância deste Museu, criado em 1927, especializado em madeiras, possuindo amostras florestais na forma de móveis, utensílios e outras peças feitas com esse material.

Depois do Museu os estudantes são levados até o Marco do Trópico de Capricórnio, onde é explicada a importância geográfica deste ponto. Trata-se de uma linha imaginária, que circunda o Hemisfério Sul da Terra, passando justamente pelo Horto Florestal e sendo responsável pela delimitação do clima brasileiro. Nas proximidades desse local, os estudantes vão conhecer a imagem de São João Gualberto, protetor das florestas do Estado de São Paulo. Esta imagem, esculpida em mármore, foi doada pelos Monges Beneditinos da Itália e trazida para o Parque em junho de 1956.

Depois o grupo segue até o Palácio de Verão do Governo do Estado, construção da década de 30, que foi a antiga residência da Diretoria Geral do Instituto Florestal e hoje está à disposição do Governador, como Residência de Verão.

Finalmente, os estudantes chegam até uma área de lagos, formados pelo Córrego da Pedra Branca, aonde é explicado o ciclo da água e a

importância da mesma para a vida do ser humano. São dadas informações sobre a vegetação, desde arbórea como o pinheiro-do-brejo a aquáticas como ninfeias e sobre as aves aquáticas e sua alimentação, possibilitando que mais uma vez a noção de cadeia alimentar possa ser abordada.

### 3 RESULTADOS

No trabalho desenvolvido com as Escolas, os estudantes receberam noções sobre a Biologia de algumas espécies da fauna do Parque, como alimentação, reprodução, predação e da importância de existirem áreas especialmente protegidas.

As TABELAS 1 e 2 referem-se ao levantamento preliminar das espécies de aves e mamíferos que ocorrem no Parque Estadual Alberto Loefgren. Este levantamento foi realizado com a finalidade de fornecer subsídios para o trabalho de Educação Ambiental.

TABELA 1 - Aves do Parque Estadual Alberto Loefgren.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FAMÍLIA
<i>Casmerodius albus</i>	garça-branca-grande	Ardeidae
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena	Ardeidae
<i>Butorides striatus</i>	socozinho	Ardeidae
<i>Nycticorax nycticorax</i>	socó	Ardeidae
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-de-cabeça-preta	Cathartidae
<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê	Anatidae
<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	Anatidae
<i>Anas platyrhynchos</i>	pato-real	Anatidae
<i>Polyborus plancus</i>	caracará	Falconidae
<i>Penelope obscura</i>	jacuguaçu	Cracidae
<i>Rallus nigricans</i>	saracura-sanã	Rallidae
<i>Aramides saracura</i>	saracura-do-mato	Rallidae
<i>Gallinula chloropus</i>	frango d'água	Rallidae
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	Charadriidae
<i>Columba livia</i>	pombo doméstico	Columbidae
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-caldo-de-feijão	Columbidae
<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti	Columbidae
<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba	Psittacidae
<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	Psittacidae
<i>Brotogeris tirica</i>	periquito-verde	Psittacidae

continua

continuação - TABELA 1

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FAMÍLIA
<i>Pionus maximiliani</i>	maitaca	Psittacidae
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	Cuculidae
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	Cuculidae
<i>Tyto alba</i>	suindara	Tytonidae
<i>Otus choliba</i>	corujinha-do-mato	Strigidae
<i>Speotyto cunicularia</i>	coruja-buraqueira	Strigidae
<i>Nyctibus griseus</i>	urutau	Nyctibiidae
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-rabo-de-tesoura	Trochilidae
<i>Melanotrochilus fuscus</i>	beija-flor-preto-e-branco	Trochilidae
<i>Amazilia lactea</i>	beija-flor-de-peito-azul	Trochilidae
<i>Ceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	Alcedinidae
<i>Ramphastos dicolorus</i>	tucano-de-bico-verde	Ramphastidae
<i>Celeus flavescens</i>	pica-pau-de-cabeça-amarela	Picidae
<i>Dryocopus lineatus</i>	pica-pau-de-banda-branca	Picidae
<i>Veniliornis spilogaster</i>	pica-pauzinho-verde-carijó	Picidae
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	Furnariidae
<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	Furnariidae
<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	Tyrannidae
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	Tyrannidae
<i>Tyrannus melancholicus</i>	siriri	Tyrannidae
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-azul-e-branca	Hirundinidae
<i>Troglodytes aedon</i>	corruíra	Troglodytidae
<i>Platycichla flavigipes</i>	sabiá-una	Muscicapidae
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	Muscicapidae
<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	Muscicapidae
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	Mimidae
<i>Parula pityayumi</i>	mariquita	Emberizidae
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	Emberizidae
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	Emberizidae
<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	Emberizidae
<i>Tachyphonus coronatus</i>	tiê-preto	Emberizidae
<i>Thraupis sayaca</i>	sangaço	Emberizidae
<i>Tangara cayana</i>	saira-amarela	Emberizidae
<i>Dacnis cayana</i>	saiá-azul	Emberizidae
<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	Emberizidae
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziú	Emberizidae
<i>Sporophila caerulescens</i>	coleirinho	Emberizidae
<i>Molothrus bonariensis</i>	chopim	Emberizidae
<i>Carduelis magellanicus</i>	pintassilgo	Fringillidae
<i>Passer domesticus</i>	pardal	Passeridae
<i>Estrilda astrild</i>	bico-de-lacre	Estrildidae

TABELA 2 - Mamíferos do Parque Estadual Alberto Loefgren.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FAMÍLIA
<i>Didelphis marsupialis</i>	gambá	Didelphidae
<i>Cebus apella</i>	macaco-prego	Cebidae
<i>Alouatta fusca</i>	bugio	Cebidae
<i>Sciurus aestuans</i>	serelepe	Sciuridae
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	capivara	Hydrochaeridae
<i>Silvilagus brasiliensis</i>	tapiti ou lebre-do-mato	Leporidae

A Trilha da Biosfera, planejada e implantada numa área de mata, fora da área de visitação pública, permitiu que os alunos pudessem ter, em segurança, um contato mais direto com a fauna e flora, servindo como um importante instrumento para a sensibilização dos estudantes em relação ao meio ambiente.

O comportamento dos alunos foi observado pelos monitores para melhorar a atuação dos mesmos nos trabalhos subseqüentes. Durante a fase inicial os estudantes, em geral, prestavam atenção apenas às explicações, mas com o desenrolar das atividades começaram a fazer perguntas e se sentir mais à vontade em relação ao meio ambiente, utilizando o que lhes foi ensinado sobre a importância dos vários sentidos para uma melhor percepção do meio.

Durante o percurso os estudantes chegaram a identificar algumas espécies arbóreas, muitas das quais estudaram quando da passagem pelo Viveiro Florestal. Identificação de animais como o bugio, macaco-prego, serelepe, martim-pescador, tico-tico e outros, de fácil observação, foi também realizada pelos alunos.

Perguntas levantadas pelos estudantes mostraram o interesse pela questão ambiental.

As atividades serviram para complementar o trabalho desenvolvido em sala de aula pelos professores em relação a noções básicas de Ecologia.

#### 4 DISCUSSÃO

Segundo a Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, no Capítulo VI, referente ao Meio Ambiente, o Artigo 225 trata que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do

povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presentes e futuras. Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (Brasil. Leis, decretos, etc., 1988).

Na Constituição do Estado de São Paulo, de outubro de 1989, Capítulo IV, Seção I, referente ao Meio Ambiente, o Artigo 193 estabelece que o Estado, mediante lei, criará um sistema de administração da qualidade ambiental, proteção, controle e desenvolvimento do meio ambiente e uso adequado dos recursos naturais, para organizar, coordenar e integrar as ações de órgãos e entidades da administração pública direta e indireta, assegurada a participação da coletividade, com o fim de promover a educação ambiental e a conscientização pública para a preservação, conservação e recuperação do meio ambiente (São Paulo. Leis, decretos, etc., 1989).

Para promover a Educação Ambiental foi desenvolvido no Parque Estadual Alberto Loefgren, um Programa com Escolas da Rede Pública e Particular. A localização privilegiada deste Parque, inserido dentro de uma das maiores cidades do mundo, faz com que seja muito procurado, tanto por Escolas, como pelo público em geral, em busca de um maior contato com o ambiente natural. De acordo com Thelen & Miller (1976), o potencial educativo de um Parque depende de fatores tais como acessibilidade e distância entre os centros urbanos e da medida em que os recursos naturais e culturais sejam mostras representativas de importantes fenômenos ecológicos, naturais e culturais, que possam ser interpretados mediante uma metodologia docente, facilmente compreensível.

Segundo o Sistema de Parques Nacionais dos Estados Unidos (Scheiner, 1984), os critérios de seleção de áreas de estudo ambiental são basicamente: proximidade a centros docentes (que permitam uma boa interação entre o sistema de aulas tradicionais e experiências de campo), acesso fácil, existência na área de infra-estrutura de serviços básicos (estacionamento, água corrente, sanitários, bar, telefone), potencial educativo, áreas que mostrem de modo claro o impacto do homem sobre a natureza, áreas que possam suportar o impacto do uso regular pelos grupos que estejam participando dos programas de estudo.

Do nosso ponto de vista, o Parque Estadual Alberto Loefgren apresenta todos os aspectos apontados por Scheiner (*op. cit.*) para ser uma área onde possam ser desenvolvidos programas de Educação Ambiental com escolares.

De acordo com Cervantes *et al.* (1992) o Programa de Uso Público do Instituto Florestal tem por objetivo propiciar lazer, recreação e educação ambiental à comunidade, bem como despertar uma consciência crítica para a necessidade de conservação dos recursos naturais das Unidades de Conservação sob sua administração. O trabalho desenvolvido no Parque Estadual Alberto Loefgren tem permitido fornecer aos alunos de escolas públicas e particulares, noções básicas de diferentes ecossistemas e tem levado à discussão de assuntos relacionados à conservação ambiental, fazendo com que os estudantes vivenciem diferentes situações e se conscientizem da importância de um ambiente equilibrado, levando-os a uma maior sensibilização para as questões do meio em que vivem.

Os Programas de Uso Público em Unidades de Conservação e de Produção, através dos subprogramas de Lazer e Educação Ambiental, são estratégias importantes para a formação de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e o engajamento da comunidade na conservação e preservação do meio ambiente (Tabanez & Herculani, 1990).

A degradação dos ecossistemas florestais, bem como a enormidade de problemas ambientais que afligem nosso planeta, têm suas raízes mais profundas na falta de uma consciência ambiental e participação dos cidadãos na melhoria de sua própria qualidade de vida. A Educação Ambiental tem importância fundamental para a reversão dessa situação (Sorrentino *et al.*, 1990).

Considerando que aquele que comprehende os "porquês" estará em melhor situação para agir corretamente, as Universidades, os Estabelecimentos de ensino médio e primário devem ser convidados a participar dos programas de divulgação do Parque e de difusão em geral, dos princípios conservacionistas (Magnanini, 1970).

O Programa de Educação Ambiental que foi elaborado para o Parque Estadual Alberto Loefgren visou atingir estudantes de primeiro grau. De acordo com Garrido *et al.* (1982) as modificações de comportamento e pensamento ocorrem como resultado de experiências e ações reais e como, de um modo geral, a criança é curiosa pelas coisas da natureza, a educação para a conservação da natureza deve-se iniciar logo que as mesmas vão para a escola.

Lima *et al.* (1993) também escreveu que em todo o trabalho de Educação Ambiental, o público que melhores resultados produz é, sem dúvida, o infantil, pois os primeiros anos da infância são de extrema importância para o desenvolvimento psicoafetivo e estruturação da personalidade humana.

Segundo Tanner (1978), a Educação Ambiental é uma forma da criança poder saber que a natureza abrange sistemas ordenados e que não é nem estranha, nem ameaçadora. É uma forma de experimentar o fascínio, a satisfação, a estimulação e a aventura de conhecer o mundo natural e é através desse tipo de conhecimento que se estimula o desejo de protegê-la.

Entre os princípios básicos da Educação Ambiental utilizam-se diversos ambientes educativos e uma ampla gama de métodos para comunicar e adquirir conhecimentos sobre o Meio Ambiente (Dias, 1992). As exigências da interpretação em áreas silvestres são de caráter especializado por estar o público que recebe a mensagem fisicamente presente no meio do recurso natural, alvo de discussão, ou seja, o parque ou reserva passa a ser a própria sala de aula (Griffith, 1985).

Entre as atividades desenvolvidas com estudantes no Parque Estadual Alberto Loefgren utilizou-se uma Trilha Interpretativa e também uma área de recreação. Aoki & Doro (1990) consideraram que tanto a Trilha Educativa como o Centro Cultural e a Área de Recreação desempenham papel fundamental na integração do homem com o seu ambiente natural, cultural e social, através do desenvolvimento de atividades científicas, educativas e recreativas.

A partir de 1999, devido às dificuldades encontradas com a utilização de uma trilha, localizada numa área de visitação pública, pela presença de elementos indesejáveis no meio da mata, foi planejada e implantada uma nova Trilha Interpretativa, a Trilha da Biosfera, numa área de mata, de fácil acesso, na parte administrativa do Parque. Seu nome deve-se ao fato de seu início ser junto ao prédio da Reserva da Biosfera.

Segundo Guillaumon *et al.* (1977) a Trilha de Interpretação é um processo em um sítio natural, que proporciona um contato mais estreito entre o homem e a natureza. Flora, fauna e fenômenos naturais locais são comunicados de diferentes maneiras, propiciando explicações sobre os processos biológicos, as relações ecológicas, do meio ambiente e sua proteção, constituindo importante instrumento pedagógico.

Para Brace *et al.* (1977) as trilhas naturais de centros de conservação fornecem a mais importante ferramenta para ensinar as relações sobre o meio ambiente. Inicialmente a função das trilhas foi suprir a necessidade de deslocamento. Com o passar dos anos houve uma alteração de valores, de simples meio de deslocamento à um novo meio de contato com a natureza (Andrade & Rocha, 1990).

A trilha é de grande valor educativo. Oferece o melhor meio de se estudar ao ar livre, de se sentir mais de perto e, portanto, de modo mais permanente, o que se aprende, de se compreender a interdependência das coisas, de se aprender a unidade do todo e de se apreciar o inestimável valor do conservacionismo. Isto é, o uso sábio do que a natureza oferece, para assim evitar o desperdício, o esbanjamento, a devastação e a destruição dos recursos naturais por ignorância ou ganância. É uma escola ao ar livre na qual o estudante vive o que estuda (Belart, 1978).

No Parque Estadual Alberto Loefgren o passeio interpretativo é realizado com monitores. De acordo com Miranda (1992), a vantagem de um passeio ou itinerário guiado é a de fornecer um serviço pessoal, adaptando a interpretação às necessidades dos participantes e podendo explicar eventos espontâneos, oferecendo a possibilidade de manter um intercâmbio de informações bilaterais.

Bodjadsen & Borba (1998) escreveram, que dentro dos parques, além do lazer, a área nos permite intensificar os sentidos, observando e conhecendo melhor a natureza.

Durante a visita monitorada foram seguidas as recomendações de Matsushima (1987) e Koff & Pereira (1989), incentivando os estudantes a utilizarem-se dos vários sentidos para o reconhecimento de espécies vegetais e animais. Experimentar as sensações de ver, ouvir, cheirar, provar e tocar as coisas e os seres que compõem a natureza. Tentar descrever as cores, sons, sabores, cheiros e texturas, enfim despertar os alunos para a observação, o reconhecimento e a percepção crítica do meio que os rodeia através do uso e desenvolvimento das funções dos órgãos dos sentidos. Com a visão, observar e descrever, para poder comentar os componentes do meio ambiente. A utilização do olfato para a identificação dos odores agradáveis e desagradáveis, naturais e artificiais e a utilização da audição para poder diferenciar os vários tipos de sons emitidos pela natureza.

Como descrito na metodologia, no Parque Estadual Alberto Loefgren, entre as atividades desenvolvidas com as Escolas, os alunos visitam o Viveiro Florestal da Capital, com uma área útil de 3.000 m<sup>2</sup> e cujos principais objetivos são os de dar apoio às pesquisas, produzir mudas de espécies florestais e atender às visitas ligadas à Educação Ambiental. Os estudantes têm contato com mudas de diferentes espécies, que depois são identificadas em campo. Por intermédio do Viveiro os alunos recebem noções sobre produção de mudas de essências nativas e exóticas, coleta de sementes, etc.

Em outras Unidades de Conservação, a exemplo da Floresta de Avaré, o subprograma de Interpretação da Natureza também envolve estratégias de Trilha Monitorada e Viveiro de Mudas (Aoki & Santos, 1995).

A observação sobre diferentes espécies animais e vegetais tem permitido aos estudantes aprenderem noções de cadeia alimentar e a importância da fauna e da flora. Para tanto foi feito um levantamento preliminar da fauna local e a biologia das espécies pesquisada através dos trabalhos de Carvalho (1969) e de Sick (1997). Segundo Spangle & Putney (1974) para o Programa Interpretativo deve-se pesquisar e analisar aspectos específicos que são potencialmente interessantes, tais como, nos aspectos biológicos, a flora e a fauna.

De acordo com Sorrentino *et al.* (1990), uma caminhada propicia discussões sobre o processo de renovação das florestas tropicais, reprodução dos vegetais, papel dos agentes polinizadores de flores e dispersores de sementes.

Segundo Machado (1982) é importante desenvolver na criança o gosto pela natureza, para que ela tenha um relacionamento amistoso com a fauna, a flora e em especial com a floresta. Para a criança é importante gostar. Para gostar é preciso conhecer, mas a maioria das crianças hoje vive nas grandes cidades, isoladas do contato direto com a natureza. Os animais que a criança urbana vê com mais frequência, fazem parte de uma fauna deturpada por um desequilíbrio ecológico, são estes as baratas, pernilongos, moscas, ratos. Como as pessoas da cidade, em especial as crianças, têm contato direto quase que somente com estes animais, elas passam a generalizar à toda fauna as características da fauna urbana que conhecem e a impressão não é muito boa. Assim a imagem de toda a fauna fica prejudicada e distorcida pelo contato com aqueles poucos animais que conseguiram sobreviver em grande número na cidade.

À medida que os estudante é levado a observar a fauna e flora, ele é incentivado a aprender sobre a linguagem da natureza, a se reconhecer como animal, a compreender que da manutenção do equilíbrio do meio dependerá a sua sobrevivência como espécie. Afinal a Terra é o habitat do Homem. Consciente disto, ele passará a exercer sobre o meio uma ação mais responsável, mais madura e cuidadosa. Esta é a verdadeira consciência ecológica (Scheiner, 1984).

Os alunos aprendem durante a visita ao Parque Estadual Alberto Loefgren, que tanto os animais de grande porte, como os próprios sistemas naturais, dependem em grande escala de animais pequenos, especialmente de herbívoros e detritívoros, que predominam tanto em número de espécies, como em biomassa animal total. Qualquer esquema de conservação dos ambientes naturais não pode deixar de considerar esses organismos (Brown Jr., 1977).

De acordo com Leal Filho (1988) a utilização metodológica do recurso “estudo de campo” como técnica de estímulo à conservação ambiental a nível de ensino elementar e médio, fornece em primeira mão informações sobre um determinado ambiente, oferecendo ainda ao aluno uma visão concreta acerca do tema a ser investigado. Na medida em que o nível de teorização é mínimo, os estudantes passam efetivamente a se envolver com a nova situação. Estimula também o desenvolvimento de habilidades diversas, a exemplo do reconhecimento de organismos vivos, convergindo para uma melhor compreensão acerca da integração entre a flora e a fauna.

Da mesma forma, os alunos também passam a perceber exemplos negativos da relação do homem com as áreas de lazer, tais como: lixo jogado no chão, lagos poluídos, árvores e monumentos agredidos, o que é importante para a conscientização de que o bem estar de todos depende da ação individual, evitando a degradação e destruição do ambiente em que o ser humano vive.

## 5 CONCLUSÕES

O levantamento preliminar das aves e dos mamíferos do Parque Estadual Alberto Loefgren forneceu subsídio para as atividades educacionais relacionadas à preservação da fauna.

A Trilha implantada serviu como um importante instrumento para a sensibilização do ser humano em relação ao Meio Ambiente, permitindo que os alunos vivenciassem os conhecimentos ecológicos adquiridos em sala de aula.

Os resultados obtidos forneceram subsídios para a elaboração de novas estratégias de atuação com escolares.

A visita monitorada atingiu seus objetivos de contribuir para a conscientização dos alunos de Escolas Públicas e Particulares de 1º Grau sobre a importância de se proteger a natureza e de se manter um meio ambiente equilibrado.

## 6 AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ao Técnico de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica, Hugo da Fonseca Alves Pereira, pela colaboração no levantamento da fauna, à Ignez Apparecida Ferreira pela digitação e aos monitores e funcionários envolvidos nas atividades de Educação Ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, W. J.; ROCHA, L. M. Planejamento, implantação e manutenção de trilhas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. São Paulo: SBS, 1990. p.786-793.

- ANDRADE, W. J.; ZANCHETTA, D.; ROBIM, M.J. Proposta de um sistema de trilhas para o Parque Estadual de Campos do Jordão. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Unipress, 1992. pt.3, p.964-970.
- AOKI, H.; DORO, M.C. Programa de recreação e educação ambiental da Floresta de Avaré (SP). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. São Paulo: SBS. p.196-199.
- \_\_\_\_\_.; SANTOS, P.H. Avaliação do programa de uso público da Floresta de Avaré. Rev. Inst. Flor., v.7. n.2, p.253-258, 1995.
- BELART, J.L. Trilhas para o Brasil. Bol. FBCN, v.13, n.1, p.49-51, 1978.
- BOJADSEN, M.I.; BORBA, M.P. (Coord.) Trilha radical verde; guia prático de Educação Ambiental em Parques Urbanos. São Paulo: Instituto de Educação e Pesquisa Ambiental. 1998. 48p.
- BRACE, J.; WHITE, R.R.; BASS, S.C. Teaching conservation in developing nations. Washington: Peace Corps; New York: National Audubon Society, 1977. 251p. ilust.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988. Diário Oficial da União, 05 out. 1988. Seção I, p.1-32.
- BROWN JR., K.S. Heterogeneidade: fator fundamental na teoria e prática de conservação de ambientes tropicais. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO DA FAUNA E RECURSOS FAUNÍSTICOS, Brasília, 1977. Anais. Brasília: IBDF/FBCN, 1977. p. 175-183.
- CARVALHO, C.T. Dicionário dos mamíferos do Brasil. São Paulo: Fundação Parque Zoológico, 1969. 133p. ilust.
- CASTRO, A.G. & TAMAIO, I. 1999. Caracterização do perfil dos usuários do Parque Estadual Alberto Loefgren - Horto Florestal da Capital. IF Sér. Reg., n.20, p.1-7, 1999.
- CERVANTES, A.L.A. et al. Diretrizes para os programas de uso público do Instituto Florestal do Estado de São Paulo - SMA. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Unipress, 1992. pt.4, p.1076-1080.
- CIARI, M.B.; SANTOS, L.R. Núcleo Picinguaba: parque e escola na trilha da educação ambiental. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Unipress, 1992. pt.4, p.1130-1133.
- DIAS, A.C.; MOURA NETTO, B.V.; MARCONDES, M.A.P. Trilha interpretativa do Rio Taquaral do Parque Estadual de Carlos Botelho. Bol. Técn. IF, v.40-A, p.11-32, 1986.
- DIAS, G.F. Educação ambiental; princípios e práticas. São Paulo: Editora Gaia, 1992. 399p.
- DUNNING, J.S. South American land birds: a photographic aid to identification. Pennsylvania: Harrowood Books, 1982. 364p. ilust.
- \_\_\_\_\_. South American Birds: a photographic aid to identification. Pennsylvania: Harrowood Books, 1987. 351p. ilust.
- DUTRA, H.; HERCULIANI, S. Treinamento para monitores do subprograma de interpretação da natureza do Parque Estadual da Cantareira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. São Paulo: SBS, 1990. p.193-196.
- EMMONS, L.H. Neotropical Rainforest mammals: a field guide. Chicago: The University of Chicago Press, 1990. 281p. ilust.
- FRISCH, J.D. Aves brasileiras. São Paulo: Dalgas-Ecoltec. Ecologia Técnica, 1981. 353p. ilust.
- GARRIDO, M.A. de O.; TABANEZ, M.F.; DURIGAN, G. Implantação de área de recreação e de educação ambiental em florestas homogêneas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. Anais. São Paulo: SBS, 1982. p.64-69.
- GRIFFITH, J.J. Interpretação ambiental em áreas silvestres: um desafio para a extensão florestal. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE EXTENSÃO FLORESTAL, I, 1985. Anais. p.43-50.
- GUILLAUMON, J.R.; POLL, E.; SINGY, J.M. Análise das trilhas de interpretação. São Paulo: Instituto Florestal, 1977. 57p. (Bol. Técn. IF, 25)
- \_\_\_\_\_.; EMMERICH, W. Estudo de Ecologia Humana em função do manejo da paisagem. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. Anais. São Paulo: SBS, 1982. p.70-71.
- HÖFLING, E.; CAMARGO, H.F.A. Aves no campus: Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1993. 126p. ilust.

- KOFF, A.M.N. S.; PEREIRA, E.S.A. *Discutindo a preservação da vida: educação ambiental*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989. 79p. ilust.
- LEAL FILHO, W.D.S. A Conservação ambiental nos estudos de campo. *Ciência e Cultura*, v.40, n.9, p.882-884, 1988.
- LIEBERMAN, G.M. *et al.* *Actividades de educación ambiental*; guia para el maestro - 1º Ciclo. San José: EUNED, 1984. 160p.
- LIMA, G.S.; VALLE, Z.M.; ZANETTI, B.R. Levantamento dos conhecimentos ecológicos dos professores de 1º Grau na região metropolitana de Curitiba e seu papel na formação de futuros conservacionistas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. *Anais*. Curitiba: SBS/SBEF, 1993. p.60-62.
- MACHADO, A.B.M. Conservação da natureza e educação. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS Campos do Jordão, 1982. *Anais*. São Paulo: Unipress, 1982. pt.1, p.109-118.
- MAGNANINI, A. *Política e diretrizes dos Parques Nacionais do Brasil*. Brasília: IBDF, 1970. 41p.
- 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, Campos do Jordão, 1990. *Anais*. São Paulo: SBS, 1990. p.776-772.
- MATSUSHIMA, K. *Educação Ambiental*; guia do professor de 1º e 2º graus. São Paulo: SMA/CETESB, 1987. 292p. ilust.
- MILANO, M.S.; RIZZI, N.E.; KANIAK, V.C. *Princípios básicos de manejo e administração de áreas silvestres*. Curitiba: Departamento de Recursos Naturais Renováveis, 1986. 56p. ilust.
- MIRANDA, J.M. *Manual para la interpretacion ambiental en areas silvestres protegidas*. Santiago: Oficina Regional de la FAO para America Latina y el Caribe, 1992. 201p. (Doc. Técn., 8)
- ROBIM, M. J.; TABANEZ, M. F. Subsídios para implantação da trilha interpretativa da Cachoeira-Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. *Rev. Inst. Flor.*, v.5, n.1, p.65-89, 1993.
- ROCHA, L.M. Vivência ambiental no Parque Estadual da Cantareira - curso para professores de 1º Grau. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. *Anais*. São Paulo: Unipress, 1992. pt.4, p.1163-1165.
- RODRIGUES, R.M. *Vida na terra: conhecer para proteger*. São Paulo: Moderna, 1992. 63p. ilust.
- SANTOS, F.L.C.; PIALARISSI, A.M. Análise técnico florestal e psicopedagógica da percepção ambiental de crianças com idades entre oito a quatorze anos nas trilhas ecológicas de um projeto de educação ambiental. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. *Anais*. Curitiba: SBS/SBEF, 1993. p.10-15.
- SÃO PAULO. Leis, decretos, etc. 1978. Decreto 11.138, de 03 de fevereiro de 1978. *Diário Oficial*, 04 fev. 1978. Seção I, p.1-38. Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura e dá providências correlatas.
- SÃO PAULO. Leis, decretos, etc. *Constituição do Estado de São Paulo, de 05 de outubro de 1989*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1989. 48p.
- SCHEINER, T.C.M. O uso educativo da paisagem: educação ambiental e interpretação da natureza. *Bol. FBCN*, v.19, p.180-191, 1984.
- SICK, H. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. 912p. ilust.
- SORRENTINO, M. *et al.* Educação Ambiental - Extensão Universitária: uma experiência em escola pública de 1º grau. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. *Anais*. São Paulo: SBS, 1990. p.204-215.
- SOUZA, D. *Todas as aves do Brasil: guia de campo para identificação*. Feira de Santana: Dall, 1998. 258p. ilust.
- SPANGLE, P.; PUTNEY A.D. *Planificación de programas interpretativos*; guía para la preparación de programas interpretativos para parques nacionales. Santiago: Oficina Regional de la FAO para America Latina, 1974. 21p. (Doc. Técn., 18)
- TABANEZ, M.F.; CONSTANTINO, E.P. Análise de freqüência à floresta de recreação e educação ambiental de Assis. *Bol. Técn. IF*, v.40-A, p.54-76, 1986.
- \_\_\_\_\_.; HERCULIANI, S. Lazer e educação ambiental em florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. *Anais*. São Paulo: SBS, 1990. p.64-68.

SALES, E. R. & ESTON, M. R. de. Atividades de educação e interpretação ambiental no Parque Estadual Alberto Loefgren.

TABANEZ, M.F.; PÁDUA, S.M.; SOUZA, M.G.

A eficácia de um curso de educação ambiental não formal para professores numa área natural - Estação Ecológica dos Caetetus - SP. Rev. Inst. Flor., v.8, n.1, p.71-88, 1996.

TABANEZ, M.F. *et al.* Avaliação de trilhas interpretativas para educação ambiental. In: PÁDUA, S.M.; TABANEZ, M.F. (Org.) **Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil.** Brasília: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1997. 283p.

TANNER, R.T. **Educação ambiental.** São Paulo: Summus/EDUSP, 1978. 158p.

THELEN, K.D.; MILLER, K.R. **Planificación de sistemas de areas silvestres.** Santiago: Oficina regional de la FAO para America Latina y el Caribe, 1976. 62p. (Doc Técn., 16)

VALENTINO, R.A.L. *et al.* Planejamento da área de recreação, turismo e educação ambiental na Estação Experimental de Tupi. Bol. Técn. IF., v.36, n.2, p.75-99, 1982.

VASAKI, B.N.G. *et al.* Notas sobre o programa de educação ambiental do Parque Estadual da Carlos Botelho. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais.** São Paulo: Unipress, 1992. pt.4, p.1126-1129.



## 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; CONCLUSÃO(ES); 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 colocadas o mais próximo possível deste.

**1.2.1** As FIGURAS (mapas, gráficos, fotos, desenhos) deverão ser numeradas contínua e sequencialmente 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 - NB 66 - 1989). 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, folhetos, separatas, dissertações, etc.)

**AUTOR(ES).//Título:** subtítulo.//Edição.//Local: Editora, ano de publicação.//nº de páginas 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. 270p.

###### 1.4.1.1.1 Autores corporativos

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília:SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

###### 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.//Local: Editora, ano de 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: ABRATES, 1993. cap.4, p.137-174.

###### 1.4.1.2 Dissertações, Teses

**AUTOR.//Título da dissertação/tese.//Local: Faculdade/Universidade, ano.//total de páginas.//(Dissertação/Tese)**

VALLILO, M.I. *Caracterização das folhas e galhos do Croton floribundus Spreng. (Euphorbiaceae) e respectivo solo, por spectrometria de emissão com plasma de argônio induzido*. São Paulo: Instituto de Química/USP, 1995. 105p. (Dissertação de Mestrado)

###### 1.4.2 Periódicos (revistas, jornais)

###### 1.4.2.1 Artigo de periódico

**AUTOR(ES).//Título do artigo.//Título do periódico, volume, número do fascículo, página inicial-final, mês e ano de publicação.//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.*, v.12, n.1, p.13-23, 2000. /No prelo/

###### 1.4.2.2 Coleção no todo

**TÍTULO DO PERIÓDICO.//Local da publicação: Editora, data (ano) de publicação do primeiro volume e “-”, se continua, data do término, se encerrada.**

#### 1.4.2.3 Fascículos, Suplementos, Números Especiais

TÍTULO DA COLEÇÃO./Título do fascículo./Local da publicação: Editora, indicação do volume, nº, mês e 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, set. 1984. 135p. Edição Especial.

#### 1.4.2.4 Artigos em jornais

AUTOR(ES) (ou título do artigo).//Título do artigo./Título do jornal, local da publicação, data (dia, mês e ano).//Número ou título do caderno, seção, suplemento, nº 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, volume, nº do fascículo, página inicial-final, mês e ano de publicação./ /Resumo nº em Título do “abstract”, volume, nº do fascículo, página inicial-final, mês e ano de publicação/

KATOH, M. Classification of conifer trees species using JERS-1 OPS data. **Journal of Forest Planning**, v.1, n.1, p.1-5, 1995. /Resumo 9432 em **Forestry Abstracts**, v.58, n.12, p.1361, Dec. 1997/

#### 1.4.3 Congressos, Simpósios, Seminários, Conferências

AUTOR(ES).//Título do trabalho apresentado./In: TÍTULO DO EVENTO, nº, local, ano de realização./Título da publicação./Local da publicação: Editora, ano de publicação./páginas inicial-final.

##### 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, São Carlos, 1996. Programa e Resumos. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos/Depto. 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, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Unipress, 1992. p.269-273. /Rev. Inst. Flor., v.4 (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, San Felipe-Bacalar, Quintana Roo, México, 1980. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1981. tomo 1, p.243-246. (Publicación Especial, 35)

#### 1.4.4 Legislação

AUTOR./Número da lei/decreto e data./Título da publicação, data./Seção, páginas inicial-final./Ementa.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Lei nº 7.653, de 12 de fevereiro de 1988. **Diário Oficial da União**, 17 fev. 1988. Seção I, p.26-89. 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.

#### 1.4.5 Mapas

AUTOR(ES).//Título do mapa./Local da publicação: Editora, ano de publicação./Folha, 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).//Título do relatório./Local da publicação: Editora, ano de publicação./total de páginas.//(Relatório)

CASTRO, M.C.; GOMES, G.; VIANA, L.A.C. **Cooperação técnica na implementação do Programa Integrado de Desenvolvimento - Polonorte**. Brasília:PNUD/FAO, 1990. 47p. (Relatório da Missão de Avaliação do Projeto BRA/87/037)

#### 1.4.7 CD-ROM

AUTOR(ES).//Título artigo./Título do periódico, volume, nº do fascículo, páginas inicial-final, data./ /Título do CD-ROM, ano/

FRAME, J. Herbage production and quality of a range of secondary grass species at five rates fertilizer nitrogen applications. **Grass and Forage Science**, v.46, n.2, p.139-151, 1991. /CAB Abstracts on CD-ROM, 1990-91/

#### 1.4.8 Seriado

AUTOR(ES).//Título do artigo./Local da publicação: Editora, ano de publicação. nº 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. 160p. (General Technical Report RM-GTR, 299)

## 2 INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS

Para maiores esclarecimentos sobre a organização dos trabalhos especialmente quanto à maneira de 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.



INSTITUTO  
FLORESTAL



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**

SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE