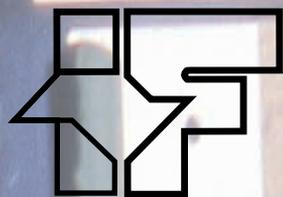




SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO FLORESTAL



# REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 20	n. 2	p. 71 - 224	dez. 2008
------------------	-----------	-------	------	-------------	-----------

**GOVERNADOR DO ESTADO**

José Serra

**SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE**

Francisco Graziano Neto

**DIRETOR GERAL**

Cláudio Henrique Barbosa Monteiro

**COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**

Waldir Joel de Andrade

Marilda Rapp de Eston

Antônio da Silva

Dimas Antonio da Silva

Eliane Akiko Honda

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla

Giselda Durigan

Gláucia Cortez Ramos de Paula

Israel Luiz de Lima

João Aurélio Pastore

Miguel Luiz Menezes Freitas

Yara Cristina Marcondes

**PUBLICAÇÃO SEMESTRAL/SEMESTRAL PUBLICATION**

**SOLICITA-SE PERMUTA**

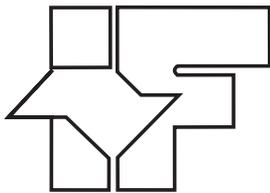
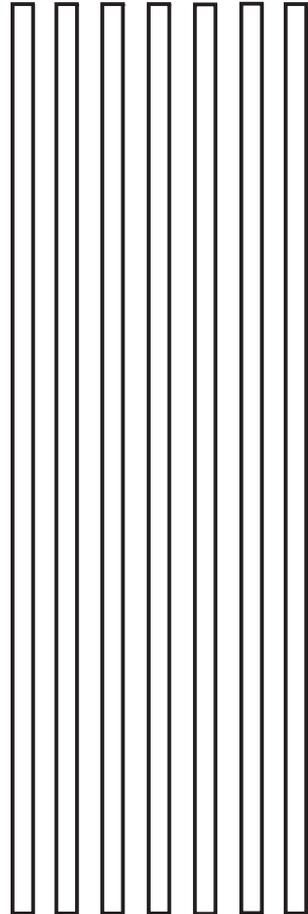
**EXCHANGE DESIRED**

**ON DEMANDE L'ÉCHANGE**

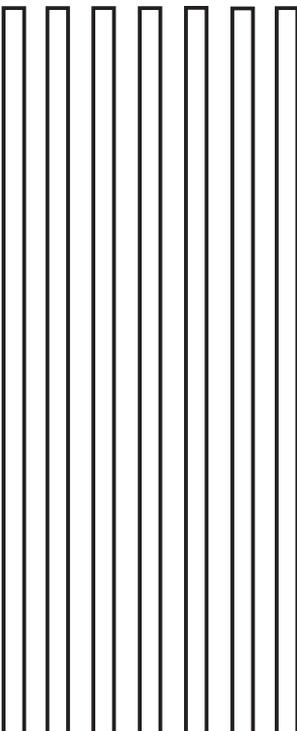
Biblioteca do  
Instituto Florestal  
Caixa Postal 1322  
01059-970 São Paulo, SP  
Brasil  
Fone: (11) 2231-8555  
nuinfo@if.sp.gov.br



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO FLORESTAL



# REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL



Rev. Inst. Flor.	São Paulo	v. 20	n. 2	p. 71 - 224	dez. 2008
------------------	-----------	-------	------	-------------	-----------

## COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

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

## APOIO/SUPPORT

Carlos Eduardo Sposito (Revisão)  
Carlos José Araújo (Gráfica)  
Sandra Valéria Vieira Gagliardi (Revisão)

## CONSULTORES DESTA EDIÇÃO:

Alexandre Magno Sebbenn – Instituto Florestal  
Alexsander Zamorano Antunes – Instituto Florestal  
Ana Lúcia Tonani Tolfo Vellini – Centro Univ. de Votuporanga  
Ananda Virgínia de Aguiar – EMBRAPA Florestas – Colombo  
Antonio Ludovico Beraldo – UNICAMP  
Daniela Ludoviger Ingui – IB – USP  
Edson Seizo Mori – UNESP – Botucatu  
Eduardo Luiz Longui – Instituto Florestal  
Francisco Eduardo Silva Pinto Vilela – Instituto Florestal  
Geraldo Antônio Daher Corrêa Franco – Instituto Florestal  
Inês Cordeiro – Instituto de Botânica  
João José Tomé de Farias Neto – EMBRAPA - CPATU

Jurandyr Luciano Sanches Ross – Geografia - USP  
Luiz Octavio Marcondes Machado – IB - UNICAMP  
Maria Fernanda Calió – Instituto de Biociências – USP  
Maria Inez Pagani – IB – UNESP  
Mario Luiz Teixeira de Moraes – FEIS - UNESP  
Paulo Eduardo Telles dos Santos – EMBRAPA Florestas  
Rinaldo César de Paula – UNESP – Jaboticabal  
Robson Fernando Missio – Univ. Fed. de Viçosa  
Rozely Buzanetti Torres – Inst. Agr. de Campinas  
Valderez Pontes Matos – Univ. Fed. de Pernambuco  
Vânia Regina Pivello – Instituto de Biociências – USP

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

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

## PUBLICAÇÃO SEMESTRAL/SEMESTRAL PUBLICATION

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

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

COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL  
dezembro, 2008

## SUMÁRIO/CONTENTS

p.

### ARTIGOS CIENTÍFICOS/SCIENTIFIC ARTICLES

- Construção de cenários por análises temporais e métricas espaciais em área sob influência de reservatórios de hidrelétricas. Construction of scenarios by time series analysis and space metrics in region under the influence of hydroelectric dams reservoirs. Marcos Antonio dos SANTOS; Rozely Ferreira dos SANTOS ..... 71-94
- Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis-SP. High heritabilities and selection gains for growth traits in open-pollinated progênies of *Pinus elliottii* var. *elliottii* at 25 years old in Assis-SP. Alexandre Magno SEBBENN; Osmar VILAS BÔAS; José Carlos Molina MAX ..... 95-102
- Varição genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 anos de idade em Assis-SP. Genetic variation, heritabilities and gains in selection for growth traits in progeny test of *Pinus caribaea* var. *bahamensis* at 20 years of age in Assis-SP. Alexandre Magno SEBBENN; Osmar VILAS BÔAS; José Carlos Molina MAX ..... 103-115
- Composição e estrutura da comunidade vegetal em regeneração sob plantios de *Pinus* spp. (Pinaceae) em Rio Claro, SP. Composition and structure of regenerating plant community under *Pinus* spp. (Pinaceae) plantations in Rio Claro, State of São Paulo, Brazil. Fábio Vicentin DINIZ; Reinaldo MONTEIRO ..... 117-138
- Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sansão-do-campo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade. Seed germination of *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. Under different conditions of temperature, light and moisture. Antônio da SILVA; Ivor Bergemann de AGUIAR; Márcia Balistiero FIGLIOLIA ..... 139-146
- Levantamento da família Gentianaceae Juss. no Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo. Survey of family Gentiniaceae Juss. at the Curucutu Nucleus, Serra do Mar State Park, São Paulo. Allan Carlos PSCHIEDT; Paulo AFFONSO ..... 147-153
- Variabilidade genética de populações naturais de *Dipteryx alata* Vog. por meio de caracteres nutricionais em sementes. Genetic variability of natural populations of *Dipteryx alata* Vog. by nutrients seeds content. Daniela Silvia de Oliveira CANUTO; Alexandre Marques da SILVA; Marcela Aparecida de MORAES; Cristina Lacerda Soares Petrarolha da SILVA; Mario Luiz Teixeira de MORAES; Marcos Eustáquio de SÁ ..... 155-163
- Varição genética para caracteres quantitativos em população de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. Genetic variation for quantitative traits in *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. Population. Miguel Luiz Menezes FREITAS; Alexandre Magno SEBBENN; Antonio Carlos Scatena ZANATTO; Eurípedes MORAES; Marcela Aparecida de MORAES ..... 165-173

Influência do desbaste e da fertilização nos índices de rachamento após desdobro e secagem em madeira serrada de <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex-Maiden. Influence of thinning and fertilization on the end split rates after sawing and after drying on <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex-Maiden sawn wood. Israel Luiz de LIMA; José Nivaldo GARCIA .....	175-184
Variação genética para a densidade básica da madeira e caracteres silviculturais em uma população base de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> DEHNH. Genetic variation for wood density and silviculturals traits in a base population of <i>Eucalyptus camaldulensis</i> DEHNH. Fernando Wergles SANTOS; Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM; Israel Luiz de LIMA; Ellen Su Ching TUNG; Janete Motta da SILVA; Miguel Luiz Menezes FREITAS; Mario Luiz Teixeira de MORAES; Alexandre Magno SEBBENN .....	185-194
Avifauna do Parque Estadual Alberto Löfgren–São Paulo: diagnóstico e propostas para a conservação. Birds of Alberto Löfgren State Park–São Paulo: species list and conservation. Alexsander Zamorano ANTUNES; Marilda Rapp de ESTON .....	195-211
NOTA CIENTÍFICA/SCIENTIFIC NOTE	
Registro de novos hospedeiros de <i>Megaplatypus mutatus</i> (Chapuis) (Coleoptera, Platypodidae) no Estado de São Paulo, Brasil (Nota Científica). A register of new hosts of <i>Megaplatypus mutatus</i> (Chapuis) (Coleoptera, Platypodidae) in the State of São Paulo (Scientific Note). Marcel Mamede de CARVALHO FILHO; Édson Possidônio TEIXEIRA; Thiago Borges CONFORTI .....	213-219
Registros relevantes de aves para a Grande São Paulo obtidos no Parque Estadual da Cantareira (Nota Científica). Birds relevant records from Cantareira State Park, São Paulo city and surrounds (Scientific Note). Alexsander Zamorano ANTUNES; Ana Maria Rodrigues dos SANTOS; Marilda Rapp de ESTON .....	221-224

# CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS POR ANÁLISES TEMPORAIS E MÉTRICAS ESPACIAIS EM ÁREA SOB INFLUÊNCIA DE RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS\*

Marcos Antonio dos SANTOS\*\*  
Rozely Ferreira dos SANTOS\*\*\*

## RESUMO

De forma geral, as mudanças ambientais são diagnosticadas pela comparação de dados em diferentes períodos tendo como base a composição do uso e ocupação da terra. Somente sob essa perspectiva, a obtenção dos resultados não responde, de fato, a complexidade e a dinâmica da região. Nessa direção, o objetivo deste trabalho foi desenvolver, metodologicamente, um cenário histórico que relacionasse as decisões políticas adotadas para uma região com as mudanças no uso das terras, por meio do confronto dos mapas e os índices espaciais de mudanças com as informações históricas e entrevistas com as lideranças locais. A área de estudo é composta por cinco municípios que margeiam os reservatórios de Jupuíá, Ilha Solteira e Três Irmãos (SP). Esses reservatórios, reconhecidamente, mudaram a paisagem regional. Os índices e as métricas retrataram as informações históricas, permitindo a discussão dos fatores culturais, condições locais da terra, ações políticas e estratégicas adotadas para a região. Constatou-se que a implantação das usinas teve forte influência sobre a dinâmica da ocupação local, principalmente pela contratação de mão-de-obra das lavouras e redução do arrendamento de terras. Porém, outros fatores, como a falência de empresas agrícolas e a implantação de frigoríficos nas proximidades, contribuíram para a inversão das áreas agrícolas em pastagens. As lideranças têm consciência das mudanças ocorridas na região e consideram que elas não foram boas, pois a região não se desenvolveu.

Palavras chave: alteração ambiental; cenário histórico; paisagem; índices de mudança.

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, diversos autores, como Odum & Turner (1989), Dunn *et al.* (1991), Olsson *et al.* (2000), Gomes *et al.* (2004), utilizaram a construção de cenários temporais, descrita e representada gráfica ou cartograficamente, para interpretar a evolução das

## ABSTRACT

Generally, the environmental changes are diagnosed by comparing data in different periods based on the land use occupation. Only under that perspective, the achievement of results does not answer, in fact, the complexity and dynamism of the region. In this way, the goal of this work was to develop, methodologically, a historical scenario that links the political decisions taken to a region with the land use changes, through comparing the maps and the change spatial indexes with historical information and interviews with the local leaderships. The study area have five cities that border the Jupuíá, Ilha Solteira and Três Irmãos reservoirs (SP, BR). These reservoirs, admittedly, changed the regional landscape. The indexes and the metrics were linked with the historical information, allowing debates of cultural factors, land local conditions, political actions and strategies adopted to the region. It was verified that the deployment of the dams had a great influence on the region dynamics, mainly for the manpower absorption capacity, reducing the labor in the farms and the renting land. However, other factors, as bankruptcy of agricultural companies and implantation of cold storage rooms in the neighborhoods, had contributed for the exchange of agricultural areas to pastures. The leaderships have conscience of the changes in the region and they consider that is not good, because there was not development in the region.

Keywords: environmental change; historical scenario; landscape; change indexes.

ações humanas ocorrentes em um determinado território. Os cenários históricos ajudam na identificação das pressões que determinam o estado atual do meio. Permitem uma leitura dinâmica do meio, inserida na compreensão do processo de ocupação que norteou e norteia o desenvolvimento e a apropriação dos recursos naturais (Ross, 1993; Santos, 2004).

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

(\*\*) Faculdade de Engenharia Agrícola - Feagri - UNICAMP, Rua Nelson de Souza Bárbara, 510, Jardim Santa Genebra, 13080-260, Campinas, SP, Brasil. E-mail: santos\_mcs@yahoo.com.br

(\*\*\*) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - FEC - UNICAMP, Laboratório de Planejamento Ambiental, Departamento de Recursos Hídricos, Caixa Postal 6021, 13083-852, Campinas, SP, Brasil. E-mail: roze@fec.unicamp.br

Dorney (1989) introduziu o conceito de “evolução cultural da paisagem”, ou seja, a paisagem deve ser avaliada no passado, presente e futuro, procurando-se determinar os fatores humanos que causaram mudanças, sejam de naturezas institucionais, sociais, tecnológicas, econômicas ou ecológicas. Girardi (2002) evidencia a importância de avaliar as mudanças na paisagem sobre o aspecto histórico cultural. Para essa autora, o estudo da combinação desses fatores indica as diferentes trajetórias possíveis de evolução da paisagem, bem como a interpretação da velocidade das mudanças. Nessa perspectiva, a tarefa do planejador seria compreender a dinâmica das atividades humanas no passado, verificar os possíveis efeitos no presente e procurar detectar as forças que podem alterar a trajetória atual e concentrar esforços nos pontos críticos que afetam essa trajetória numa ação preventiva.

Vários autores brasileiros têm procurado, metodologicamente, avaliar a evolução da paisagem dentro de uma perspectiva histórica. São exemplos os trabalhos no Estado de São Paulo de Santos & Pedreira (1997) para as bacias hidrográficas do rio Atibaia e ribeirão Quilombo, Fierz & Rosa (1999) para a região de Bertioxa, Santos & Rutkowski (2000) para a Região Metropolitana de São Paulo, Peccinini & Pivello (2000) para o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, Shida & Pivello (2005) para o Parque Estadual Vassununga, Gomes *et al.* (2004), para Parati. Todos partem do princípio de que o entendimento do passado é a chave para a compreensão do presente. No entanto, cada um deles desenha os cenários sob diferentes linhas metodológicas.

As mudanças são diagnosticadas pelas alterações qualitativas e quantitativas do uso da terra ao longo de um período. O caminho metodológico mais comum é a sobreposição de dados sobre a estrutura e a composição do uso e ocupação da terra em diferentes períodos, selecionados pela identificação dos principais eventos transformadores da região. Somente sob essa perspectiva, a obtenção dos resultados, aparentemente simples, não responde de fato à complexidade e à dinâmica do território (Santos, 2004).

Este trabalho considera que, além das formas usuais de medida de mudança, é de extrema importância identificar os momentos históricos que definiram novas propostas de desenvolvimento e gestão de um local e concluir sobre o conjunto predominante de influências – seja de ordem ecológica, econômica ou social.

O objetivo deste trabalho foi elaborar, metodologicamente, um cenário histórico que relacionasse as decisões políticas adotadas para uma região com as mudanças no uso das terras, por meio do confronto das informações históricas com índices de mudança da terra selecionados por sua capacidade de fornecer evidências dos fatores indutores da alteração da paisagem e de serem obtidos por medidas espaciais.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo, composta por cinco municípios que margeiam os reservatórios de Jupia, Ilha Solteira e Três Irmãos (FIGURA 1) está inserida na Regional Agrícola de Andradina, no Estado de São Paulo. A escolha dessa área se deve pela criação desses reservatórios, que reconhecidamente estimularam um novo direcionamento das atividades locais. Após as construções, esses municípios ficaram cercados pelos lagos. Além disso, aparentemente, a proposta de desenvolvimento não foi diversificada, sendo baseada na exploração do potencial hidrelétrico da região, de acordo com os planos governamentais, durante as diferentes décadas, desde 1950.

A diretriz governamental básica foi promover o desenvolvimento em outras regiões, com populações urbanas mais densas, e não propriamente na área de estudo. Dessa forma as diretrizes induziram mudanças, diretas e indiretas, relacionadas à proposta estabelecida pela construção dos grandes lagos. Sob essas condições, a região de Andradina pareceu ser um bom exemplo para se analisar mudanças regionais através da construção de cenários temporais.

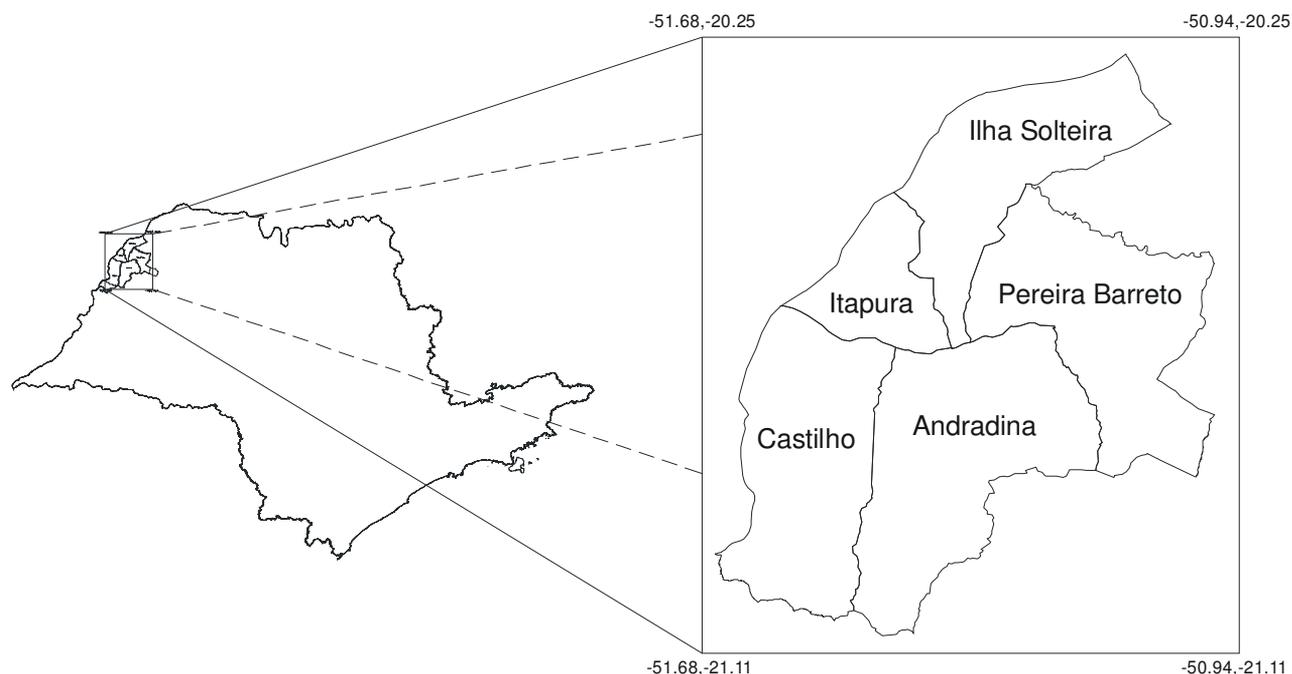


FIGURA 1 – Municípios que compõem a área estudada. Fonte: IBGE – Malha Municipal Digital de 1997.

## 2.2 Construção da Linha do Tempo e Mudanças Temporais

Para a construção da linha do tempo e mudanças temporais foi efetuado um levantamento bibliográfico do histórico da ocupação na região. Foram visitadas bibliotecas das universidades paulistas, órgãos públicos e bibliotecas municipais. Foram levantados os principais atos legais e iniciativas de governo que incidiram sobre a região. Os dados contribuíram para o entendimento das forças, relações e conflitos ocorrentes na região, quanto ao uso e ocupação da terra. Foi avaliada a cronologia de implementação das ações ocorridas no período de 1950 a 2002. O produto desse levantamento permitiu a identificação das mudanças percebidas nos mapeamentos do uso e ocupação referentes às datas de 1972, 1981, 1990 e 1999.

Em campo, houve uma etapa exploratória, na qual foram feitos contatos com membros das prefeituras, associações e outros representantes das instituições direta ou indiretamente envolvidos com as tomadas de decisão.

A análise prévia das informações coletadas subsidiou a formulação do roteiro de entrevistas (TABELA 1).

Nessa linha, não há restrição em aprofundar em determinadas entrevistas alguns pontos abordados, por meio de questões que emergem durante a conversa entre o pesquisador e o entrevistado. Aliás, de acordo com Santos (2004), o desdobramento das questões é fundamental, porque permite a compreensão de um fenômeno a partir de novas interpretações fornecidas pelo entrevistado.

A amostra foi não-probabilística, da categoria por julgamento, na qual os entrevistados foram escolhidos de acordo com a sua importância para o estudo em questão, e ainda que estivessem predispostos a fornecer informações. Portanto, não foi definido um número prévio de pessoas a serem entrevistadas, sendo procurados os representantes de instituições, lideranças e produtores rurais tradicionais na região de estudo, de todos os municípios estudados.

TABELA 1 – Parte do questionário utilizado para entrevistas com a população local, tendo como foco as questões históricas que mudaram a paisagem.

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>			
Entrevistador ( <i>nome</i> )			
Data ( <i>dia / mês / ano</i> ) __ __ / __ __ / __ __		Coordenadas geográficas do local (UTM-22S)	
Nome completo do entrevistado:			
Endereço (nome da fazenda ou sítio)			
País ou Estado de origem			
Sexo		<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino	
Número de anos em que reside na região			
Usina hidrelétrica mais próxima		<input type="checkbox"/> Ilha Solteira <input type="checkbox"/> Três Irmãos <input type="checkbox"/> Jupia	
<b>Nível de Escolaridade</b>			
<input type="checkbox"/> Sem Instrução		<input type="checkbox"/> Primeiro grau completo	
<input type="checkbox"/> Pré-escola		<input type="checkbox"/> Segundo grau incompleto	
<input type="checkbox"/> Primeiro grau (primário e ginásio) incompleto		<input type="checkbox"/> Segundo grau completo	
		<input type="checkbox"/> Curso superior incompleto	
		<input type="checkbox"/> Curso superior completo/pós-graduação	
		<input type="checkbox"/> Não identificado	
<b>MAPEAMENTO DE LIDERANÇAS</b>			
TEMAS	Nomes	Referência/Localização	
Agricultura			
Política			
Meio Ambiente / Caça / pesca Extrativismo			
CESP/usina hidrelétrica			
Desmatamentos			
Manejo de áreas agrícolas			
Pecuária			
Saúde			
Turismo			
<b>FUNÇÃO PARTICIPATIVA</b>			
<input type="checkbox"/> Roça / Agropecuária		<input type="checkbox"/> Aposentado / Pensionista	
<input type="checkbox"/> Comércio		<input type="checkbox"/> Extrativismo (coleta ou produção de produtos extrativistas)	
<input type="checkbox"/> Indústria		<input type="checkbox"/> Outros Serviços (setor privado)	
<input type="checkbox"/> Construção Civil		<input type="checkbox"/> Outros Serviços (setor público)	
<input type="checkbox"/> ONG			
<input type="checkbox"/> Estudante		<input type="checkbox"/> No lar (sem remuneração)	
		<input type="checkbox"/> Outro com rendimento	
		<input type="checkbox"/> Outro sem rendimento	
		_____	
		_____	
<b>CULTURAS ANUAIS / CICLOS CURTOS</b>			
<b><i>Tem ou já teve área com cultura anual ?:</i></b>			
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não (em caso de <b>sim</b> responder tabela abaixo)			
<b><i>Se possível informar situação em 1972/1981/1990 e 1999</i></b>			
	Sim	Não	Área (em caso de sim)
Abóbora			
Arroz			
...			
Sorgo			
<b>Outros</b>			
			Sim    Não
<b>Se tem alguma das culturas anuais acima: O Sr. vende o produto?</b>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>A mudança das culturas foi depois da implantação da usina?</b>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>A presença da usina influenciou sua decisão?</b>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

As mudanças foram observadas de acordo com a natureza da indução, ou seja, se institucionais (como entre organizações governamentais e não governamentais), legais (como por imposição de atos legais) ou sociais (como de interesses individuais pelo uso dos recursos). Assim, foram obtidas as informações sobre aspectos que evidenciassem os fatores indutores das características atuais da ocupação e uso da terra.

As informações foram distribuídas ao longo de uma seqüência histórica, considerando-se dois eixos: um para as ações de curta duração (eixo Y), em ordem cronológica e referenciadas no ano real de ocorrência, e outro para as ações de longa duração que refletem prováveis períodos de ocorrência ou influência (eixo X).

## 2.3 Elaboração de Retratos Históricos do Uso e Ocupação da Terra

### 2.3.1 Tipos de uso e sua distribuição regional em uma série temporal

Para interpretar as mudanças de uso ocorridas na região dos lagos de Andradina, sob os aspectos qualitativos e de distribuição territorial, foi realizada uma análise espacial temporal do uso e ocupação da terra entre as décadas de 1970 e 1990.

Foram elaborados os mapas de uso da terra e cobertura vegetal através de processos de classificação visual e digitalização das imagens da série de satélites Landsat, trabalhadas nos ambientes dos SIGs Geomedia e Idrisi, adotando-se a escala

de mapeamento 1:50.000. Foi adotado o sistema de projeção UTM (Projeção Universal Transversa de Mercator) – Zona 22 e Datum SAD-69. As imagens foram corrigidas geometricamente. Sobre a banda 4 (banda verde) foi aplicado um filtro de borda e posteriormente o contraste com 2,5% de saturação. Os processos foram aplicados para homogeneizar as informações, com a finalidade de expor melhor os limites da cobertura vegetal e facilitando, assim, a interpretação visual. As composições falsa cor foram tratadas e compostas no software I/RAS C, com base nas bandas apresentadas na TABELA 2. Ela foi utilizada como padrão para a observação das variações na vegetação. O banco de dados vetorial e textual foi criado no SIG sobre a plataforma de armazenamento *Microsoft Access* (MDB), padrão do *Geomedia*.

Os usos das terras foram estabelecidos a partir da interpretação visual das imagens de satélite, criando-se diretamente sobre elas os polígonos de feições que resultaram na composição final dos mapas de uso e ocupação. Os padrões de interpretação das imagens de diferentes períodos foram adotados em função das características e conjunto de bandas espectrais disponíveis.

Após a elaboração dos mapas foram realizadas aferições, em campo, dos padrões adotados para o mapeamento. Foram efetuados 85 pontos de controle, sendo 24 posições geográficas previamente determinadas (pelo menos duas posições para cada classe de uso e ocupação da terra) e as demais efetuadas aleatoriamente para promover maior cobertura possível sobre a área de estudo. Este procedimento teve como objetivo dar qualidade aos mapeamentos efetuados e produtos derivados.

TABELA 2 – Bandas adotadas para a composição da imagem colorida falsa cor para cada ano.

Ano	Sensor	Canal Vermelho	Canal Verde	Canal Azul	Pixel (m)
1972	MSS	Banda 3	Banda 4	Banda 2	80
1981	MSS	Banda 5	Banda 7	Banda 4	60
1990	TM	Banda 4	Banda 5	Banda 3	30
1999	TM	Banda 4	Banda 5	Banda 3	30

### 2.3.2 Avaliações quantitativas das mudanças em uma série temporal

Para obter avaliações quantitativas das mudanças na série temporal 1972-1999, foram aplicados índices de mudança, conforme descrito em Santos (2003). Os mapas vetoriais criados no SIG *Geomedia* foram exportados para o SIG *Idrisi*, para serem transformados em modelo matricial. Todos os mapas foram rasterizados, adotando-se *pixel* de 30 m como padrão. A FIGURA 2 apresenta um exemplo do mapa vetorial produzido no SIG *Geomedia* para o ano de 1972, do mesmo modo foram gerados os mapas de 1981, 1990 e 1999.

Foi utilizada a técnica de pares de comparação para dados qualitativos denominada

classificação cruzada (função *Crosstab*). A partir desta técnica obteve-se o Índice de Concordância Kappa (ICK) entre as classes de uso e ocupação, adotando-se como “referências terrestres” as imagens de 1972, 1981 e 1990. Obteve-se como produto a quantificação das áreas em *pixel*, hectares e porcentagens referentes a cada classe de uso. As tabelas de classificação cruzada foram inseridas no *software Microsoft Excel* para obtenção de gráficos para representação das variações temporais. Foi também aplicado o Índice de Mudança (IM), que é uma derivação do ICK (Santos, 2003) sendo que quanto maior o IM, maior é a mudança verificada. A comparação dos índices e medidas entre si permitem compreender a dinâmica de ocupação do território, expansão e concentração das atividades humanas.

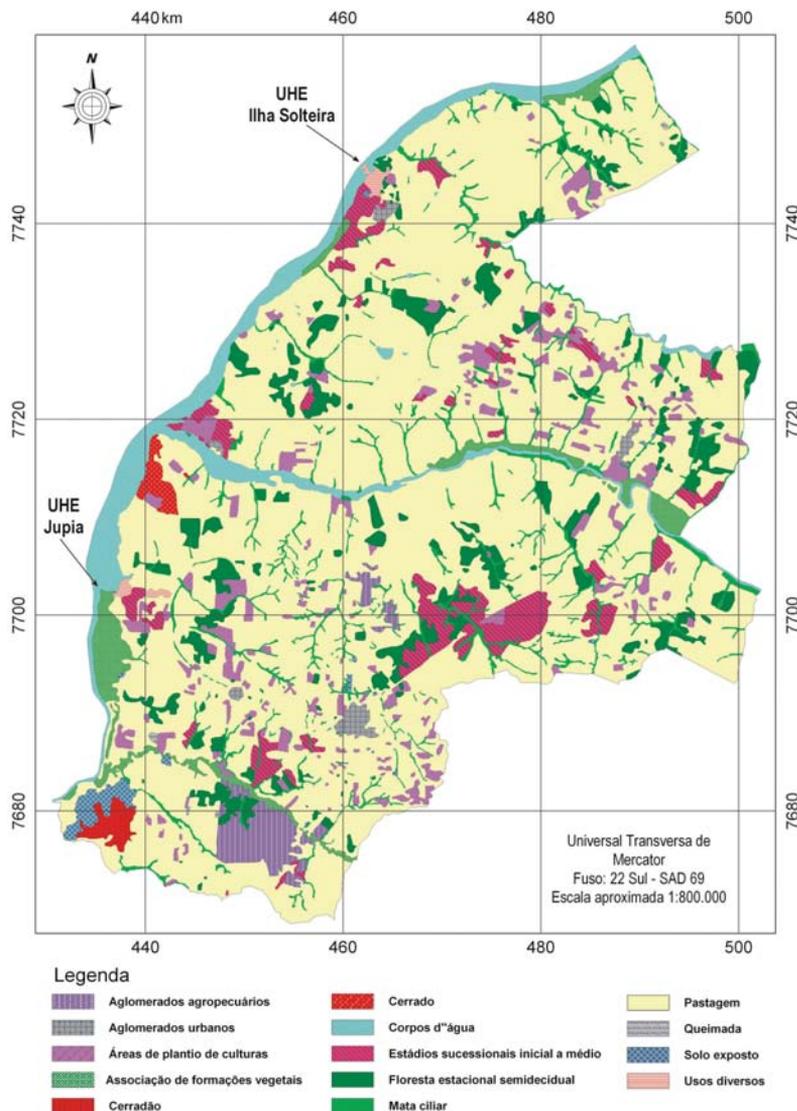


FIGURA 2 – Uso e ocupação da terra, na região de estudo, baseado em imagem de satélite Landsat de 1972.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 As Ações do Homem Sobre a Natureza e Seus Cenários

##### 3.1.1 O desbravamento

Almeida & Sobrinho (1951) descrevem a ocupação do Estado de São Paulo em três classificações de colonização: zona velha, zona de transição e zona nova. Esses autores relatam que a zona velha, composta pelo litoral e interior, caracterizou-se por ter um processo colonizador impulsionado, no início, pelo trabalho servil do índio, e posteriormente do negro, compreendendo o período entre 1532 e 1880. A zona de transição foi colonizada sob o impulso da grande imigração estrangeira, durante o período de 1881 a 1920. A zona nova, onde se localiza a área de estudo, foi colonizada na vigência do fluxo migratório nacional para São Paulo e por força dos grandes movimentos migratórios internos do Estado rumo ao oeste,

onde ocorreu a expansão das lavouras de café e formação de pastagens artificiais para a criação de gado bovino.

A área de estudo era desabitada e sem alvo de colonização até 1948. O estímulo governamental para cultivo do café, algodão e pastagens atuou como o principal indutor para o cenário que vemos hoje.

Segundo dados da São Paulo (1978), durante o governo de Adhemar Paes de Barros (1947-1950), a Secretaria de Agricultura continuou fomentando a imigração e colonização do interior do Estado. O traçado e a construção das estradas de ferro (FIGURA 3) tiveram um papel fundamental para promover o desenvolvimento do Estado e, conseqüentemente, a região em estudo. Porém, estudos efetuados por Matos (1981) relatam que no início do século XX, já havia marcas do povoamento inicial, através do sistema de “patrimônios” estabelecidos por povoadores de procedência predominantemente mineira, ou então as tentativas oficiais de colônias militares, como as de Avanhandava e Itapura, que não vingaram.

#### EVOLUÇÃO FERROVIÁRIA DE SÃO PAULO

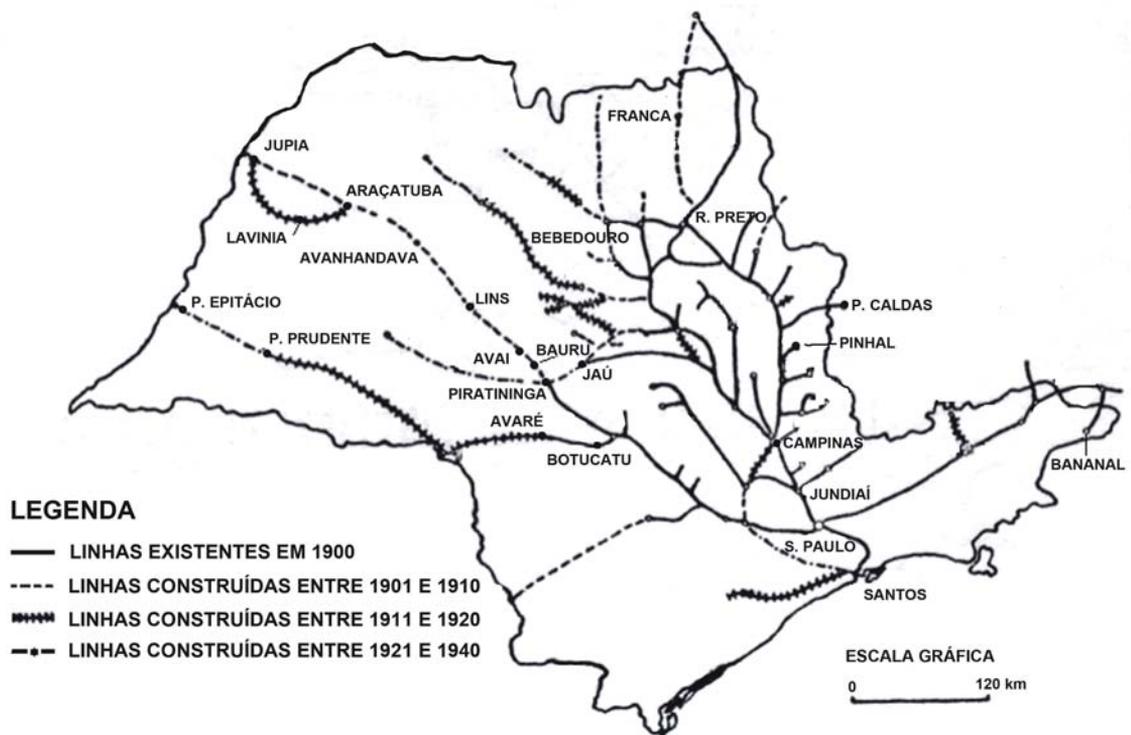


FIGURA 3 – Desbravamento acompanhando as ferrovias entre 1900 e 1940. Fonte: Matos (1981).

No ano de 1904 foi criada a “Companhia de Estradas de Ferro Noroeste do Brasil” que no projeto inicial partia da cidade de Bauru e visava alcançar o sul do Estado do Mato Grosso. No período de 1906 a 1908 foram implantados cerca de 288 km de ferrovias, originando as cidades de Avai, Avanhandava e Araçatuba. O prolongamento da ferrovia a oeste de Araçatuba atravessou pântanos e regiões insalubres, o que ocasionou inúmeras vítimas, alcançando as barrancas do rio Paraná e a cidade Três Lagoas (Mato Grosso) em 1910. A partir da década de 1920 inicia-se o povoamento da região, fazendo com que inúmeras estações de estradas de ferro se transformassem em cidades progressistas. O trecho de Araçatuba a Jupiá era improdutivo e mereceu especial atenção da administração ferroviária, principalmente por serem lamentáveis as condições econômicas da região marginal ao Tietê, que deploravelmente repercutiram nas condições financeiras deste trecho. Nessa época, qualquer tentativa de aproveitamento das terras ali existentes estava condenada ao fracasso, devido à insalubridade da região. Assim, foi proposta a execução de uma alternativa variante, a fim de sanar o erro cometido. Procedido o necessário reconhecimento da região, tiveram início as obras de construção de uma nova linha férrea, que no período de 1929 a 1937 deu início às cidades de Guararapes, Bento de Abreu, Valparaíso, Aguapeí, Lavínia, Mirandópolis e Andradina, e no final do período entroncou-se à linha velha em Jupiá.

Com a era do asfalto (depois de 1940), as rodovias que seguiam paralelamente às estradas de ferro, promoveram um amplo desenvolvimento da região, dentre as quais se destaca a atual região agrícola de Andradina. Essa região foi servida pela Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, que no início de sua construção foi marcada por muitas falhas, mas com o tempo foram corrigidas. Antes de tudo, esta estrada foi pioneira na região. Suas cidades, hoje todas muito importantes, praticamente tiveram início com a estação ferroviária, ou até antes, com os barracões dos trabalhadores da estrada. Boa parte delas conservaram durante muito tempo a estação original, marco inicial de um povoamento em função do qual muitas cidades se criaram e se desenvolveram (Matos, 1981).

### 3.1.2 Principais ações governamentais sobre a região

Martins (1991) descreve que em 1967 conforme Decreto nº 48.163, o território do Estado de São Paulo foi dividido em regiões administrativas. Essas regiões deveriam ser adotadas pelos órgãos da administração pública, de modo que, nos seus diferentes níveis administrativos e nos diversos setores de atividades, adotassem divisões harmônicas para fim de planejamento. Essas unidades eram áreas geográficas definidas em diferentes escalões e associadas, cada uma delas, a um pólo urbano principal. Inicialmente 11 escalões foram criados e posteriormente reorganizados em 14 regiões; estas 14 regiões foram subdivididas em 40 regionais agrícolas das quais a regional agrícola de Andradina é uma delas.

O desenvolvimento da região também teve como motivador o fato de haverem planos governamentais para a criação das hidrelétricas na região. Em 1960, por encomenda do Governo Brasileiro, a Società Edison sediada em Milão/Itália, apresentou um projeto propondo a construção das usinas Jupiá e Ilha Solteira, constituindo o complexo hidrelétrico Urubupungá (Complexo Francisco Lima de Souza Dias Filho). Em 1962, no final no governo de Carlos Alberto de Carvalho Pinto, iniciou-se a construção da Usina de Jupiá, atual Usina Engenheiro Souza Dias. Os demais governos deram continuidade às obras de ampliação, conclusão e conservação das usinas.

Em dezembro de 1966, a Centrais Elétricas do Urubupungá S. A. - CELUSA foi integrada à Companhia Energética de São Paulo - CESP (então, Centrais Elétricas de São Paulo S.A.) que continuou a construção de Jupiá. Segundo relatos da CESP (1988), as empresas concessionárias de energia elétrica, com frequência, constroem e administram vilas residenciais provisórias destinadas aos funcionários, induzidas principalmente no caso daquelas de grande porte. O núcleo urbano de Ilha Solteira foi erguido em função da Usina e esta somente pôde ser construída devido ao núcleo urbano, sua retaguarda. As obras começaram em 1967 e o núcleo foi fundado oficialmente em outubro de 1968, pertencendo ao município de Pereira Barreto. Em 1971 a população atingiu a marca de 32.000 habitantes. Em 1973 sua população era de cerca de 26.000 habitantes, devido ao decréscimo provocado pelo término da obra principal.

SANTOS, M. A. dos; SANTOS, R. F. dos. Construção de cenários por análises temporais e métricas espaciais em área sob influência de reservatórios de hidrelétricas.

O complexo hidrelétrico Urubupungá aproveitou uma série de saltos nos rios Paraná e Tietê constituindo-se, na época de sua construção, no maior complexo hidrelétrico do Hemisfério Sul. A área diretamente influenciada pelo complexo abrange um círculo de raio superior

a 600 km (cerca de um milhão de quilômetros quadrados), conforme indica a FIGURA 4, que em 1973, ano do início de operação da usina de Ilha Solteira era responsável por 70% da produção industrial e mais de 40% da produção agropecuária.

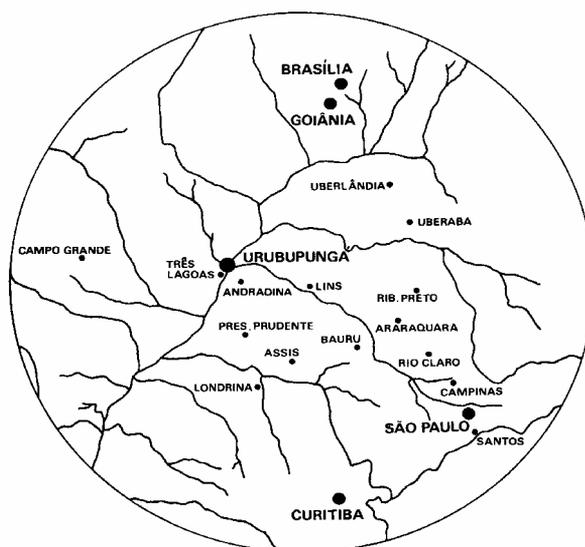


FIGURA 4 – Área beneficiada pelo complexo hidrelétrico Urubupungá. Fonte: Martins (1991).

Segundo CESP (1988), a UHE (Usina Hidrelétrica) de Jupuí iniciou a operação em abril de 1969 e suas obras foram concluídas em junho de 1974. Com 5.600 metros de extensão, atingiu os municípios de Castilho, Pereira Barreto e Itapura, no Estado de São Paulo, bem como o município de Três Lagoas, no Mato Grosso do Sul. A cidade de Itapura, o salto de Itapura e a pequena Usina Elétrica de Itapura, situados à margem esquerda do rio Tietê, foram inundados com o término da obra.

Uma nova cidade de Itapura foi construída nas imediações.

CESP (2000) descreve que a UHE de Ilha Solteira iniciou a operação em julho de 1973 e foi concluída em dezembro de 1978, formando um reservatório de 1.231 km<sup>2</sup>. As obras da UHE de Três Irmãos iniciaram-se em julho de 1980 e a construção foi finalizada em janeiro de 1999 com todo o potencial instalado. A TABELA 3 apresenta um resumo quanto às datas de construção e operação das usinas hidrelétricas.

TABELA 3 – Datas referentes à construção das usinas hidrelétricas do complexo Urubupungá.

Usina	Início das Obras	Enchimento Reservatório	Início de Operação	Última Obra	Área (km <sup>2</sup> ) Reservatório
Jupuí	maio 1962	–	14 de abril de 1969	30 de junho de 1974	544
Ilha Solteira	maio 1965	–	18 de julho de 1973	28 de dezembro de 1978	1231
Três Irmãos	julho 1980	agosto 1990	novembro 1993	10 de janeiro de 1999	1195

### 3.1.3 Mudanças de acordo com os censos oficiais

A região agrícola de Andradina passou por diferentes fases de transformação no que concerne às atividades ligadas à terra, às tentativas de industrialização e, atualmente, ao turismo. É sabido que as mudanças de uso ao longo do tempo influem na dinâmica populacional, ocasionando, com frequência, flutuações no número populacional.

Dessa forma, foi elaborado o levantamento de dados demográficos referentes aos municípios integrantes da região de estudo. Deve-se ressaltar que o município de Ilha Solteira, fundado em 1993, era apenas uma vila residencial até 1990, sendo um distrito de Pereira Barreto, mas que já apresentava estrutura urbana organizada. As FIGURAS 5 a 8, baseadas nos dados demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2001), ilustram graficamente as variações.

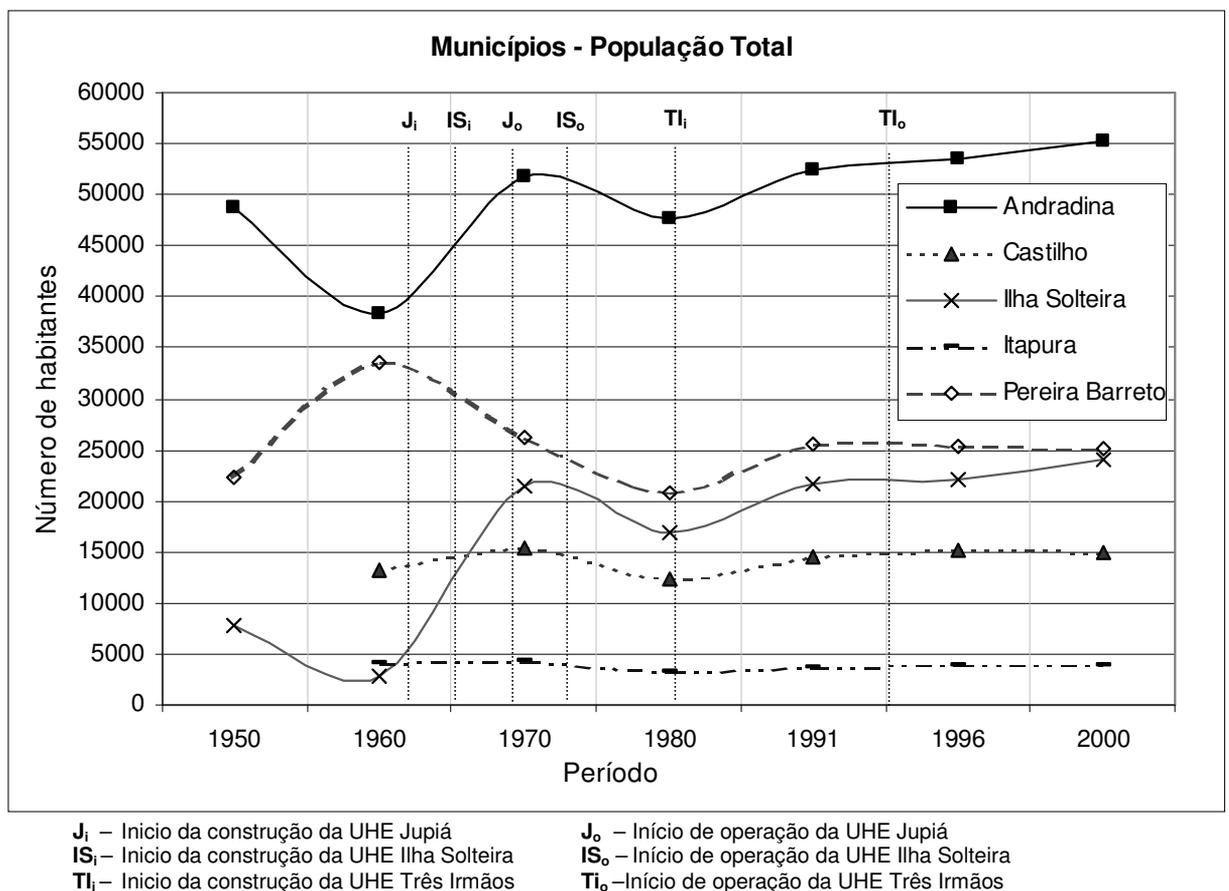


FIGURA 5 – Variação da população total na área de estudo entre os anos de 1950 e 2000 por municípios.

SANTOS, M. A. dos; SANTOS, R. F. dos. Construção de cenários por análises temporais e métricas espaciais em área sob influência de reservatórios de hidrelétricas.

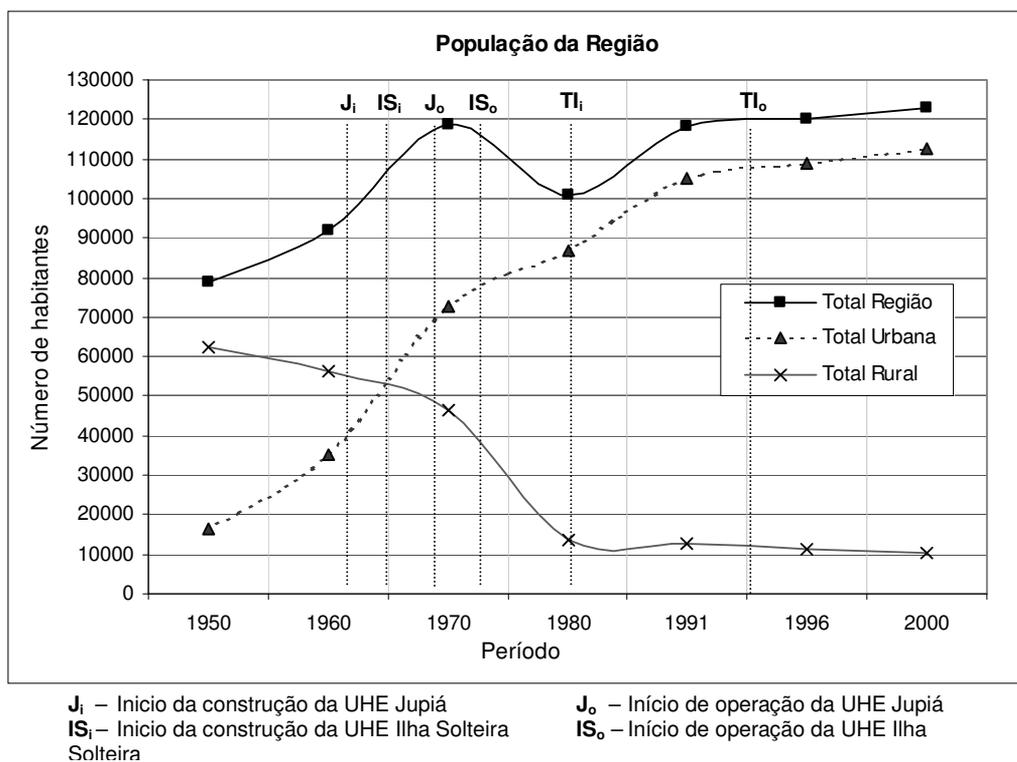


FIGURA 6 – Variação da população total, urbana e rural na área de estudo entre os anos de 1950 e 2000.

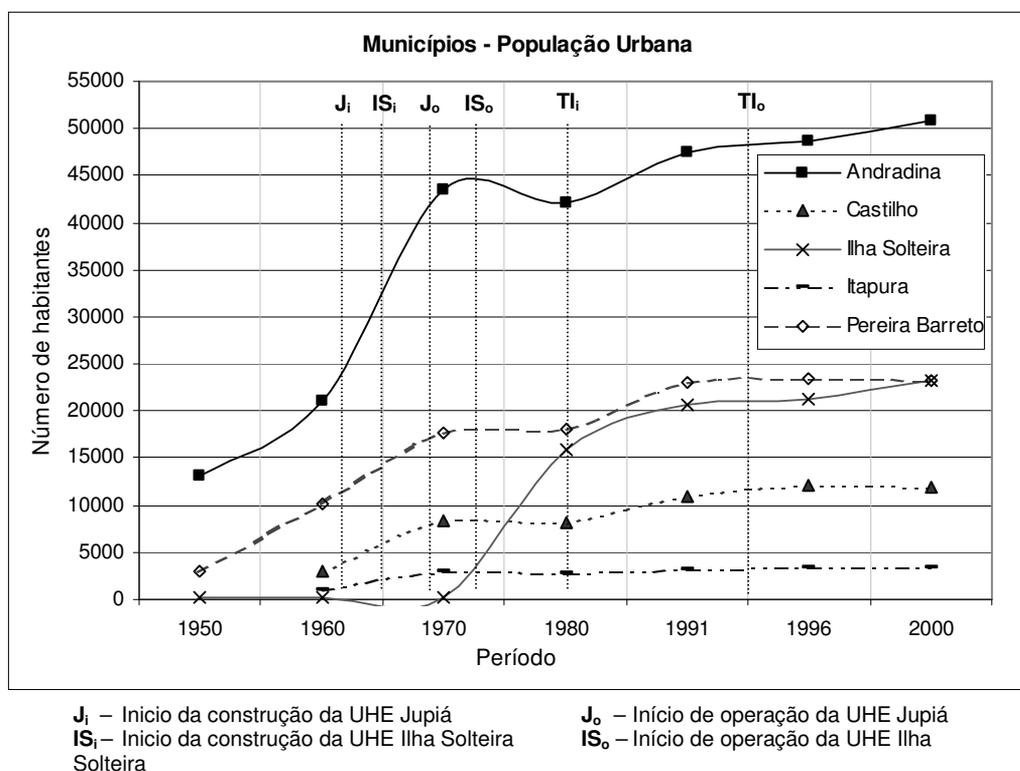


FIGURA 7 – Variação da população urbana na área de estudo entre os anos de 1950 e 2000 por municípios.

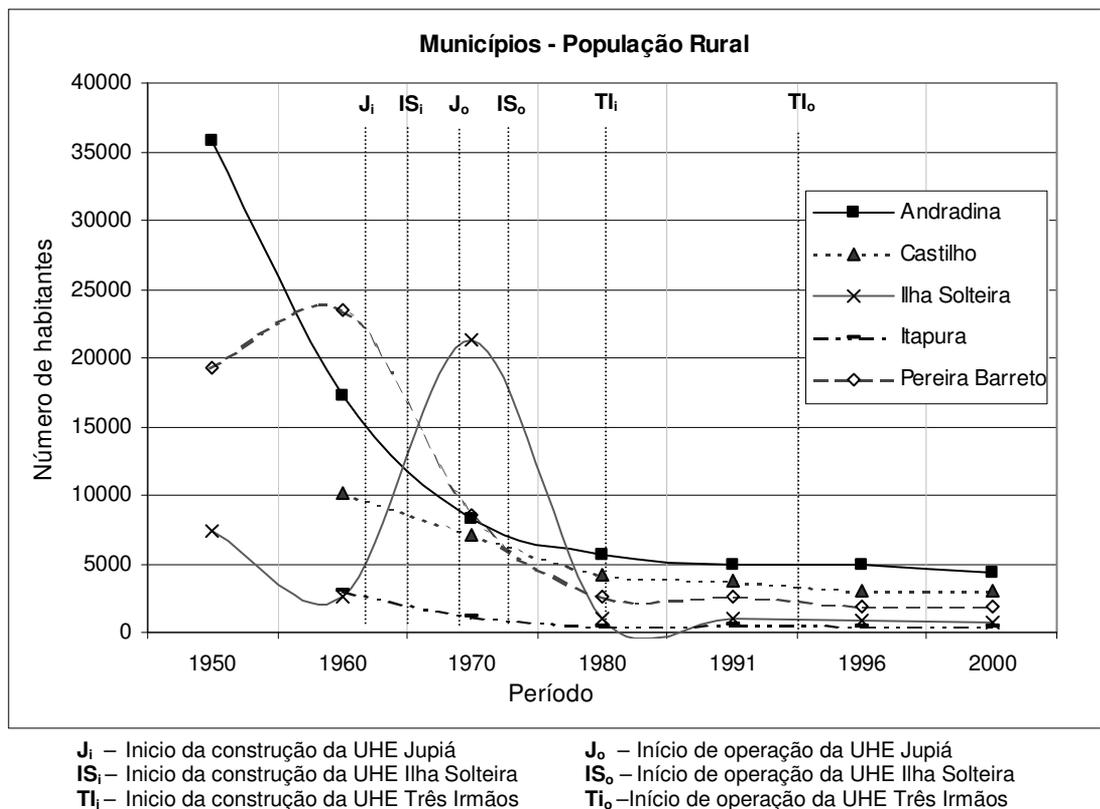


FIGURA 8 – Variação na população rural na área de estudo entre os anos de 1950 e 2000 por municípios.

A FIGURA 5 mostra a diminuição da população, principalmente nos municípios de Andradina e Ilha Solteira, entre 1950 e 1960. Esse fato converge com as informações históricas que indicaram redução nas atividades agrícolas, principalmente o algodão, em meados da década de 1960. O crescimento populacional é marcado pelo início da construção da UHE de Jupuí, em 1962, seguindo assim até a finalização das principais obras da UHE de Ilha Solteira em 1973, marcada pelo início de sua operação. Verifica-se, também, que após a operação da UHE de Ilha Solteira há novamente uma redução da população, mas que volta a crescer com o início das obras da UHE Três Irmãos. O comportamento atípico nos dados demográficos observados para o município de Castilho, quando comparado aos de Andradina e Ilha Solteira, no período 1950 a 1970, refletem os impactos sofridos pela cidade, que teve grande parte de seu território submerso pela criação do reservatório de Jupuí. O fluxo populacional na região estabiliza-se em meados de 1993, período que são finalizadas as principais obras da UHE de Três Irmãos, e que marca o início de sua operação, apresentando um leve crescimento nos anos seguintes.

A inversão de valores para a população urbana e rural, observada na FIGURA 6, indica, dentre outros fatores, a absorção da população rural no processo de construção das usinas, fato este que passa a ter uma estabilização mais acentuada a partir de 1993 com a operação da UHE Três Irmãos. Essa informação converge com a estabilização do fluxo populacional urbano na FIGURA 7.

A FIGURA 8 indica um pico populacional em 1970, refletindo a grande migração que houve para a região, impulsionada pelas obras da UHE de Ilha Solteira. Essa ocorrência demonstra que parte dessa população foi contada como população rural, pois há uma inversão abrupta dos dados no censo seguinte. Além disso, de acordo com os dados históricos, em 1971 a vila residencial de Ilha Solteira atingiu o pico de 32.000 habitantes. Desse montante, segundo informações de alguns entrevistados, cerca de 20.000 pessoas trabalhavam direta ou indiretamente na construção da UHE de Ilha Solteira.

### 3.2 A Interpretação da Comunidade Sobre as Mudanças do Meio

Foram realizadas 35 entrevistas, através da identificação das principais lideranças na região, de modo que os resultados permitissem a avaliação da interpretação da comunidade sobre as mudanças do meio.

O entrevistado JM, 77 anos, ex-líder Sindical Rural, relatou o desemprego após o final das construções das UHEs de Jupiá e Ilha Solteira, declarando que muitos dos desempregados hoje estão liderando e participando ativamente do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra - MST, alguns se mudaram da região e outros se tornaram bóias-frias.

JM reforçou que o atraso na agricultura ocorre pela grande distância dos centros consumidores, dificuldade para a venda dos produtos, falta de política agrícola para a região e legislação não compatível com as condições do pequeno produtor. Outros fatores foram apontados por técnicos da Casa de Agricultura de Pereira Barreto e do Escritório de Desenvolvimento Rural - Andradina - EDR - Andradina, para o declínio da agricultura no final da década de 1970, como o abandono e mudança dos empresários que dispunham de equipamentos agrícolas para o manejo das culturas de café e algodão. Esse abandono foi impulsionado principalmente pelo surgimento de produtos sintéticos que substituíram o fio do algodão, perda de fertilidade do solo, queda nos preços das culturas e falta de mercado consumidor até a década de 1990. Além disso, muitos agricultores das cidades de Andradina e Castilho foram contratados pelas empreiteiras que construíram as usinas hidrelétricas, sendo atraídos principalmente por uma remuneração bem maior. Esses trabalhadores foram denominados na época, pelos comerciantes locais, como “os barrageiros”. Eles eram transportados de caminhões às cidades próximas e efetuavam muitas compras, movimentando fortemente o comércio local.

O fator cultural, a partir de 1980, segundo técnicos da EDR-Andradina, teve influência na região, pois grande parte dos pecuaristas não possuía ou não apresentava vocação para agricultura e não se interessava em ter - situação que dificultou a união de forças para tentar promover ou estimular o desenvolvimento da região. Soma-se a isso o fato de que muitos fazendeiros não movimentavam o comércio local, consumindo produtos em cidades de maior porte.

As lideranças locais chamaram a atenção para o fator político provocado pela divisão municipal de Pereira Barreiro em 1990, quando nasceu a cidade de Ilha Solteira. O então Prefeito de Pereira Barreto candidatou-se em Ilha Solteira vencendo a eleição municipal e promovendo o desenvolvimento do município através da criação de uma vila residencial, que foi doada à população rural. Além disso, dedicou ao novo município grande parte do maquinário agrícola, deixando Pereira Barreto carente de material tecnológico. Após um período de negociações, o maquinário retornou a Pereira Barreto, mas já havia causado um desestímulo na agricultura local.

O diretor da Casa de Agricultura do município de Lavinia, AMBN, e o diretor da EDR - Andradina, JAPB, informaram que as áreas agrícolas, cerca de 90%, eram ocupadas principalmente por pequenos arrendatários até o ano de 1990. A redução desse tipo de ocupação teve como origem os problemas econômicos provenientes de dívidas atrasadas, rolagem ano a ano dos desequilíbrios financeiros, nível tecnológico baixo e descapitalização dos arrendatários, que se tornaram bóias-frias com o passar do tempo. Em 1995, a política do Plano Real liquidou de vez com esse tipo de produção aumentando a inadimplência com bancos e fornecedores, além do crescimento da agiotagem. Por outro lado, houve forte queda no mercado consumidor que já não absorvia a produção. Os poucos produtores que resistiram ficaram fadados ao uso de uma frota agrícola sucateada.

De acordo com JAPB, desde 1990, com os rumores da reforma agrária, houve uma queda acentuada na disponibilidade de terras, e a falta de rentabilidade das culturas agravou a situação para a prática de arrendamentos de pequenas áreas. Na realidade, os relatos afirmam que a pecuária sempre foi a principal atividade de toda a região e o boi era considerado “ouro branco”, pois valia muito nas décadas passadas. Com a implantação da reforma agrária em alguns locais, houve um aumento nos conflitos de terra, sendo freqüentes as interferências do Instituto de Terras do Estado de São Paulo - ITESP na região. Atualmente, cerca de 80% das propriedades estão nas mãos de 20% dos produtores, o que reflete em muitos latifúndios na região de estudo. Por outro lado a desvalorização da terra devido à reforma agrária já reflete na redução de compra e venda das propriedades rurais.

Uma parcela de 60% dos produtores afirmou que durante o período de 1960-1980 a produção agrícola era alta e resultava em muita gente no campo. Vários arrendatários abandonaram as áreas após as declarações das inundações e muitos outros não conseguiram renovar as atividades agrícolas por falta de interesse dos donos de terras, o que provocou um grande aumento na criação de bovinos (gado de corte). Nesse mesmo período, 10% dos entrevistados afirmaram que deixaram o campo para trabalhar nas construções das usinas e que muitos de seus companheiros se mudaram do local com destino a outras regiões do Estado de São Paulo. Com o término das obras alguns foram trabalhar como empregados nas prefeituras e centros comerciais, outra parte acompanhou as empreiteiras para outros locais. Hoje, muitos desses produtores, principalmente seus filhos, estão voltando para o campo por intermédio da reforma agrária, e são encontrados nos assentamentos Timboré, Rio Paraná e Primavera, nos municípios de Andradina e Castilho.

Para 25% dos produtores as UHEs são sinônimos de atraso para a agricultura e meio ambiente, pois perderam suas terras e as indenizações não foram compatíveis com o real valor monetário, muitos foram assentados em locais que não eram de sua escolha.

Por outro lado, alguns produtores consideraram que os lagos formados pelas represas são vitais, pois utilizam a água para a irrigação. Todos os entrevistados concordaram que houve forte redução dos trabalhadores no campo e que coincidiu com o período de construção das usinas.

Com base em dados de colheita e conhecimento do local, AMBN informou que a partir de 2000 houve uma mudança no cenário agrícola da região, principalmente pela ascensão da cultura de cana-de-açúcar. Atualmente, a rentabilidade por área é três vezes maior que a pecuária, o que está provocando uma mudança no comportamento da agricultura local.

É importante ressaltar que hoje a pecuária se utiliza, em sua maior porte, de áreas com pasto degradado, resultando em baixa produtividade.

As ampliações da usina de açúcar e álcool de Andradina, assim como as atuais pressões para reativar a abandonada usina de álcool em Castilho, têm provocado uma grande transformação da pastagem em plantio de cana-de-açúcar em muitas propriedades da região. Esse cenário de mudança mostra sinais de expansão, pois alguns produtores informaram que a instalação de uma fecularia em 2001, em Castilho, serviu de estímulo para que eles dedicassem pequenas áreas ao cultivo da mandioca, fator que tem expandido a cultura na região.

### **3.3 Os Retratos Históricos da Paisagem**

#### **3.3.1 As mudanças dos tipos e distribuição de uso da terra**

A TABELA 4 apresenta os valores das áreas ocupadas pelas classes de uso e ocupação da terra, para cada data analisada, e as respectivas porcentagens de variações de uma data para outra, que representam o aumento ou redução da área ocupada.

A distribuição de área por porcentagem referente a cada classe de uso e ocupação está representada na FIGURA 9, compreendendo a série temporal analisada.

SANTOS, M. A. dos; SANTOS, R. F. dos. Construção de cenários por análises temporais e métricas espaciais em área sob influência de reservatórios de hidrelétricas.

TABELA 4 – Classes de uso e ocupação da terra da área de estudo, respectivas áreas em hectares e porcentagem de variação entre 1972 e 1999.

Uso	Hectares				Porcentagem de variação		
	1972	1981	1990	1999	72-81	81-90	90-99
Aglomerados agropecuários	5753,0	6266,5	9942,4	13129,1	8,9	58,7	32,1
Aglomerados urbanos	1957,9	2484,3	2775,9	2973,2	26,9	11,7	7,1
Áreas de plantio de culturas	17913,9	13420,0	7365,2	9072,5	-25,1	-45,1	23,2
Associação de formações vegetais	8711,0	6366,6	7351,3	4818,0	-26,9	15,5	-34,5
Cerrado	1427,2	745,0	505,4	605,2	-47,8	-32,2	19,7
Cerradão	1631,8	253,6	222,6	256,7	-84,5	-12,2	15,3
Corpos d'água	18457,3	31684,4	32427,7	48834,1	71,7	2,3	50,6
Estádios sucessionais inicial a médio	16737,3	17054,4	2505,2	1717,4	1,9	-85,3	-31,4
Floresta Estacional Semidecidual	24079,1	5238,8	3334,1	4556,5	-78,2	-36,4	36,7
Mata ciliar	16257,2	13409,6	9599,5	10968,4	-17,5	-28,4	14,3
Pastagem	240655,1	257617,9	275646,6	247866,3	7,0	7,0	-10,1
Queimada	177,6	498,2	0,0	1027,6	180,6	-100,0	-
Solo exposto	2079,9	959,8	4218,7	10532,5	-53,9	339,6	149,7
Usos diversos	944,6	783,8	888,4	425,3	-17,0	13,3	-52,1

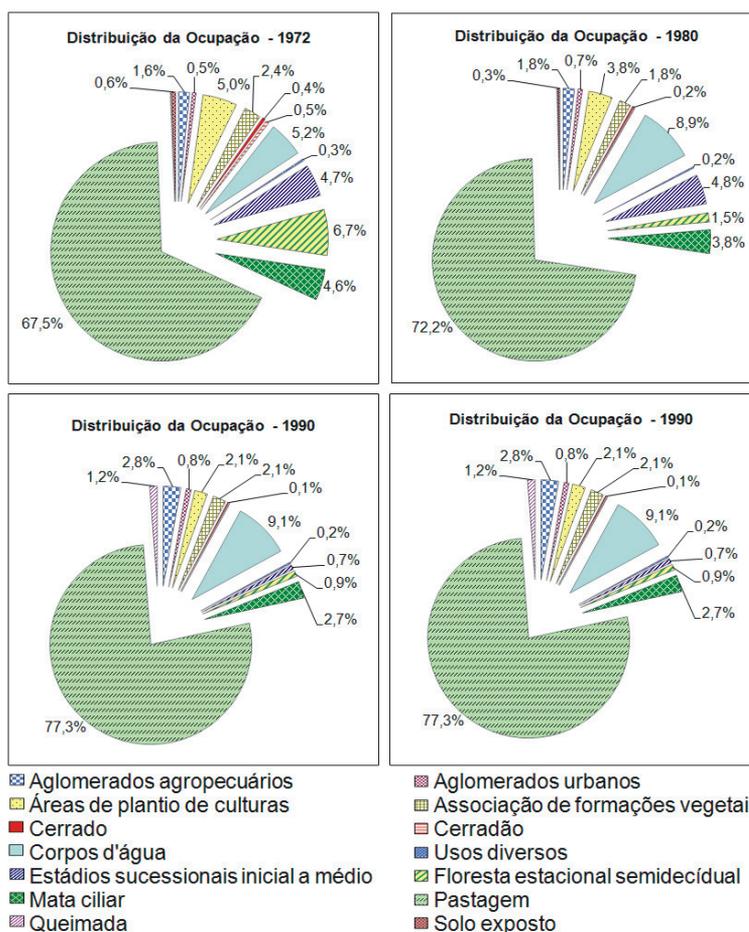


FIGURA 9 – Classes de uso e ocupação referentes à área de estudo entre 1972 e 1999 – distribuição em porcentagem de áreas ocupadas.

A análise dos dados relativa às classes de uso e ocupação da terra apontam o forte crescimento dos aglomerados agropecuários, impulsionados pelos diversos assentamentos formados e em formação na região, que tomam maior impulso no período entre 1981 e 1999, como consequência das freqüentes invasões de terras ocorridas nos municípios de Castilho e Andradina.

As áreas de plantio de culturas apresentaram uma queda de até 70% no período de 1972 a 1990. Uma forte origem indutora são as construções das UHEs que deslocaram muita mão-de-obra do campo para o local de instalação das usinas, além de outros fatores como mercado consumidor não favorável, estrutura fundiária, relação arrendatário/proprietário e outros. Entre 1990 e 1999 verifica-se um pequeno aumento nas áreas de culturas, por pivôs centrais, relacionadas principalmente à alimentação de gado.

Para as associações de formações vegetais, já era esperada a diminuição de áreas causadas pela inundação dos reservatórios (neste caso Ilha Solteira e Três Irmãos). O aumento verificado no período de 1981-1990 reflete o abandono de algumas áreas de pastagens e atividades agrícolas que ocupavam estas regiões.

A Floresta Estacional Semidecidual apresentou forte redução de área no período de 1972-1990 em função da ampliação das áreas de pastagens. A recuperação da floresta registrada no final do período 1990-1999 reflete ações de fiscalização por órgãos regulamentadores como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA que, segundo relatos locais, teve uma atuação mais efetiva nesse período.

A redução na área de mata ciliar reflete os sucessivos represamentos ocorridos e as ações antrópicas na região, principalmente pela expansão das pastagens.

A pastagem é a classe ocupacional com a maior área ocupada, tendo em sua extensão expressiva presença de gado, de acordo com verificações feitas nas aferições e questionários de campo. A queda registrada ao final do período 1990-1999 deve-se principalmente à criação do reservatório de Três Irmãos, que inundou parte destas áreas.

Para a classe “queimadas” é difícil estabelecer razões para o seu surgimento. Podem abranger ações muito distintas que visam, por exemplo, facilitar o preparo de solo, desmatamentos, eliminação de matéria seca pós-colheita, etc. Esse fato implica em medidas de mudanças muito abruptas, como se verifica na TABELA 4, pois não há dados para o período 1990-1999, em função de não haver o registro desta classe de ocupação na imagem de 1990.

O solo exposto está muito relacionado às atividades de plantio de culturas e rotação de pastagens, pois mostram fases de preparo do solo, ocorrendo em áreas esporádicas. As variações observadas na série temporal estão mais diretamente relacionadas à implantação de pastagens, pois os registros históricos indicam o declínio da agricultura na região e a ascensão das áreas destinadas ao pasto.

### **3.3.2 Avaliações quantitativas das mudanças em uma série temporal**

A utilização da técnica de tabulação cruzada para pares de imagens referentes aos mapas de classes de ocupação, conforme metodologia escrita por Santos (2003), permitiu a obtenção do Índice de Concordância Kappa - ICK, Índice de Mudança - IM, Diferença do Índice de Concordância Kappa e Diferença em Hectares de uma data para outra. As FIGURAS 10, 11 e 12 ilustram as variações obtidas para o Índice de Mudança, Diferença de Hectares e Diferença ICK.

SANTOS, M. A. dos; SANTOS, R. F. dos. Construção de cenários por análises temporais e métricas espaciais em área sob influência de reservatórios de hidrelétricas.

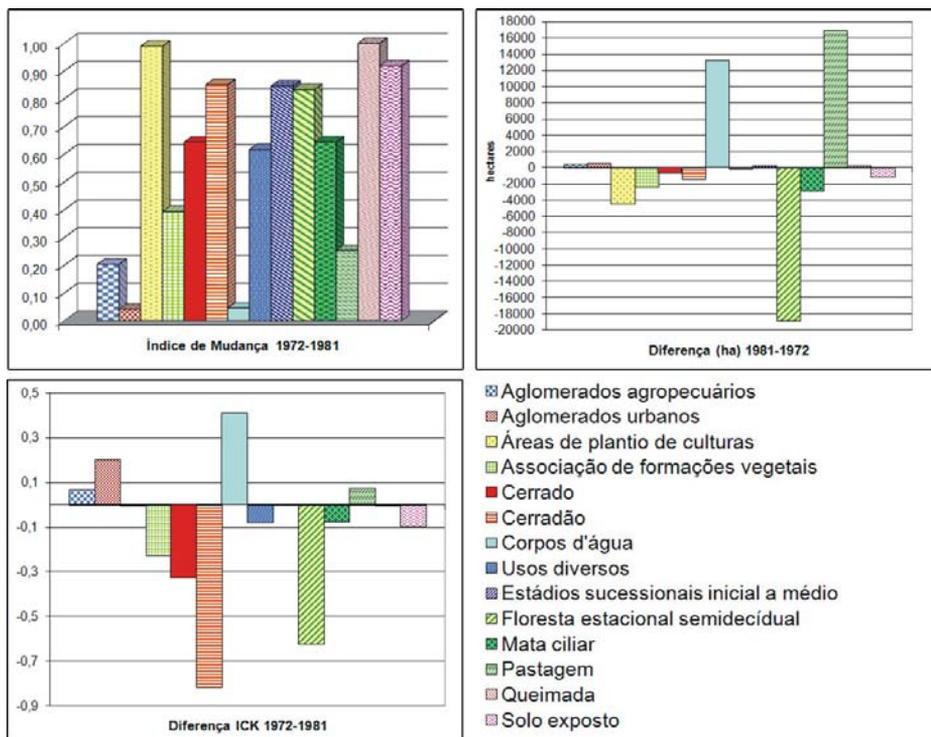


FIGURA 10 – Índices de mudanças das classes de uso e ocupação entre 1972 e 1981.

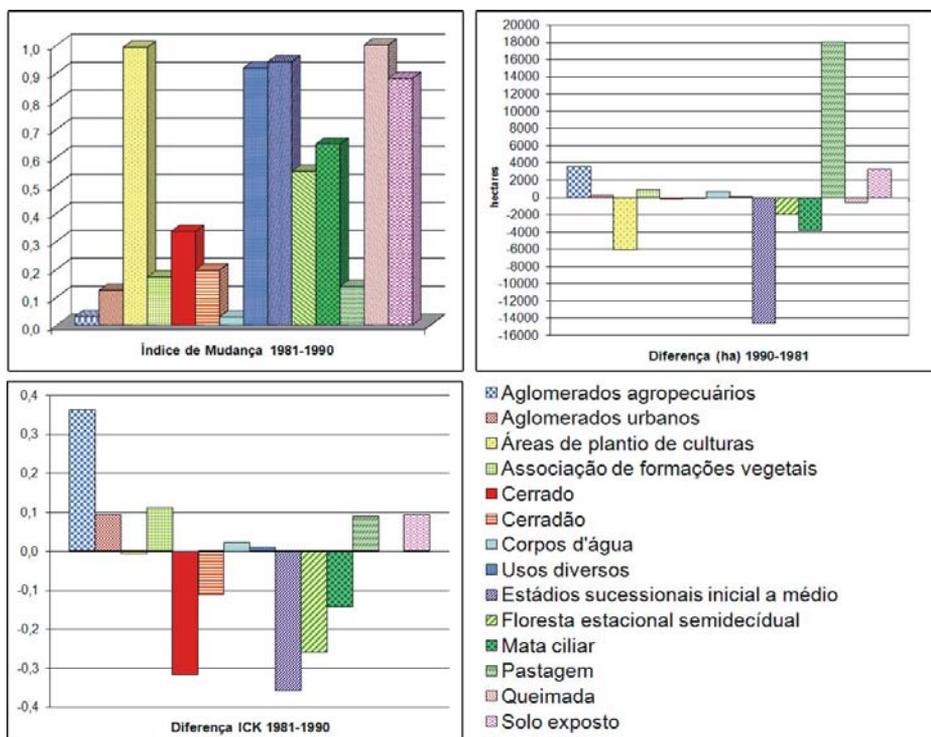


FIGURA 11 – Índices de mudanças das classes de uso e ocupação entre 1981 e 1990.

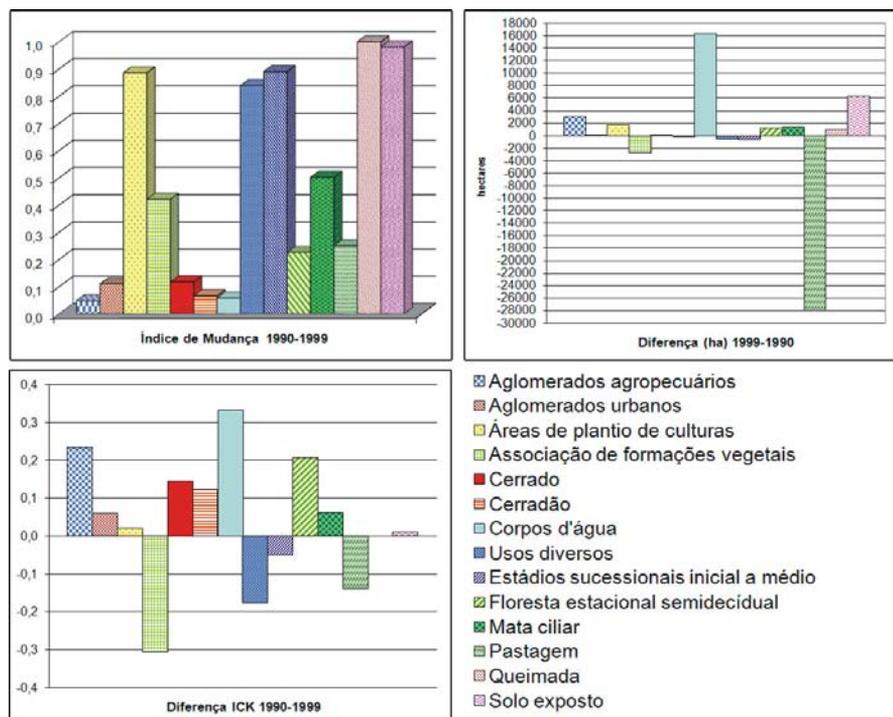


FIGURA 12 – Índices de mudanças das classes de uso e ocupação entre 1990 e 1999.

As classes de ocupação que apresentaram mudanças fortes durante a série temporal foram as áreas de atividade agrícola, usos diversos, estádios sucessionais inicial a médio, queimada e solo exposto, conforme FIGURAS 13 a 15. O alto índice de mudança relacionado à agricultura e ao solo exposto indica a decadência da agricultura e expansão das pastagens.

As áreas de mata ciliar oscilaram entre mudanças de 0,50 a 0,65, tendo como principal fator a ação dos desmatamentos, seguida em menor escala pelas inundações causadas pelos represamentos.

### 3.4 A Linha do Tempo e as Mudanças no Espaço

O conjunto de informações obtido neste estudo permitiu construir um cenário que retrata a implantação das UHEs na região, somado a outros tipos de intervenções humanas, resultando em mudanças e transformações nos tipos de uso e ocupação da terra ao longo de cinco décadas.

A disposição temporal apresentada na FIGURA 13 representa as principais ações governamentais, agrícolas, industriais e circunstâncias peculiares na região, que influenciaram as mudanças no cenário ocupacional antes,

durante e depois do período analisado por imagens de satélite. A linha temporal indica as ações de curta duração (eixo Y) em ordem cronológica e referenciadas ao ano de ocorrência, e as ações de longa duração que refletem períodos aproximados (eixo X).

Para compreender as relações que se sucederam ao longo do tempo é necessária uma reflexão mais global. Deve-se, inicialmente, enfatizar que a Regional Agrícola de Andradina é servida por uma malha hídrica, que tem rios de grande importância como o Tietê e Paraná. As ações políticas, preocupadas com o povoamento e desenvolvimento da região, serviram de estímulo para o próprio conhecimento do local que, por sua vez, induziu novos tipos de ação, como as hidrelétricas.

Pelos dados históricos, a região se desenvolveu fundamentada nas grandes propriedades que, em princípio, promoveram o desmatamento local para a implantação de pastagens e áreas agrícolas.

A linha temporal (FIGURA 13) ilustra os principais acontecimentos na região, abrangendo os relatos das entrevistas e consultas aos materiais bibliográficos disponíveis nos órgãos oficiais e em específico as flutuações, em termos de área em hectares, das classes de uso e ocupação do solo restritas ao período de 1972-1999.



O período entre 1971 e 1981 é marcado pelo pico populacional do núcleo urbano de Ilha Solteira em 1971, decaindo bruscamente até 1973. Esse pico foi produto da migração para a região, ocasionada exclusivamente pela construção da UHE de Ilha Solteira, que empregou aproximadamente 20.000 trabalhadores. O mesmo fenômeno também ocorreu em Andradina e Castilho, mas não tão expressivo quanto em Ilha Solteira.

As áreas de plantio de culturas também acompanharam a redução populacional, perdendo cerca de 25% de sua extensão, conforme os dados dos mapeamentos de uso e ocupação, além de sofrerem impactos diretos com o enchimento do reservatório de Ilha Solteira.

O declínio das áreas ocupadas pela vegetação natural foi provocado pela ação do homem, que através dos processos de colonização devastou muitas áreas para serem ocupadas principalmente por plantio de algodão e café, nas décadas de 1950 e 1960, e que, por sua vez, se transformaram em pastagens na década de 1970, motivadas pela ampliação da atividade frigorífica.

Com a instalação das UHEs, nota-se que a somatória de impactos estava concentrada sobre as áreas de pastagens, áreas de plantio de culturas e mata ciliar. O início da construção da UHE Três Irmãos em 1980, que utilizou novas tecnologias de construção civil, empregou grande número de trabalhadores, mas em menor quantidade em relação às construções das UHEs de Jupia e Ilha Solteira. A movimentação de trabalhadores contribuiu na sustentação das atividades agrícolas regionais, que embora em decadência ainda possuíam um mercado consumidor, porém de características mais reduzidas em relação às décadas passadas.

Os mapeamentos de uso e ocupação da terra apontam que as áreas com plantio de culturas apresentam declínio até o início da década de 1990. Por outro lado, a área de aglomerados agropecuários ampliou as fronteiras através das ações da reforma agrária, que sempre procurava ocorrer em áreas próximas a cursos d'água. Essas informações convergem com os relatos obtidos nas entrevistas que apontaram a queda na disponibilização de terras para arrendamento (principal sistema de produção agrícola local) como um dos motivos para o declínio da agricultura na região de estudo.

Segundo dados dos censos oficiais, para as áreas com atividade agrícola houve um forte crescimento para o período de 1980-1992. Esse crescimento foi influenciado, principalmente, pelos dados de 1985 e 1992, cujas áreas com plantio de milho são as mais expressivas nos municípios de Pereira Barreto e Castilho. Entretanto, a interpretação do uso e ocupação da terra em 1990 não apresenta grandes áreas com plantio de culturas, solo exposto ou em preparo. O pico na produção da cultura de milho registrado pelo censo oficial, provavelmente ocorreu de forma espalhada e não tenha se estabelecido como uma cultura rentável na região, motivo pelo qual não há indícios de uma forte ocupação em 1990. Isso mostra que dados de censo isolados, ou mapas isolados, não expressam as verdadeiras tendências regionais e influências da ação ao longo do tempo.

O período de transição entre as décadas de 1980 e 1990 é marcado por uma série de ocorrências. As obras na estrutura inicial da barragem de Três Irmãos são concluídas o que permitiu o processo de formação do reservatório, criando conflitos entre a CESP e os proprietários de terras com as questões relativas aos reassentamentos e valores indenizados. Ao mesmo tempo, é concluída a obra do Canal de Pereira Barreto que liga o reservatório de Três Irmãos ao de Ilha Solteira. Essas obras criaram uma sensação pessimista junto à população local, principalmente a ribeirinha, com o abandono de áreas agrícolas e desestímulo para trabalhar na região. Os dados do censo populacional indicam que para este mesmo período a população total da região apresentou crescimento de 14,6%, concentrando-se no meio urbano com crescimento de 17,4%. Já o meio rural apresentou queda de 12,6%.

No período entre 1990 e 1999 as ações da reforma agrária e o constante conflito de terras ganharam maior dimensão com o aumento no número de invasões de propriedades ao final da década de 1990, gerando em muitos locais a transformação de áreas de pastagem em culturas (principalmente milho). Muitos desses plantios, conforme relatos obtidos nas entrevistas, foram eliminados por ordem judicial, criando transtornos e revolta na população invasora, quadro que se estende até hoje.

Sem dúvida, o fato da região ser composta por grandes latifúndios, e considerando que grande parte dos donos de terras não têm residência principal nos municípios que compõem a área de estudo, gera mais um fator negativo sobre o desenvolvimento agrícola regional. As conseqüências são a indisponibilidade de terras para a atividade arrendatária e o crescimento das pastagens, o qual, por sua vez, teve sustentação pela presença de grandes frigoríficos

abatedouros na região e vizinhança, e instalação de outros menores, a partir da década de 1990.

A barragem de Três Irmãos, em 1990, impactou muitas áreas na região de influência do lago. A elevação do nível d'água completou o enchimento do canal Pereira Barreto que liga o reservatório de Três Irmãos ao de Ilha Solteira, criando uma imensa ilha artificial de 88.302 ha (FIGURA 14).

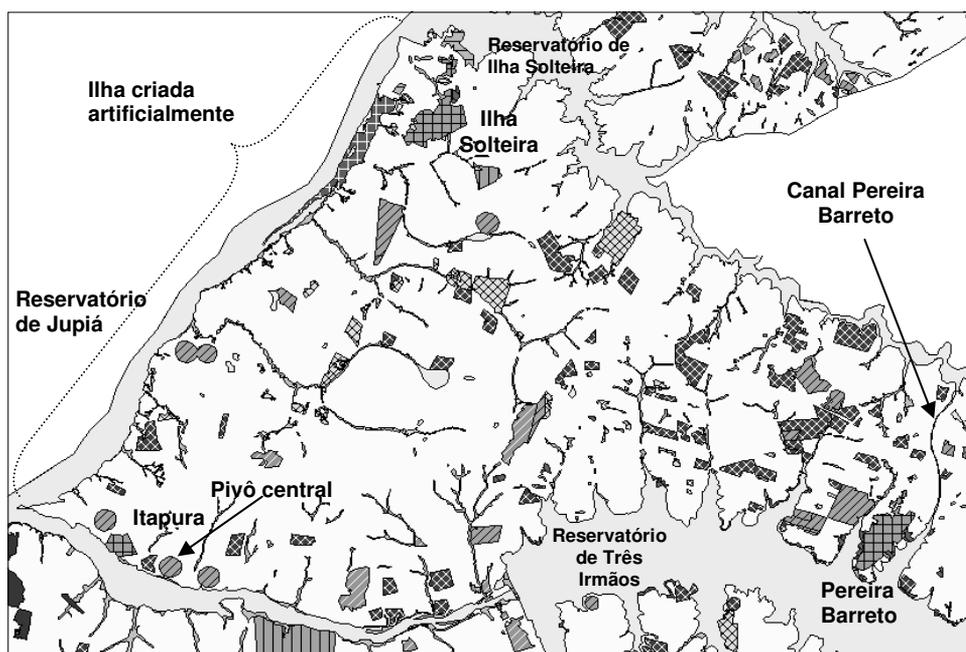


FIGURA 14 – Ilha artificial criada em função dos represamentos dos reservatórios de Jupιά, Três Irmãos, Ilha Solteira e o canal de Pereira Barreto.

Paralelamente, em 1990, uma ação política reduziu pela metade a área de Pereira Barreto, na qual são emancipados os municípios de Ilha Solteira e Suzanápolis, reduzindo a receita do município e estimulando conflitos de enfoque e interesses agrícolas. Esse quadro favoreceu o município de Ilha Solteira, com melhores recursos técnico-agrícolas. Pereira Barreto tenta explorar o turismo como forma de aproveitar o título de “Ilha Fluvial” recebido também em 1990, que atraiu muitos visitantes em um primeiro período. Entretanto, essas atividades não vingaram e deixaram o município carente de muitos recursos, tanto em estrutura urbana quanto em apoio agrícola. Mesmo assim, grandes propriedades se destacam com a produção de milho.

Ao longo dessa década grandes empresas, como a Encalso, compraram terras em Pereira Barreto e implantaram grandes sistemas de irrigação por pivô central com o objetivo de irrigar pastagens.

Após a formação dos grandes lagos não se verificou na região uma preocupação por parte dos grandes e pequenos proprietários para a preservação, recuperação e regeneração das matas ciliares. A recuperação dessas áreas só foi notada no final da década de 1990, tendo como fator indutor as fiscalizações efetuadas pelo IBAMA. Essa ocorrência resultou em um impacto contrário, ou seja, atualmente a população está gerando impactos aos reservatórios, principalmente por não haver interesse no reflorestamento das matas ciliares.

Ações políticas em Pereira Barreto, em 1998, tentam estimular a produção hortifrutigranjeira da região, destinando uma nova área para esta atividade, mas que esbarram com o não absorvimento da produção por parte do mercado consumidor e preços dos produtos agrícolas não favoráveis.

Nessa década o número de propriedades na região aumentou lentamente, o que demonstra um processo de divisão da terra, mas os efeitos ainda não foram medidos.

Ao longo do reservatório de Três Irmãos foi possível identificar, pela imagem de 1999, propriedades que se beneficiaram do lago através a criação de sub-represamentos, com a finalidade de garantir água para as atividades agrícolas irrigadas, no município de Pereira Barreto.

Os represamentos e sub-represamentos causaram na região uma proliferação do inseto transmissor da dengue, o que resultou em mais um impacto decorrente das grandes lagoas à saúde da população.\*

A crise na ocupação da terra gerou e está gerando muitos conflitos entre latifundiários e pequenos produtores sem terra, com várias fazendas invadidas e outras em processo de invasão. Esse conflito está provocando a desvalorização da área, pois ninguém quer comprar terras nestas condições.

A ampliação dos assentamentos tem ajudado a reduzir os conflitos, entretanto não há suporte e estrutura para manter estes produtores em atividade, situação agravada pela carência de mercado consumidor e preço dos produtos agrícolas. Em função desses fatos, a agricultura praticada na região por esses produtores se caracteriza, principalmente, como de subsistência.

Segundo informações de líderes do MST, algumas áreas destinadas aos assentamentos foram recentemente devolvidas aos proprietários através de processos judiciais, em função de irregularidades no processo de posse da terra e desrespeito às leis ambientais, causado principalmente pela derrubada de florestas e matas ciliares preservadas e abandono de quadras por parte de alguns assentados.

Outro fator de conflitos na região diz respeito à área inundada pelo reservatório de Porto Primavera, usina hidrelétrica não considerada neste trabalho, mas cuja parte final do lago sob o rio Paraná inundou parte da área marginal, tendo efeito sobre a população ribeirinha no município de Castilho, logo abaixo da barragem de Jupia. Essa região do município se propunha a explorar o turismo e a pesca. O processo de desapropriação da região já fez com que muitas propriedades fossem abandonadas, contudo, outros proprietários estão resistindo por não aceitarem os valores referentes às indenizações e questionamentos sobre a cota de inundação. Toda estrutura turística já foi desmontada com a derrubada de hotéis e pousadas.

Essas recentes mudanças, identificadas até o ano de 2003, na dinâmica da agricultura mostraram a fragilidade e carência da atual estrutura de produção. Pequenos incentivos, como a instalação da fecularia, em Castilho, mostrou que os pequenos produtores estavam dispostos a se adequarem às novas alternativas e aguardavam uma política que favorecesse a produção.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário de mudanças registrado neste trabalho, retrata em particular as condições que fomentaram e induziram mudanças regionais. O atual quadro em construção já é cercado de outros fatores, e de maior força econômica, que atuam como agentes transformadores. A pastagem destacou-se como a principal atividade de transformação e a cultura da cana-de-açúcar, de acordo com os últimos levantamentos, está se fortalecendo e se instalando como um possível novo agente transformador, liderado agora pelas usinas de açúcar e álcool.

Neste estudo, as medições espaciais e a aplicação dos índices de mudança auxiliaram a compreensão das variações do uso e ocupação da terra ao longo de uma série temporal. Essas variações, por sua vez, só foram melhores compreendidas quando associadas às informações históricas da região e à própria percepção da comunidade da região, permitindo identificar os principais atores e organizações envolvidos nas mudanças.

(\*) Comunicação pessoal do Prof. Marcos Cesar Ferreira do Instituto de Geociências da Unicamp em 2002.

A principal mudança no uso da terra está relacionada com a decadência da agricultura, com a perda de áreas de plantio, em função da expansão das pastagens, e com o aumento do solo exposto. Os índices de mudança coincidem com as informações históricas que apontaram esses fatos, resultantes dos fatores culturais, condições locais da terra, ações políticas e estratégicas adotadas para a região. A implantação das UHEs teve forte influência sobre a dinâmica da ocupação local, principalmente com a contratação de mão-de-obra das lavouras e as áreas inundadas resultante da formação dos grandes lagos, que reduziram os processos de arrendamentos de terras, mas além destes, outros fatores como a falência de empresas agrícolas e a implantação de frigoríficos nas proximidades, contribuíram para a inversão das áreas agrícolas em pastagens. Esses fatos influenciaram muito na força econômica da região, que não se desenvolveu, principalmente por não haver um mercado consumidor próximo.

Depois de 1990 os índices de mudança apontaram uma inversão positiva de áreas de pastagens para matas ciliares e florestas estacionais semidecíduais. Esse resultado é fruto da preocupação em recuperar as matas, motivado principalmente pelas pressões da fiscalização florestal local.

As lideranças entrevistadas têm consciência das mudanças ocorridas na região e consideram que elas não foram boas, pois a região não se desenvolveu. Citam como principais problemas a menor disponibilidade de terra para os arrendamentos após 1970, os conseqüentes rumores da reforma agrária e a fuga da população ribeirinha em função dos represamentos.

O cenário atual não era o esperado pelas decisões políticas. Na verdade, não houve um planejamento para se chegar à atual situação, mas sim a somatória de ações aleatórias em grande maioria de origem governamental. Um exemplo disto é que, atualmente, a região está em processo de ampliação das áreas de plantio de cana-de-açúcar, pois no momento esta cultura está sendo mais rentável do que a agropecuária. Esse processo constitui a formação de um novo cenário não efetivamente planejado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, E. **Abordagem interpretativa nas ciências sociais**. Lavras: UFLA, 1996. p. 28.
- ALMEIDA, V. U.; SOBRINHO, O. T. M. **Migração rural – urbana**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Publicidade Agrícola, 1951. 152 p.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. **Ilha Solteira: a cidade e a usina**. São Paulo, 1988. 93 p. (Fascículos da História da Energia Elétrica em São Paulo, 2).
- COMPANHIA Energética de São Paulo - CESP. Disponível em: <[www.cesp.gov.br](http://www.cesp.gov.br)>. Acesso em: 14 mar. 2000.
- DORNEY, R. S. **The professional practice of environmental management**. New York: Springer-Verlag. 1989. 288 p.
- DUNN, C. P. *et al.* Temporal changes in landscape pattern. In: TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. (Ed.). **Quantitative methods in landscape ecology**. New York: Springer-Verlag, 1991. p. 1-3.
- FIERZ, M. S. M.; ROSA, F. S. A paisagem x evolução do uso e ocupação do solo em Bertioga litoral paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 13, p. 259-287, 1999.
- GIRARDI, A. C. S. **Subsídios metodológicos para o planejamento e gestão de restingas. Estudo de caso: Bertioga (SP)**. 2002. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - USP/PROCAM, São Paulo.
- GOMES, L. J.; CARMO, M. S. ; SANTOS, R. F. Conflitos de interesses em unidades de conservação do município de Parati, estado do Rio de Janeiro. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 6, p.17-27, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Dados históricos dos censos de 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censohistorico/default/shtm>>. Acesso em: 13 set. 2001.
- MARTINS, Z. **Agricultura paulista: uma história maior que cem anos**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1991. p. 430-431.

SANTOS, M. A. dos; SANTOS, R. F. dos. Construção de cenários por análises temporais e métricas espaciais em área sob influência de reservatórios de hidrelétricas.

MATOS, O. N. **Café e ferrovias: a evolução ferroviária de São Paulo e o desenvolvimento da cultura cafeeira.** 3. ed. rev. São Paulo: Arquivo do Estado, 1981. 168 p. (Coleção Monografias, 3).

ODUM, E. P.; TURNER, M. G. The Georgia landscape: a changing resource. In: ZONNEVELD, I. S.; FORMAN, R. T. T. (Ed.). **Changing landscapes: an ecological perspective.** New York: Springer-Verlag, 1989. p. 137-164.

OLSSON, E. G. A.; AUSTRHEIM, G.; GREENE, S. N. Landscape patterns change in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960-1993. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 15, n. 2, p. 155-170, 2000.

PECCININI, A. A.; PIVELLO, V. R. Evolução temporal das áreas florestais e uso das terras no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 12., 2000, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: SBSP, 2000. p. 94-95.

ROSS, J. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados, **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 1993.

SANTOS, M. A. **Construção de cenários em ambiente SIG para avaliar mudanças de uso das terras induzidas por usinas hidrelétricas na região agrícola de Andradina.** 2003. 140 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas.

SANTOS, R. F.; RUTKOWSKI, E. The role of environmental planning of sanitation decision making: a Brazilian experience. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL GEOTECHNOLOGY AND GLOBAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 5., 2000, Belo Horizonte. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. v. 1. CD-ROM.

\_\_\_\_\_. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004. p. 128-150.

\_\_\_\_\_.; PEDREIRA, B. C. C. G. Avaliação da perda de cobertura vegetal nas bacias do Rio Atibaia e Ribeirão Quilombo entre 1965 e 1990. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato. **Anais...** Fortaleza: BNP, 1997.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Economia e Planejamento. **Manifestações da relação Estado-Urbano no Estado de São Paulo:** levantamento sistemático de aspectos da intervenção do governo estadual – 1947 à 1977. São Paulo: Coordenadoria de Planejamento e Avaliação, 1978. 340 p. (Série Estudos e Pesquisas – 28).

SHIDA, C. N.; PIVELLO, V. R. O contexto do Cerrado Pé-de-Gigante como fragmento: conseqüências. In: PIVELLO, V. R.; VARANDA, E. M. (Org.). **O Cerrado Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga, SP): ecologia e conservação.** São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2005. p. 267-272.

ALTAS HERDABILIDADES E GANHOS NA SELEÇÃO PARA CARACTERES DE  
CRESCIMENTO EM TESTE DE PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE  
*Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, AOS 25 ANOS DE IDADE EM ASSIS-SP\*

Alexandre Magno SEBBENN\*\*

Osmar VILAS BÔAS\*\*

José Carlos Molina MAX\*\*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em teste de progênies de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis-SP. O teste foi instalado a partir de 40 progênies de polinização aberta, originadas de árvores selecionadas para alta produção de resina na Floresta Estadual de Assis, utilizando três repetições, dez árvores por parcela, e nove progênies de *P. elliottii* var. *elliottii* selecionadas para produção de resina em Manduri-SP, utilizadas como testemunhas. Foram detectadas diferenças significativas entre progênies para DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,3 m acima do solo) e altura total, indicando variação genética entre progênies e a possibilidade de obter ganhos pela seleção das progênies mais produtivas. A média de crescimento em DAP e altura das progênies supera a média das testemunhas. A correlação genética entre DAP e altura foi alta e significativa ( $r_g = 0,83$ ;  $P \leq 0,01$ ), mostrando a possibilidade de seleção em um caráter e obtenção de ganho indireto no outro. Os altos coeficientes de variação genética (mínimo  $CV_g = 4,56\%$ ), variação genética aditiva (mínimo  $CV_A = 7,97\%$ ) e de herdabilidades (mínimo  $h_m^2 = 0,68$ ;  $h_d^2 = 0,36$ ), indicam a possibilidade de obter bons ganhos genéticos com a seleção entre e dentro de progênies para DAP (16,7%) e altura (8,6%). Esses ganhos são esperados para plantios com 25 anos de idade, em ambientes similares ao do presente ensaio, e originados de sementes dos cruzamentos das árvores aqui selecionadas.

Palavras-chave: melhoramento florestal; *Pinus*; teste de progênies.

ABSTRACT

The aim of this work was to estimate genetic parameters for growth traits in open-pollinated progenies of *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* at 25 years old, growing in Assis-SP, Brazil. The trial was established using 40 progenies originated from selected trees for high gum resin yield in the Assis State Forest, three repetitions, ten trees per plot and nine progenies of *P. elliottii* var. *elliottii* selected for gum resin in Manduri-SP, used as control. Significant differences among progenies for diameter at breast height - DBH stand height were detected, indicating genetic variation among progenies and the possibility to obtain gains by selection of the most productive progenies. The average growth for DBH and height of progenies were higher than the average of the control. The genetic correlation between DBH and height was high and significant ( $r_g = 0.83$ ;  $P \leq 0.01$ ) showing the possibility of selection in one trait and to obtain indirect gains in other. The high coefficients of genetic variation (minimum  $CV_g = 4.56\%$ ), genetic additive (minimum  $CV_A = 7.97\%$ ) and coefficients of heritabilities (minimum  $h_m^2 = 0.68$ ;  $h_d^2 = 0.36$ ), indicated the possibility to obtain great genetic gains for DBH (16.7%) and height (8.6%) with the selection among and within progenies. These gains are expected for stands with 25 years of age, growing in environments with the same characteristics of this trial and originated from the mating among the trees selected in this study.

Key words: tree breeding; *Pinus*; progeny test.

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

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

## 1 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Pinus* são muito plantadas no Brasil devido às características de sua madeira e rápido crescimento, apresentando um papel fundamental para a economia do país. Tais espécies são plantadas de Norte a Sul, especialmente pelas indústrias de móveis, resina e papel e celulose. Dentre as espécies mais plantadas nas regiões frias e altas do Sudeste, se destaca o *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, que se adaptou bem à estas condições do Brasil, devido às semelhanças edafoclimáticas com as regiões de origem (Romanelli & Sebbenn, 2004). O *P. elliottii* var. *elliottii* é originário da América do Norte. Sua área natural de ocorrência se estende desde a Planície Costeira do sul da Carolina do Sul, 33° de latitude N, até a Flórida Central e sudoeste do estado de Louisiana, a 30° de latitude N (Dorman & Squillace, 1974). Contudo, apesar de sua ampla distribuição geográfica, os poucos testes de procedências realizados no Brasil não detectaram variação genética entre as diferentes origens das sementes para caracteres de crescimento (Araújo, 1980). Por outro lado, testes de progênes com a espécie têm detectado alta variação genética para caracteres de crescimento e produção de resina (Barret & Bengtson, 1964; Squillace, 1965; Squillace & Gansel, 1968; Gurgel Garrido & Kageyama, 1993; Gurgel Garrido *et al.*, 1999; Romanelli & Sebbenn, 2004), demonstrando o alto potencial da espécie para programas de melhoramento genético.

No Estado de São Paulo, o *P. elliottii* var. *elliottii* tem sido plantado principalmente nas regiões frias e altas do sul do estado, devido à maior semelhança ambiental com sua origem. Contudo, alguns plantios foram também estabelecidos em regiões com características ambientais diferentes daquelas da região de origem da espécie na América do Norte, como por exemplo, o cerrado. Isto ocorreu, em parte, devido à qualidade e quantidade de resina produzida por essa espécie. Dentre as espécies do gênero *Pinus* plantadas no Brasil, *P. elliottii* var. *elliottii*, considerado espécie de clima temperado,

é o que produz resina em maior quantidade e de melhor qualidade, superando, inclusive, espécies tropicais como *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, que se adapta bem às regiões quentes do Estado de São Paulo.

No entanto, embora a espécie não seja a mais indicada para plantios em regiões de cerrado, visto o seu crescimento ser mais lento do que o observado em ambientes mais adequados, como locais frios e altos, a alta variação genética detectada dentro das populações da espécie (Gurgel Garrido & Kageyama, 1993; Gurgel Garrido *et al.*, 1999; Romanelli & Sebbenn, 2004), sugere que a mesma tem potencial para ser domesticada também para estas regiões. Uma estratégia de melhoramento pode ser a seleção de árvores superiores em plantios comerciais já estabelecidos em região de cerrado, seguida por testes de progênes, seleção de genótipos mais produtivos para esses ambientes e a produção de sementes melhoradas.

Dentro desse contexto, o objetivo do trabalho foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento e a seleção entre e dentro em teste de progênes de polinização aberta de *P. elliottii* var. *elliottii*, aos 25 anos de idade, crescendo em regiões de cerrado no município de Assis–SP.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

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

O teste de progênes foi implantado na Floresta Estadual de Assis, situada a 22° 35' S e 50° 22' W, altitude média de 562 m. Segundo a classificação de Köppen, a região do estudo se encontra em uma zona de transição climática entre os tipos Cwa e Cfa. A precipitação média anual fica ao redor de 1.400 mm e a temperatura média anual é de 21,8 °C. O solo do local é caracterizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1999) como Latossolo Vermelho Distrófico álico típico A moderado, textura média.

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis-SP.

O teste de progênies foi instalado em março de 1983, com sementes de polinização aberta coletadas de 40 árvores selecionadas fenotipicamente para alta produção de resina em plantios comerciais em Assis, e em nove árvores na Floresta Estadual de Manduri. O delineamento experimental utilizado foi o látice quadrado, com parcelas de 10 plantas em linha, espaçamento 3 x 3 m, em três repetições. Contudo, devido à alta mortalidade, as mudas de Manduri tiveram de ser replantadas aproximadamente um ano após o plantio inicial, ficando o seu crescimento bastante defasado em relação ao material genético selecionado na Floresta Estadual de Assis. Assim, o teste tem sido analisado em blocos ao acaso, usando apenas as 40 progênies de Assis (Gurgel Garrido *et al.*, 1994). Adicionalmente, foram plantadas parcelas com misturas de sementes coletadas de árvores não selecionadas, uma em cada bloco do delineamento em látice, totalizando 21 parcelas. Também foram plantadas três linhas de bordadura externa e duas linhas de bordadura interna entre as parcelas. Em 1996, o ensaio sofreu um desbaste seletivo dentro das parcelas a favor de árvores produtoras de resina. O ensaio foi mensurado em 2008, aos 25 anos de idade, para diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,3 m acima do solo) e altura total das árvores. Como as correlações entre DAP e altura com a produção de resina são baixas ( $r \leq 0,55$ ), segundo Gurgel Garrido & Kageyama (1993), espera-se que a prévia seleção dentro de parcelas não afete a variação entre progênies.

## 2.2 Análise de Variância e Estimativa de Componentes de Variância e Parâmetros Genéticos

A análise de variância, em blocos casualizados, foi realizada com base no modelo linear aditivo,

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

em que:  $Y_{ijk}$  = performance média do  $k$ -ésimo indivíduo, do  $j$ -ésimo bloco, da  $i$ -ésima progênie;  $\mu$  = média geral da variável em análise;  $t_i$  = efeito da  $i$ -ésima progênie ( $i = 1, 2, \dots, I$ );  $b_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, J$ );  $e_{ij}$  = efeito da interação entre a  $i$ -ésima progênie e o  $j$ -ésimo bloco ou

efeito ambiental da  $ij$ -ésima parcela;  $d_{ijk}$  = efeito da  $k$ -ésima árvore dentro da  $ij$ -ésima parcela. Todos os efeitos do modelo foram assumidos como aleatórios, sendo:  $K$ , o número de árvores por progênies;  $J$ , o número de blocos;  $I$ , o número de progênies, e  $\bar{n}$ , a média harmônica do número de árvores por parcela. As análises de variância foram realizadas utilizando-se o método REML (Restricted Maximum Likelihood), para as estimativas dos componentes de variância, devido ao desbalanceamento experimental quanto ao número de árvores por parcelas. O procedimento REML foi utilizado em combinação com o comando VARCOMP do programa estatístico SAS (SAS, 1999) para obtenção dos componentes de variância.

Das análises de variância foram estimados os componentes:  $\sigma_g^2$  = variância genética entre progênies;  $\sigma_e^2$  = variância devido à interação entre progênies e repetições;  $\sigma_d^2$  = variância devido às diferenças fenotípicas entre árvores dentro de parcelas. Desses componentes de variância foram estimadas a variância fenotípica total ( $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2$ ) e a variância genética aditiva,  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$ . O coeficiente médio de parentesco dentro de progênies ( $r_{xy}$ ) foi calculado por:  $\hat{r}_{xy} = 0,25(1 + \hat{F}_p)[4\hat{s} + (t^2 + \hat{r}_s \hat{s}t)(1 + r_p)]$  (Ritland, 1989), em que  $F_p$  é o coeficiente de endogamia na população parental;  $S$  é a taxa de autofecundação ( $s = 1 - t$ );  $t$  é a taxa de cruzamento ( $t = 1 - s$ );  $r_s$  é a correlação de autofecundação, e  $r_p$  é a correlação de paternidade. Os parâmetros  $F_p$  e  $r_s$  foram assumidos como zero, devido à falta de informações da espécie. A taxa de cruzamento foi admitida ser de 0,975, conforme estimativa de Squillace & Goddard (1982). A correlação de paternidade foi aceita ser igual à média estimada para diversas espécies do gênero *Pinus*, 0,27 (Sebbenn, 2003). Assim, o coeficiente de parentesco dentro de progênies ( $r_{xy}$ ) foi estimado em 0,327 e a variância genética aditiva calculada por:  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / 0,327$ . Adicionalmente, para fins de comparação, foram estimadas a variância genética aditiva, herdabilidades e a resposta esperada na seleção,

assumindo que as progênies eram compostas por verdadeiros meios-irmãos, ou seja, que a população de referência era grande, não apresentava endogamia e parentescos e que os cruzamentos eram perfeitamente aleatórios. Portanto, nesse caso foi admitido que o coeficiente de parentesco entre plantas dentro de progênies era de 0,25.

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

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2}, \quad \hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\bar{n}J}} \quad e$$

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

O coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) foi estimado por:

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{\bar{x}} \times 100$$

As correlações fenotípicas e genéticas entre os caracteres DAP e altura foram estimadas dos valores individuais de acordo com as equações,

$$\hat{r}_{P_{xy}} = \frac{\hat{\sigma}_{P_x P_y}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{P_x}^2 \hat{\sigma}_{P_y}^2}} \quad \hat{r}_{g_{xy}} = \frac{\hat{\sigma}_{g_x g_y}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{g_x}^2 \hat{\sigma}_{g_y}^2}}$$

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

A resposta esperada com a seleção sequencial entre e dentro de progênies ( $R_{ed}$ ) foi calculada por:

$$\hat{R}_{ed} = i_e \hat{\sigma}_F \hat{h}_m^2 + i_d \hat{\sigma}_d \hat{h}_d^2,$$

em que,  $i_e$  e  $i_d$  são as intensidades de seleção em unidade de desvio-padrão, aplicada entre e dentro de progênies e  $\sigma_F$  e  $\sigma_d$  são os desvios-padrão da variância fenotípica total e dentro de progênies. Para a formação de um pomar de sementes por mudas foram selecionadas 20 progênies (20:40, 50% -  $i_e = 0,782$ ; Hallauer & Miranda Filho, 1988) e as três melhores árvores dentro das melhores progênies (3:30: 10% -  $i_d = 1,540$ ; Hallauer & Miranda Filho, 1988). A resposta à seleção em porcentagem [ $R(\%)$ ] foi estimada por:  $\hat{R}(\%) = 100(\hat{R}_{ed} / \bar{x})$ , em que,  $\bar{x}$  é a média do caráter.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Variação entre Progênies

O teste F da análise de variância detectou diferenças altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre progênies para os caracteres DAP e altura (TABELA 1), indicando a presença de variação genética entre progênies e a possibilidade de serem obtidos progressos genéticos com a seleção. Este ensaio já foi previamente avaliado aos 3,5, 7,5 e 9,5 anos de idade para o caráter produção de resina (Gurgel Garrido *et al.*, 1994), aos 3,5 e 7,5 anos para DAP e aos 7,5 anos para altura (Gurgel Garrido & Kageyama, 1993), tendo revelado, também, diferenças altamente significativas entre progênies. Isso confirma a presença de variação genética entre progênies e que o material tem alto potencial para o melhoramento genético via seleção.

Como esperado, o desbaste seletivo dentro das parcelas a favor de árvores produtoras de sementes, não afetou a variação entre progênies, considerando que foi detectada alta variação genética entre as mesmas aos 25 anos de idade. A causa é a baixa associação aparente entre caracteres de crescimento e produção de resina ( $r \leq 0,55$ ; Gurgel Garrido & Kageyama, 1993), logo a seleção diferencial em um caráter, no caso a produção de resina, teve baixo impacto na variação genética para DAP e altura.

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis–SP.

TABELA 1 – Resultados da análise de variância e médias para os caracteres DAP e altura em progênes e testemunhas de *P. elliottii* var. *elliottii*, crescendo em Assis, SP.

Fonte de Variação	DAP (cm)	Altura (m)
Blocos	139,1545**	1,5562
Progênes	72,3383**	7,6428**
Erro entre	17,6936	2,8492
Dentro	21,9455	1,9210
Média das progênes (25 anos)	22,23	13,05
Média das testemunhas (24 anos)	20,61	12,50

\*\* :  $P \leq 0,01$ .

### 3.2 Crescimento dos Caracteres

Em média, as 40 progênes selecionadas em Assis tiveram, aparentemente, um crescimento superior tanto para DAP como para altura do que aquele observado nas nove progênes selecionadas em Manduri (testemunhas). Contudo, como previamente destacado, muitas das progênes de Manduri tiveram de ser replantadas, o que ocorreu aproximadamente um ano após o plantio original, portanto, muito possivelmente esta pior performance do material genético de Manduri pode estar associada ao replantio.

Comparando-se os atuais incrementos médios anuais em DAP e altura com os estimados dos dados previamente publicados (TABELA 2) para o mesmo ensaio aos 3,5 (DAP = 1,18 cm) e 7,5 anos de idade (DAP = 1,71 cm; altura = 0,97 m) por Gurgel Garrido & Kageyama (1993), verifica-se uma

substancial redução na taxa de crescimento da espécie. De fato, comparando as médias de crescimento e os incrementos médios anuais observados no presente ensaio aos 3,5, 7,5 e 25 anos de idade com a performance da espécie em outros locais listados na TABELA 2, observa-se que *P. elliottii* var. *elliottii* apresenta uma lenta taxa de crescimento em Assis. Por exemplo, o crescimento em DAP aos 25 anos de idade (22,23 cm) foi maior do que o observado em Itapeva aos 12 anos (18,2 cm) em apenas 18%. *P. elliottii* var. *elliottii* é uma espécie adequada para reflorestamentos em áreas subtropicais ou tropicais úmidas com temperaturas baixas em parte do ano. A região de Assis é típica de cerrado, quente, com baixa precipitação média anual e inverno seco com déficit hídrico, sendo mais adequada para reflorestamentos com espécies de *Pinus* tropicais.

TABELA 2 – Média de crescimento e incremento médio anual (IMA) para DAP e altura em testes de progênes de *P. elliottii* var. *elliottii*, implantados no Estado de São Paulo.

Espécie	Idade (anos)	Local	DAP (IMA, cm)	ALT (IMA, m)	Autor
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	25	Assis	22,23 (0,89)	13,05 (0,52)	Esse estudo
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	3,5	Assis	6,32 (1,18)	–	Gurgel Garrido & Kageyama (1993)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	7,5	Assis	12,80 (1,71)	7,27 (0,97)	Gurgel Garrido & Kageyama (1993)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	Angatuba	18,80 (1,57)	–	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	Itapetininga	19,70 (1,64)	–	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	Itapeva	18,20 (1,52)	–	Romanelli & Sebbenn (2004)

### 3.3 Correlações Fenotípicas e Genéticas

As estimativas das correlações fenotípicas e genéticas evidenciaram associações positivas, significativas e relativamente altas entre DAP e altura. A correlação fenotípica entre esses caracteres foi 0,53 ( $P < 0,01$ ) e a genética foi 0,83 ( $P < 0,01$ ). Essas correlações sugerem que a seleção em um caráter pode trazer ganhos genéticos indiretos no outro, ou seja, a seleção de progênes com maiores médias de DAP pode indiretamente garantir a seleção de progênes com maiores alturas. Nesse caso, a seleção deve ser realizada para o caráter DAP, considerando-se sua maior precisão e facilidade de mensuração.

### 3.4 Parâmetros Genéticos

O coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) observado para DAP e altura foi alto (TABELA 3), se comparado ao observado em outros estudos realizados com espécies do gênero *Pinus*. Romanelli & Sebbenn (2004) relatam  $CV_g$  em Angatuba, Itapetininga e Itapeva variando de 2,4% a 3,8% para DAP, em progênes de *P. elliottii* var. *elliottii* aos 12 anos de idade. Freitas *et al.* (2005a) detectaram  $CV_g$  de 2,77% para

DAP e 1,9% para altura em progênes de *P. caribaea* var. *bahamensis* aos 22 anos de idade. Freitas *et al.* (2005b) relataram  $CV_g$  de apenas 0,31 para DAP, em procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* aos 32 anos de idade. Sebbenn *et al.* (2005) detectaram  $CV_g$  de 1,93% para DAP e 1,47% para altura, em procedências e progênes de *P. patula* ssp. *tecunumanii* aos 14 anos de idade. Portanto, fica evidente a grande variação genética presente na população, independentemente do material ter sido selecionado para produção de resina na população base e no desbaste realizado aos 13 anos de idade. Em concordância, a prévia análise deste experimento já havia revelado alta variação genética na população. Gurgel Garrido & Kageyama (1993) detectaram  $CV_g$  de 9,46% e 7,5% para DAP, aos 3,5 e 7,5 anos de idade, respectivamente, e 5,32% para altura aos 7,5 anos de idade. Ainda, o coeficiente de variação genética aditiva ( $CV_A$ ) foi maior do que o coeficiente de variação genética (TABELA 3). O coeficiente de variação genética aditiva refere-se à parte da variação genética que é transmitida para a próxima geração. Os altos valores observados reforçam a idéia de que a presente população tem alto potencial para seleção.

TABELA 3 – Estimativa de parâmetros genéticos para DAP e altura (ALT) em progênes de *P. elliottii* var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis, SP.

Parâmetros	Sistema misto		Meios-irmãos	
	DAP	Altura	DAP	Altura
Coeficiente de variação genética – $CV_g$ (%)	8,70	4,56	8,70	4,56
Coeficiente de variação genética aditiva – $CV_A$ (%)	15,22	7,97	17,4	9,1
Herdabilidade individual – $\hat{h}_i^2$	0,4572	0,4386	0,5977	0,5734
Herdabilidade entre progênes – $\hat{h}_m^2$	0,7597	0,6762	0,7597	0,6762
Herdabilidade dentro de progênes – $\hat{h}_d^2$	0,3619	0,3781	0,3907	0,4083
Resposta total à seleção – $\hat{R}_{ed}$ (%)	16,7	8,6	17,7	9,1

Seleção de 50% ( $i = 0,782$ ) das progênes e 10% ( $i = 1,54$ ) das melhores plantas das melhores progênes.

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis-SP.

Os coeficientes de herdabilidade foram estimados considerando que as progênies eram originárias de cruzamentos mistos, envolvendo algum grau de autofecundação e cruzamentos correlacionados, portanto eram compostas por misturas de irmãos de autofecundação, meios-irmãos, irmãos-completos e irmãos de autofecundação e cruzamentos, e assumindo que os cruzamentos foram perfeitamente aleatórios e as progênies são compostas por verdadeiros meios-irmãos (TABELA 3). Em todos os casos foram observados altos valores para os coeficientes de herdabilidade ( $h^2 \geq 0,3619$ ), indicando que grande parte da variação fenotípica total e média entre progênies era de origem genética e, portanto, que o controle genético dos caracteres era alto tanto em nível de plantas individuais, como de média entre progênies e dentro de progênies. Esse fato reforça os prévios resultados, como a alta significância do teste F da análise de variância, os altos coeficientes de variação genética e os altos coeficientes de variação genética aditiva, que indicaram alta variação genética na população e o alto potencial desta para a seleção entre progênies e a obtenção de ganhos genéticos. Contudo, adicionalmente, a alta herdabilidade detectada dentro de progênies indica que existem, também, grandes chances de realizar a seleção massal entre plantas dentro de progênies e obter ganhos adicionais à seleção entre progênies.

As estimativas da resposta esperada com a seleção entre e dentro de progênies confirmam as expectativas de se obter altos ganhos genéticos com a seleção (TABELA 3). Assumindo um sistema misto de reprodução para a população comercial de origem das sementes, os ganhos esperados, pela seleção de 50% das mais produtivas progênies e 10% das plantas dentro das melhores progênies, foram de 16,7% para DAP e 8,6% para altura de plantas. Ressalta-se que esses ganhos são esperados para plantios com 25 anos de idade, em ambientes similares ao do presente ensaio.

Finalmente, comparando as estimativas obtidas assumindo o sistema misto e cruzamentos aleatórios, observa-se uma super-estimativa nas herdabilidades em nível de plantas individuais e dentro de progênies. Admitindo que as progênies de polinização aberta são verdadeiras progênies de meias-irmãs, produz uma super-estimativa mínima de 7,34% para o coeficiente de herdabilidade dentro de progênies, 23,5% para o coeficiente de herdabilidade

em nível de plantas individuais, 12,54% para o coeficiente de variação genética aditiva e 5,22% para os ganhos genéticos na seleção. Progênies de polinização aberta, definitivamente, não são progênies de meias-irmãs (Squillace, 1974; Sebbenn, 2003), ainda mais quando são oriundas de plantios comerciais, como neste caso, formados a partir de plantios baseados em sementes de um número limitado de árvores matrizes, portanto, com um certo grau de estruturação genética, gerando endogamia nas sementes por cruzamentos entre parentes. Em suma, as estimativas menores obtidas assumindo as progênies como de sistema misto de reprodução são possivelmente mais realistas.

#### 4 CONCLUSÕES

1. Existem diferenças altamente significativas entre progênies para os caracteres DAP e altura total de plantas, indicando a possibilidade de progressos genéticos com a seleção.
2. O DAP e altura apresentaram correlações fenotípicas e genéticas positivas, significativas e altas, indicando a possibilidade de seleção em um caráter e a capitalização de ganhos genéticos indiretos em outro.
3. O controle genético da expressão fenotípica é alto para DAP e altura de plantas.
4. As estimativas da resposta esperada na seleção para DAP e altura evidenciaram a possibilidade de obter-se substanciais progressos genéticos com a seleção sequencial entre e dentro de progênies.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos aos estudantes de Engenharia Florestal Rafael Alexandre Silvestre, Samuel Carloni e Vagner Aparecido Garosi, pela mensuração do experimento e digitação dos dados. O autor Alexandre Magno Sebbenn agradece ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia - CNPq pela concessão da bolsa de produtividade em pesquisa. Os autores também agradecem aos dois revisores anônimos pelas sugestões e correções em uma prévia versão do manuscrito e à Assistente de Pesquisa Científica e Tecnológica Yara Cristina Marcondes pela revisão gramatical do artigo.

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis-SP.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A. J. **Early results of provenance studies of loblolly and slash pines in Brazil**. 1980. 127 p. Tese (Ph.D.) - Michigan State University, East Lansing.
- BARRET, J. P.; BENGTSON, G. W. Oleoresin yields for slash pines from seven seed sources. **Forest Science**, Bethesda, v. 10, p. 159-163, 1964.
- DORMAN, K. W.; SQUILLACE, A. E. **Genetic of slash pine**. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1974. 20 p. (Research Paper WO, 20)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: EMBRAPA; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.
- FREITAS, M. L. M. *et al.* Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos na seleção em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 22 anos de idade. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 103-111, 2005a.
- \_\_\_\_\_. Teste de procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 32 anos em Bebedouro-SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 17-23, 2005b.
- GURGEL GARRIDO, L. M. A.; KAGEYAMA, P. Y. Evolução, com a idade, de parâmetros genéticos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm., selecionado para a produção de resina. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 5, p. 21-37, 1993.
- \_\_\_\_\_.; RIBAS, C.; GARRIDO, M. A. O. Variabilidade da produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 6, p. 113-128, 1994.
- \_\_\_\_\_.; CRUZ, S. F.; RIBAS, C. Interação genótipos por locais em *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, p. 1-12, 1999.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468 p.
- NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington, D.C.: Forest Service, 1979. 342 p. (Technical Bulletin, 1588).
- RITLAND, K. Correlated matings in the partial selfer *Mimulus guttatus*. **Evolution**, San Francisco, v. 43, p. 848-859, 1989.
- ROMANELLI, R. C.; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos e ganhos na seleção para produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii*, no Sul do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 11-23, 2004.
- S.A.S. INSTITUTE INC. **SAS procedures guide. Version 8 (TSMO)**. Cary, 1999. 454 p.
- SEBBENN, A. M. Tamanho amostral para conservação *ex situ* de espécies arbóreas com sistema misto de reprodução. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 109-124, 2003.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Variação genética em procedências e progênies de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* no noroeste do Estado de São. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2005.
- SQUILLACE, A. E. Combining superior grown and timber quality with gum yield in slash pine. In: SOUTHERN CONFERENCE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, 8., 1965, Savannah, **Proceedings...** Savannah: Georgia Forest Resources Council, 1965. p. 73-76.
- \_\_\_\_\_. Average genetic correlations among offspring from open-pollinated forest trees. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 23, p. 149-156, 1974.
- \_\_\_\_\_.; GANSEL, C. R. **Assessing the potential oleoresin yields in slash pine progenies at juvenile ages**. Asheville: United States Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1968. 4 p. (Research Paper SE, 95).
- \_\_\_\_\_.; GODDARD, R. E. Selfing in clonal seed orchards of slash pine. **Forest Science**, Washington, D.C., v. 28, p. 71-78, 1982.

**VARIAÇÃO GENÉTICA, HERDABILIDADES E GANHOS NA SELEÇÃO PARA  
CARACTERES DE CRESCIMENTO EM TESTE DE PROGÊNIES DE  
*Pinus caribaea* var. *bahamensis* AOS 20 ANOS DE IDADE EM ASSIS-SP\***

Alexandre Magno SEBBENN\*\*

Osmar VILAS BÔAS\*\*

José Carlos Molina MAX\*\*

**RESUMO**

O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 20 anos de idade. O teste de progênies foi instalado com sementes de polinização aberta provenientes de 89 árvores matrizes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT. Três progênies testemunhas da mesma espécie e oito progênies de *P. caribaea* var. *hondurensis*, selecionadas em Assis para produção de resina, também foram incluídas no ensaio. O delineamento experimental utilizado foi o látice triplo, com parcelas de dez plantas. O ensaio foi mensurado aos 20 anos de idade para diâmetro à altura do peito - DAP, altura total e volume real. Foram detectadas diferenças significativas entre progênies para todos os caracteres. A média dos caracteres para as 89 progênies foi menor que a média calculada para as testemunhas. As correlações genéticas foram altas entre todos os caracteres (mínimo  $r_{g(DAP \times altura)} = 0,71, P < 0,01$ ). Foram detectados altos coeficientes de variação genética e herdabilidades para todos os caracteres estudados, o que mostra a possibilidade de se obter altos ganhos com a seleção massal e entre e dentro de progênies. Os ganhos esperados para plantios com 20 anos de idade, realizados em locais com as mesmas características ambientais de Assis e com sementes coletadas após a seleção no teste de progênies, foram estimados em 10,6% para DAP, 4,1% para altura, e 23,5% para volume.

Palavras-chave: melhoramento florestal; *Pinus*; teste de progênies; parâmetros genéticos; coancestria; tamanho efetivo.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil são plantadas, com interesses comerciais, diversas espécies do gênero *Pinus*, devido ao seu rápido crescimento, boa forma e adaptação às condições climáticas e de solo do país. Essas espécies do gênero *Pinus* são utilizadas para produção de resina, madeira e celulose, entre outros usos.

**ABSTRACT**

The aim of this study was to estimate genetic parameters for growth traits in a progeny test of *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, at 20 years old. The trial was implanted using open-pollinated seeds from 89 seed-trees of the Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT, three progenies of the same species selected in Assis and eight progenies of *P. caribaea* var. *hondurensis*, also selected for gum yield in Assis. A 10 x 10 triple lattice design was used with ten trees per plot. The trial was measured at 20 years old for diameter at breast height - DBH, total height and real volume. Significant differences among progenies were detected for all studied traits. The averages of the traits in the 89 progenies were lower than detected in the control treatments. The genetic correlation among the traits were high (minimum  $r_{g(DAP \times altura)} = 0.71, P < 0.01$ ). High coefficients of genetic variation and heritabilities were detected for all study traits, showing the possibility to capitalize high genetic gains by massal and among and within progenies selection. The expected genetic gains in stands with 20 years old, in sites with similar environmental characteristics of Assis, established from seeds collected after selection in the progeny test were estimated in 10.6% for DBH, 4.1% for height, and 23.5% for volume.

Key words: tree breeding; *Pinus*; progeny test; genetic parameters, coancestry; effective population size.

Espécies subtropicais dos Estados Unidos como *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus taeda* são plantadas nas regiões altas e frias do Sudeste e Sul do Brasil. Já espécies tropicais da América Central como *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumanii*, *Pinus caribaea* e suas três variedades *caribaea*, *hondurensis* e *bahamensis* são plantadas nas regiões quentes do país.

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

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

Dentre as variedades *caribaea*, destaca-se o *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol., pela sua importância para a produção de madeira e resina para a região Sudeste. Seu crescimento é intermediário entre o *P. caribaea* Mor. var. *caribaea* Bar. et Gol. e o *P. elliottii* Eng. var. *elliottii* (Barrett & Golfari, 1962). A espécie é originária das Ilhas das Bahamas, em áreas distantes em até 600 km, incluindo as Ilhas Grand Bahamas, Great Abaco, Andros, New Providence e Caicos. Nessas ilhas a espécie é encontrada em altitudes que variam desde o nível do mar até 30 m, em clima tropical (25 °C), subúmido (chuvas anuais de 700 a 1.300 mm), com período de seca de seis meses e solos alcalinos (pH 7,5 a 8,5). O *P. caribaea* var. *bahamensis* é espécie monóica, polinizada pelo vento e a reprodução ocorre predominantemente por cruzamentos (Matheson *et al.*, 1989; Zheng & Ennos, 1997), embora níveis altos de endogamia tenham sido detectados em algumas de suas populações naturais ( $\hat{F}$  variando de 0,139 a 0,218; Zheng & Ennos, 1999).

Estudos da variação genética de caracteres de crescimento, forma e produção de resina em testes de procedências e progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis* têm revelado valores substanciais para os coeficientes de variação genética e herdabilidades (Sebbenn *et al.*, 1994; Zheng *et al.*, 1994; Gurgel Garrido *et al.*, 1996; Gurgel Garrido *et al.*, 1999; Missio *et al.*, 2004). Por exemplo, Missio *et al.* (2004) reportaram coeficientes de variação genética de até 10,5% e herdabilidades de até 0,56 para o caráter volume, em teste de progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis*, implantado em Selvíria-MS. Gurgel Garrido *et al.* (1996) reportaram coeficientes de variação genética de até 6,6% e herdabilidades de até 0,70 para diâmetro à altura do peito - DAP, em teste de progênies da espécie estabelecido em Assis-SP. Esses altos coeficientes de variação genética e coeficientes de herdabilidade sugerem que a espécie tem alto potencial genético para o melhoramento florestal por seleção. Em concordância, altos ganhos na seleção têm sido estimados para caracteres de crescimento e produção de resina na espécie, atingindo valores de 8,3% para volume real e 46,2% para produção de resina (Sebbenn *et al.*, 1994; Zheng *et al.*, 1994; Gurgel Garrido *et al.*, 1996; Gurgel Garrido *et al.*, 1999; Missio *et al.*, 2004).

Em programas de melhoramento florestal é fundamental conhecer a magnitude da variação genética e os coeficientes de herdabilidades, visto que a variação genética é a matéria-prima do melhoramento e sem variação genética nada pode ser feito em termos de seleção. Por sua vez, os coeficientes de herdabilidades medem quanto da variação fenotípica é de origem genética, ou seja, quanto da variação que observamos nos caracteres de interesse está sobre controle genético e pode ser manipulada pela seleção.

Os objetivos deste estudo foram estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em um teste de progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis* aos 20 anos de idade, estabelecido em Assis, SP. Mais especificamente, os objetivos foram: *i*) estimar coeficientes de variação genética e de herdabilidades para caracteres de crescimento; *ii*) estimar coeficientes de correlações fenotípicos e genéticos entre caracteres de crescimento; *iii*) quantificar os progressos esperados com a seleção seqüencial entre e dentro de progênies, e *iv*) quantificar o tamanho efetivo da população de recombinação após a seleção entre e dentro de progênies.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

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

O teste de progênies foi implantado na Floresta Estadual de Assis, situada a 22° 35' S e, 50° 22' W com altitude média de 562 m. Segundo a classificação de Köppen, a região do estudo encontra-se em uma zona de transição climática entre os tipos Cwa e Cfa. A precipitação média anual fica ao redor de 1.400 mm e a temperatura média anual é de 21,8 °C. O solo do local é caracterizado pela EMBRAPA (1999) como Latossolo Vermelho Distrófico álico típico A moderado e textura média.

O teste de progênies foi instalado em março de 1988 com sementes de polinização aberta provenientes de 89 árvores matrizes do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT. As matrizes pertencem ao programa de melhoramento florestal

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 de idade em Assis-SP.

coordenado pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, implantado no município de Aracruz, ES, em 1978/80, com 300 clones de matrizes selecionadas em sete locais do Estado de São Paulo, com intensidades de seleção variando de 1:250 a 1:5000, conforme relatos de Santos *et al.* (1988). As matrizes foram selecionadas principalmente para os caracteres de volume e forma.

O ensaio foi composto por 89 progênies do pomar de sementes clonais, três progênies de árvores selecionadas para alta produção de resina em Assis e oito progênies de matrizes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, também de Assis, quatro das quais igualmente selecionadas para a produção de resina. O delineamento experimental utilizado foi o látice triplo, com parcelas de dez plantas em linha no espaçamento de 3 x 3 m. Uma bordadura de três linhas foi adicionada para reduzir o efeito ambiental nas extremidades dos tratamentos. Em 1996, foi realizado um desbaste seletivo em 60% das árvores dentro das parcelas (seis de cada dez foram eliminadas) para produção de resina (Gurgel Garrido *et al.*, 1996). O ensaio foi mensurado aos 20 anos de idade para diâmetro à altura do peito (DAP – 1,3 m acima do solo) e altura total (metros) das árvores. O volume real ( $V_r$ ) foi calculado pela expressão  $V_r = [\pi(DAP)^2 h F_F] / 4$ , sendo  $h$  a altura e  $F_F$  o fator de forma, obtido por Sebbenn *et al.* (1994), igual a 0,47.

## 2.2 Estimativas dos Componentes de Variância

As análises de variância foram realizadas utilizando-se o programa SAS (SAS, 1999). O teste F para o efeito de blocos e progênies foi realizado utilizando-se o procedimento GLM. As análises de variância foram realizadas segundo delineamento de blocos casualizados, utilizando o seguinte modelo linear:

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

em que:  $Y_{ijk}$  = desempenho médio do  $k$ -ésimo indivíduo, do  $j$ -ésimo bloco, da  $i$ -ésima progênie;  $\mu$  = média geral da variável em análise;  $t_i$  = efeito aleatório da  $i$ -ésima progênie ( $i = 1, 2, \dots, I$ );  $b_j$  = efeito fixo do  $j$ -ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, J$ );  $e_{ij}$  = efeito aleatório da interação entre a  $i$ -ésima progênie do  $j$ -ésimo bloco ou, efeito ambiental

aleatório da  $ij$ -ésima parcela;  $d_{ijk}$  = efeito aleatório da  $k$ -ésima árvore dentro da  $ij$ -ésima parcela. Sendo,  $K$  o número de árvores por progênies,  $J$  o número de blocos,  $I$  o número de progênies e,  $\bar{n}$  a média harmônica do número de árvores por parcela.

Os componentes de variância foram estimados utilizando os procedimentos VARCOMP e REML (Restricted Maximum Likelihood) do programa SAS, em combinação. O procedimento REML foi usado em razão do desbalanceamento dos dados quanto ao número de plantas por parcela, devido à mortalidade e ao desbaste realizado em 1996. Os componentes estimados foram:  $\hat{\sigma}_g^2$  = variância genética entre progênies;

$\hat{\sigma}_e^2$  = variância ambiental;  $\hat{\sigma}_d^2$  = variância devido a diferenças fenotípicas entre árvores dentro de parcelas. Desses componentes foi estimada a variância fenotípica total,  $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2$ .

## 2.3 Estimativa de Herdabilidades e Coeficiente de Variação Genética

As definições e cálculos dos coeficientes de herdabilidade, coeficientes de variação, ganhos esperados na seleção e correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres foram obtidos segundo Namkoong (1979). As progênies foram assumidas como originárias de um sistema misto de reprodução, sendo compostas por misturas de parentescos, como meios-irmãos, irmãos-completos, irmãos de autofecundação e irmãos de cruzamento e autofecundação. A variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_A^2$ ) foi estimada por  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$ , sendo  $\hat{\sigma}_p^2$  a variância genética entre progênies e,  $r_{xy}$  o coeficiente médio de parentesco entre plantas dentro de progênies. O coeficiente médio de parentesco dentro de progênies foi estimado utilizando-se a expressão de Ritland (1989):  $\hat{r}_{xy} = 0,25(1 + \hat{F}_p)[4\hat{s} + (\hat{t}^2 + \hat{s}\hat{r}_s)(1 + \hat{r}_p)]$ , em que,  $\hat{F}_p$  é o coeficiente de endogamia na geração parental,  $s$  é a taxa de autofecundação,  $t$  é a taxa de cruzamento,  $r_s$  é a correção de autofecundação

(mede a variação individual na taxa de cruzamentos), e  $r_p$  é a correlação de paternidade (mede a proporção de irmãos-completos dentro das progênes). A taxa de cruzamento foi obtida de Matheson *et al.* (1989), utilizando-se uma média para duas populações de *P. caribaea* var. *bahamensis* que foi 0,89. Segundo estimativas obtidas por Sebbenn *et al.* (2008a), os coeficientes  $F$  e  $r_s$  foram assumidos como zero e a proporção de irmãos-completos ( $r_p$ ) de 15%, resultando em um coeficiente de parentesco dentro de progênes de 0,338. Adicionalmente, para avaliar o impacto da correção da variância genética aditiva e de parâmetros dependentes desta, como herdabilidades e ganhos na seleção, também estimou-se a variância genética aditiva assumindo progênes meios-irmãos ( $r_{xr} = 0,25$ ) e  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_g^2 / 0,25$ .

As herdabilidades foram estimadas em nível de plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ), média de progênes ( $\hat{h}_m^2$ ) e dentro de progênes ( $\hat{h}_d^2$ ):

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2}, \quad \hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{nJ}} \quad e$$

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

A variação genética na população foi quantificada pelo coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) e coeficiente de variação aditiva ( $CV_A$ ):

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad e \quad CV_A = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_A^2}}{\bar{x}} \times 100.$$

## 2.4 Correlações Genéticas e Fenotípicas

As correlações fenotípicas e genéticas entre os caracteres DAP, altura e volume foram estimadas dos valores individuais de acordo com as equações,

$$\hat{r}_{P_{XY}} = \frac{\hat{\sigma}_{F_X F_Y}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F_X}^2 \cdot \hat{\sigma}_{F_Y}^2}} \quad \hat{r}_{g_{XY}} = \frac{\hat{\sigma}_{P_X P_Y}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{P_X}^2 \cdot \hat{\sigma}_{P_Y}^2}}$$

em que,  $r_{F_{XY}}$  e  $r_{g_{XY}}$  são os coeficientes de variação fenotípica e genética,  $\sigma_{F_X F_Y}$  e  $\sigma_{P_X P_Y}$  são os produtos cruzados fenotípicos e genéticos dos caracteres  $x$  e  $y$ , estimados das análises de covariância,  $\sigma_{F_X}^2$ ,  $\sigma_{P_X}^2$ , e  $\sigma_{F_Y}^2$ ,  $\sigma_{P_Y}^2$  são as variâncias fenotípicas e genéticas dos caracteres  $x$  e  $y$ , respectivamente.

A resposta esperada com a seleção sequencial entre e dentro de progênes ( $R_{ed}$ ) foi calculada por,

$$\hat{R}_{ed} = i_e \hat{\sigma}_F \hat{h}_m^2 + i_d \hat{\sigma}_d \hat{h}_d^2,$$

em que,  $i_e$  e  $i_d$  são as intensidades de seleção em unidade de desvio-padrão, aplicada entre e dentro de progênes e  $\sigma_F$  e  $\sigma_d$  são os desvios-padrão da variância fenotípica total e dentro de progênes. Para a formação de um pomar de sementes por mudas foram selecionadas 29 progênes (33% -  $i_e = 1,0974$ ; Hallauer & Miranda Filho, 1988) e as três melhores árvores dentro das melhores progênes (6,7% -  $i_d = 1,83$ ; Hallauer & Miranda Filho, 1988). A resposta da seleção em porcentagem [ $R$  (%)] foi estimada por:  $\hat{R}(\%) = 100(\hat{R}_{ed} / \bar{x})$ , em que  $\bar{x}$  é a média do caráter.

## 2.5 Coancestria e Tamanho Efetivo

A população após a seleção foi caracterizada em termos do coeficiente de coancestria do grupo ( $\Theta_{xy}$ ), que se refere à endogamia que poderia ser gerada por cruzamentos aleatórios nas sementes coletadas no teste após a seleção. O coeficiente de coancestria foi estimado baseado na representação das progênes (Kang *et al.*, 2001),

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

sendo  $m$  o número de progênes selecionadas,  $n$  o número de plantas selecionadas dentro de progênes,

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 de idade em Assis-SP.

$F_p$  o coeficiente de endogamia na população, assumido como zero ( $\hat{F}_p = 0$ ) e  $\theta_{xy}$  o coeficiente de coancestria dentro de progênies, assumido como 0,169 ( $\hat{\Theta}_{xy} = \hat{r}_{xy} / 2 = 0,338 / 2$ ; assumindo ausência de endogamia na geração parental,  $\hat{F}_p = 0$ ).

O tamanho efetivo ( $N_e$ ) foi estimado como a metade do coeficiente de coancestria de grupo (Lindgren *et al.*, 1996),

$$\hat{N}_e = \frac{0,5}{\hat{\Theta}_{xy}}.$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Variação Entre Progênies

A análise de variância revelou diferenças altamente significativas (1% de probabilidade) entre média de progênies para os três caracteres avaliados (TABELA 1), sugerindo a presença de variação genética entre progênies e a possibilidade de melhoramento a partir da seleção das progênies mais produtivas.

A prévia análise deste ensaio aos cinco anos de idade (Gurgel Garrido *et al.*, 1996) já havia revelado a presença de variação significativa para os caracteres DAP, altura e produção de resina. Missio *et al.* (2004), estudando 119 progênies de polinização aberta de *P. caribaea* var. *bahamensis* provenientes do mesmo pomar de sementes (CCGMPT) que deu origem ao presente ensaio, também detectaram variação genética entre progênies, aos 13 anos de idade, em Selvíria-MS, para os caracteres DAP, altura, forma do fuste e volume real. Esses resultados reforçam a hipótese de que o material genético proveniente do pomar de sementes CCGMPT tem alta variação genética e potencial para a continuidade de programas de melhoramento genético para caracteres de crescimento, forma e produção de resina.

Variação genética entre progênies e progênies dentro de procedências de *P. caribaea* var. *bahamensis* também têm sido observadas em outros estudos genéticos com a espécie (Sebbenn *et al.*, 1994; Zheng *et al.*, 1994; Gurgel Garrido *et al.*, 1999; Freitas *et al.*, 2005; Sebbenn *et al.*, 2008a), demonstrando o alto potencial genético da espécie para o melhoramento florestal.

TABELA 1 – Quadrados médios, resultados do teste F da análise de variância e médias para os caracteres DAP, altura e volume em progênies e testemunhas de *P. caribaea* var. *bahamensis*, em Assis, SP.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> /árvore)
Blocos	2	35,022	2,9123	0,0399
Progênies	88	65,5599**	7,7104**	0,1873**
Erro entre	176	25,7416	3,7692	0,0748
Dentro	964	30,4730	2,9885	0,0885
Média das progênies		28,39	21,02	0,664
Média das testemunhas ( <i>P. c.</i> var. <i>bahamensis</i> )		31,36	21,96	0,839
Média das testemunhas ( <i>P. c.</i> var. <i>hondurensis</i> )		32,67	22,28	0,918

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

### 3.2 Crescimento dos Caracteres

A média dos caracteres das 89 progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis* foram inferiores às médias calculadas para as testemunhas da mesma espécie e de *P. caribaea* var. *hondurensis* (TABELA 1). A maior diferença entre as progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis* e a testemunha da mesma espécie foi observada para volume (21%), seguida por DAP (9%) e altura (4%). Em relação às testemunhas de *P. caribaea* var. *hondurensis*, as diferenças foram de 28% para volume, 13% para DAP e 6% para altura. O maior crescimento das testemunhas de *P. caribaea* var. *bahamensis*, em relação às progênies avaliadas do CCGMPT, provavelmente se deve ao fato de as testemunhas terem sido selecionadas em plantios localizados no próprio local de ensaio, Floresta Estadual de Assis, e assim, já apresentam algum grau de adaptação a este ambiente, devido à seleção natural. Por outro lado, o menor crescimento, tanto das progênies como das testemunhas de *P. caribaea* var. *bahamensis* em relação ao *P. caribaea* var. *hondurensis*, não é novidade. Dentre as três variedades de *P. caribaea*, a variedade *hondurensis* é conhecida por seu crescimento mais rápido em comparação com as variedades *bahamensis* e *caribaea*.

Comparando-se os crescimentos em DAP e altura das progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis*,

em termos de incremento médio anual - IMA, com o observado no mesmo ensaio aos cinco anos de idade (Gurgel Garrido *et al.*, 1996), observa-se uma substancial redução na taxa de crescimento nestes últimos 15 anos (TABELA 2). O atual incremento em DAP (1,42 cm) e altura (1,05 m) foi, respectivamente, 43 e 39% menor do que o observado aos cinco anos para DAP (2,49 cm) e altura (1,72 m). Por isso, fica difícil comparar a atual taxa de crescimento com a observada na mesma espécie, ou mesmo outras espécies em idades juvenis. A comparação do crescimento em DAP e altura das progênies aqui testadas, em relação ao observado aos 22 anos de idade em Bebedouro-SP (IMA<sub>DAP</sub> = 1,14 cm; IMA<sub>Altura</sub> = 1,01 m: Freitas *et al.*, 2005), sugere que a espécie tem maior taxa de crescimento nas condições ambientais de Assis, do que em Bebedouro. No entanto, em comparação ao observado em Angatuba, Itapetininga e Itapeva (TABELA 2), onde o DAP aos 12 anos já atingiu, respectivamente 85%, 92% e 86% do crescimento observado em Assis aos 20 anos de idade, ou seja, com 60% (12/20) da idade das árvores de Assis, as árvores nestes ambientes já cresceram mais de 85% do total observado neste último local, indicando que o crescimento em Assis é menor.

TABELA 2 – Médias de crescimento e incremento médio anual (IMA) para DAP e altura em testes de procedências e progênies de algumas espécies de *Pinus*, no Estado de São Paulo.

Espécie	Idade (anos)	Local	DAP (IMA cm)	ALT (IMA m)	Autor
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	20	Assis	28,39 (1,42)	21,02 (1,05)	Este estudo
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	5	Assis	12,47 (2,49)	8,58 (1,72)	Gurgel Garrido <i>et al.</i> (1996)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	12	Angatuba	24,20 (2,02)	–	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	12	Itapetininga	26,05 (2,17)	–	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	12	Itapeva	24,30 (2,02)	–	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	5	Bebedouro	13,97 (2,79)	10,47 (2,09)	Sebbenn <i>et al.</i> (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	22	Bebedouro	25,08 (1,14)	22,15 (1,01)	Freitas <i>et al.</i> (2005)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	15	Paraguaçu	22,73 (1,52)	15,46 (1,03)	Sebbenn <i>et al.</i> (2008a)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	16	Paraguaçu	23,64 (0,91)	18,33 (1,15)	Sebbenn <i>et al.</i> (2008a)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	25	Assis	22,23 (0,89)	13,05 (0,52)	Sebbenn <i>et al.</i> (2008b)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	19	Paraguaçu	25,44 (1,34)	16,26 (0,85)	Sebbenn <i>et al.</i> (2008a)

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 de idade em Assis-SP.

Finalmente, comparando os crescimentos em DAP e altura das progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis*, com o observado em *P. elliottii* var. *elliottii*, aos 25 anos de idade no mesmo local ( $IMA_{DAP} = 0,82$  cm;  $IMA_{Altura} = 0,59$  m: Sebbenn *et al.*, 2008b) e aos 19 anos em Paraguaçu Paulista ( $IMA_{DAP} = 1,34$  cm;  $IMA_{Altura} = 0,85$  m: Sebbenn *et al.*, 2008a), fica evidente a superioridade no crescimento de *P. caribaea* var. *bahamensis* sobre o *P. elliottii* var. *elliottii* na região.

### 3.3 Correlações Fenotípicas e Genéticas

Ambas as estimativas das correlações fenotípicas e genéticas evidenciaram associações positivas, significativas e relativamente altas entre DAP, altura e volume real (TABELA 3). Contudo, todas as correlações genéticas foram maiores do que as fenotípicas, o que é altamente favorável à seleção indireta entre os caracteres, ou seja, a seleção em um caráter vai impreterivelmente levar ao melhoramento indireto em outro. As maiores correlações genéticas e fenotípicas foram observadas entre DAP e volume, seguida de altura e volume, e finalmente por DAP e altura.

A alta associação genética entre DAP e altura em relação a volume é esperada, uma vez que o volume é calculado diretamente destas duas variáveis e, portanto, é diretamente dependente destas. Considerando, que o DAP é um caráter de fácil mensuração e sujeito a menos erros do que a altura total de plantas, em especial em idades avançadas de experimentação, o DAP deve ser o caráter utilizado para a seleção direta e a altura e o volume podem ser melhorados pela seleção indireta, ou seja, pela seleção no DAP.

Em relação à origem das altas correlações genéticas entre estes caracteres, ela pode ser explicada pela pleiotropia e pela ligação entre locos que controlam ambos os caracteres. Pleiotropia é o fenômeno em que diferentes caracteres são controlados pelos mesmos genes, de forma que a expressão gênica ocorra simultaneamente sobre mais de um caráter, conferindo algum tipo de associação entre eles. Por outro lado, a ligação entre locos poderia causar correlação genética entre caracteres, visto que durante a formação dos gametas na meiose, os genes que controlam diferentes caracteres se encontram no mesmo grupo de ligação e são herdados em conjunto, afetando de alguma forma os diferentes caracteres controlados por estes genes ligados.

TABELA 3 – Correlações genéticas ( $r_g$ ) e fenotípicas ( $r_F$ ) entre os caracteres DAP, altura e volume real em progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis*, em Assis, SP.

Caracteres	$\hat{r}_g$	$\hat{r}_F$
DAP x Altura	0,71**	0,59**
DAP x Volume	0,98**	0,97**
Altura x Volume	0,89**	0,66**

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

### 3.4 Variação Genética e Coeficientes de Herdabilidade

O coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) foi alto para os caracteres DAP (5,8%) e volume (13,1%) e relativamente baixo para altura de plantas (2,6%) (TABELA 4). Contudo, todos os valores estimados foram maiores do que a média calculada para diferentes espécies, idades e populações de *Pinus* testados no Brasil. Na TABELA 5 são apresentados resultados das estimativas do coeficiente de variação genético e das herdabilidades em nível de plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ), média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ) e dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ) para espécies do gênero *Pinus* testadas no Brasil. O coeficiente  $CV_g$  tem variado entre espécies, idades e populações para DAP de 0,6 a 8,7% (média de 3,7%), para altura de 0,8 a 4,6% (média de 2,1%) e para volume de 1,3 a 10,5% (média de 6,6%). Os valores estimados neste trabalho foram maiores do que a média das espécies apresentadas na TABELA 5, indicando que a presente população tem alta variação genética e, portanto, alto potencial para a seleção. Esse resultado é confirmado pela estimativa de valores maiores do coeficiente de variação genética aditiva ( $CV_A$ ) para os caracteres, que se refere à parte da variação genética que é transmitida para a próxima geração (TABELA 4).

O padrão de variação genético detectado para os caracteres indica maior expressão da variação genética para o volume, seguido do DAP e por último da altura de plantas. Esse é exatamente o mesmo padrão observado para a média de diferentes espécies arbóreas (TABELA 5), e indica que maiores ganhos genéticos podem ser obtidos pela seleção do volume, seguido do DAP e altura de plantas.

Os coeficientes de herdabilidade foram estimados para dois cenários diferentes, assumindo que o sistema de reprodução da espécie é misto (Matheson *et al.*, 1989; Zheng & Ennos, 1997), e assumindo que as progênies são meios-irmãos verdadeiros, originados de populações sem endogamia e parentesco (TABELA 4). Assumir que as progênies foram originadas por um sistema misto de reprodução gerou menores valores de herdabilidade em nível de plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ) e dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ), em relação ao modelo que assume progênies de meios-irmãos. Como estimativas da taxa de cruzamento em populações de *P. caribaea* var. *bahamensis* têm indicado a espécie como de sistema misto de reprodução (Matheson *et al.*, 1989; Zheng & Ennos, 1997), os presentes resultados mostram que assumir progênies de polinização aberta da espécie como verdadeiros meios-irmãos gera superestimativas na variância genética aditiva e coeficientes de herdabilidade.

TABELA 4 – Estimativa de parâmetros genéticos para os caracteres DAP, altura e volume real (Vol) em progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis*, em Assis, SP.

Parâmetros	Sistema misto			Meios-irmãos		
	DAP	Altura	Vol	DAP	Altura	Vol
Coeficiente de variação genética – $CV_g$ (%)	5,8	2,6	13,1	5,8	2,6	13,1
Coeficiente de variação genética aditiva – $CV_A$ (%)	10,2	4,5	23,0	11,6	5,1	26,3
Herdabilidade individual – $\hat{h}_i^2$	0,26	0,26	0,25	0,34	0,34	0,32
Herdabilidade entre progênies – $\hat{h}_m^2$	0,62	0,56	0,61	0,62	0,56	0,61
Herdabilidade dentro de progênies – $\hat{h}_d^2$	0,19	0,20	0,18	0,26	0,29	0,24

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 de idade em Assis-SP.

TABELA 5 – Estimativas dos coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ), média de progênies ( $h_m^2$ ) e dentro de progênies ( $h_d^2$ ) para DAP e altura em testes de procedências e progênies de algumas espécies de *Pinus*, no Estado de São Paulo.

Caráter/Espécie	Idade (anos)	$CV_g$ (%)	$\hat{h}_i^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$	Autor
<b>DAP</b>						
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	2	2,4	0,30	0,62	0,28	Sebbenn <i>et al.</i> (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	5	6,6	0,50	0,70	0,45	Gurgel Garrido <i>et al.</i> (1996)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	5	1,9	0,28	0,54	0,24	Sebbenn <i>et al.</i> (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	13	5,6	0,20	0,56	–	Missio <i>et al.</i> (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	15	4,6	0,19	0,56	0,14	Sebbenn <i>et al.</i> (2008a)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	22	2,8	0,06	0,27	0,04	Freitas <i>et al.</i> (2005)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	4	3,4	0,16	0,42	0,13	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	4	5,5	0,41	0,67	0,37	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	4	4,0	0,21	0,50	0,18	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	2,4	0,08	0,33	0,07	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	3,7	0,22	0,57	0,18	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	3,8	0,22	0,54	0,19	Romanelli & Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	25	8,7	0,46	0,76	0,36	Sebbenn <i>et al.</i> (2008b)
<i>P. maximinoi</i>	11	1,5	0,04	0,40	0,03	Ettori <i>et al.</i> (2004)
<i>P. tecunumanii</i>	7	0,6	0,03	0,22	0,02	Sebbenn <i>et al.</i> (1995)
<i>P. patula</i> ssp. <i>tecunumanii</i>	14	1,9	0,02	0,11	0,01	Sebbenn <i>et al.</i> (2005)
<b>Média</b>	–	<b>3,7</b>	<b>0,21</b>	<b>0,49</b>	<b>0,18</b>	
<b>Altura</b>						
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	2	1,8	0,26	0,54	0,25	Sebbenn <i>et al.</i> (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	5	1,1	0,22	0,54	0,18	Sebbenn <i>et al.</i> (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	5	3,7	0,29	0,70	0,32	Gurgel Garrido <i>et al.</i> (1996)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	13	2,0	0,12	0,41	–	Missio <i>et al.</i> (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	15	1,7	0,07	0,24	0,08	Sebbenn <i>et al.</i> (2008a)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	22	1,9	0,11	0,45	0,09	Freitas <i>et al.</i> (2005)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	25	4,6	0,44	0,68	0,38	Sebbenn <i>et al.</i> (2008b)
<i>P. maximinoi</i>	11	1,7	0,03	0,23	0,03	Ettori <i>et al.</i> (2004)
<i>P. tecunumanii</i>	7	0,8	0,19	0,55	0,18	Sebbenn <i>et al.</i> (2005)
<i>P. patula</i> ssp. <i>tecunumanii</i>	14	1,5	0,05	0,22	0,01	Sebbenn <i>et al.</i> (2005)
<b>Média</b>	–	<b>2,1</b>	<b>0,18</b>	<b>0,46</b>	<b>0,17</b>	
<b>Volume</b>						
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	5	4,3	0,21	0,54	0,19	Sebbenn <i>et al.</i> (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	13	10,5	0,21	0,56	–	Missio <i>et al.</i> (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	15	10,1	0,17	0,53	0,13	Sebbenn <i>et al.</i> (2008a)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	22	6,8	0,09	0,40	0,07	Freitas <i>et al.</i> (2005)
<i>P. tecunumanii</i>	7	1,3	0,05	0,17	0,05	Sebbenn <i>et al.</i> (2005)
<b>Média</b>	–	<b>6,6</b>	<b>0,15</b>	<b>0,44</b>	<b>0,11</b>	

As superestimativas nos coeficientes  $\hat{h}_i^2$  e  $\hat{h}_d^2$  foram de 23% e 31%, respectivamente, sendo consideradas altas. Conseqüentemente, como os cálculos dos ganhos esperados na seleção dependem da estimativa de coeficiente de herdabilidade, as superestimativas nos coeficientes de herdabilidade também geram superestimativas nos ganhos esperados com a seleção. Por isso, os ganhos genéticos foram estimados apenas para o caso em que as progênies foram consideradas como originárias de um sistema misto de reprodução, combinando cruzamento, autofecundações e cruzamentos correlacionados, sendo as progênies compostas por misturas de meios-irmãos, irmãos-completos, irmãos de autofecundação e irmãos de autofecundação e cruzamento. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies não foi afetado porque depende só da variância entre progênies.

Todos os caracteres apresentaram valores de herdabilidades em nível de plantas individuais, média de progênies e dentro de progênies superiores à média estimada para espécies de *Pinus* testadas no Brasil (TABELA 5), indicando que parte substancial da variação fenotípica é de origem genética. Esse fato demonstra que existe um forte controle genético nos caracteres e que a população tem alto potencial para a capitalização de ganhos genéticos pela seleção massal no ensaio, entre média de progênies e dentro de progênies. Este ensaio foi previamente avaliado aos cinco anos de idade, e as herdabilidades foram estimadas assumindo que as progênies eram de meios-irmãos (Gurgel Garrido *et al.*, 1996). Comparando as herdabilidades estimadas no presente ensaio e também assumindo progênies de meios-irmãos (DAP:  $\hat{h}_i^2 = 0,34$ ,  $\hat{h}_m^2 = 0,62$  e  $\hat{h}_d^2 = 0,27$ ; altura:  $\hat{h}_i^2 = 0,34$ ,  $\hat{h}_m^2 = 0,56$  e  $\hat{h}_d^2 = 0,29$ ), com as previamente reportadas para o DAP ( $\hat{h}_i^2 = 0,50$ ,  $\hat{h}_m^2 = 0,70$  e  $\hat{h}_d^2 = 0,45$ ) e altura ( $\hat{h}_i^2 = 0,29$ ,  $\hat{h}_m^2 = 0,70$  e  $\hat{h}_d^2 = 0,32$ ) aos cinco anos de idade (Gurgel Garrido *et al.*, 1996), verifica-se que ocorreu uma tendência de redução nestes coeficientes com o crescimento das árvores, sugerindo que o controle genético dos caracteres foi maior aos cinco anos do que aos 20 anos,

e que possivelmente, a seleção fosse mais eficiente aos cinco anos de idade. Contudo, talvez as plantas selecionadas aos 5 anos não seriam as mesmas daquelas selecionadas aos 20 anos, visto que as melhores árvores aos 5 anos poderiam perder expressão em idade mais avançada, devido à interação anos x idade.

### 3.5 Resposta a Seleção

Como previsto pelo alto coeficiente de variação genética entre progênies, coeficiente de variação genética aditivo e pelos coeficientes de herdabilidades, os resultados dos ganhos esperados com a seleção foram altos (TABELA 6), em especial para os caracteres DAP (10,6%) e volume real (23,5%). Ressalta-se que tais ganhos são esperados para plantios com 20 anos de idade, realizados com sementes coletadas no teste de progênies após a seleção e implantados em ambientes com características ambientais semelhantes as da Floresta Estadual de Assis. Tais ganhos foram preditos com base na seleção de aproximadamente 33% das 89 progênies (29 progênies superiores) e de duas árvores de cada progênie selecionada. O tamanho final da população de recombinação seria de 58 plantas.

Assumindo um coeficiente médio de coancestria dentro de progênies de 0,169 ( $\hat{\Theta}_{xy} = \hat{r}_{xy} / 2 = 0,338 / 2$ ; assumindo ausência de endogamia na geração parental,  $\hat{F}_p = 0$ ), estimou-se um coeficiente médio de coancestria na população de recombinação (teste de progênies após a seleção) de 0,0115. Esse valor representa a endogamia que poderia ser gerada por cruzamentos aleatórios nas sementes coletadas no teste de progênies após a seleção, visto que a endogamia em uma geração é igual a coancestria entre os parentais. Portanto, se os cruzamentos forem perfeitamente aleatórios no teste após a seleção, pode-se esperar uma taxa de endogamia de apenas 1,15%. Contudo, cruzamentos aleatórios não são a regra em populações de espécies arbóreas, e é possível que ocorram alguns cruzamentos entre parentes, mais freqüentes do que o esperado (Sebbenn, 2003), de forma que a endogamia possa ser pouco superior à predita por cruzamentos aleatórios.

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 de idade em Assis-SP.

TABELA 6 – Resposta da seleção [ $\hat{R}s$  (%)] para DAP, altura e volume real (Vol) em 89 progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis*, aos 20 anos de idade em Assis, São Paulo.

Parâmetro	DAP (cm)	Altura (m)	Vol (m <sup>3</sup> /árvore)
Média da população: $\bar{X}_{\text{População}}$	28,39	21,02	0,664
Média da população selecionada: $\bar{X}_{\text{Selecionada}}$	38,55	22,72	1,257
Ganho na seleção: $\hat{R}s$	3,02	0,97	0,156
Média da população melhorada: $\bar{X}_{\text{Melhorada}} = \bar{X}_{\text{População}} + \hat{R}s$	31,41	21,99	0,840
Ganhos esperados com a seleção: $\hat{R}s$ (%)	10,6	4,6	23,5

Seleção de 33% ( $i = 1,0974$ ) das progênies (1:3) e 6,7% ( $i = 1,83$ ) das melhores plantas das melhores progênies (2:30).

Finalmente, do coeficiente médio de coancestria estimado após a seleção, estimou-se o tamanho efetivo ( $N_e$ ) para a população de recombinação de 44 árvores, ou seja, as 58 árvores selecionadas nas 29 melhores progênies correspondem a 44 árvores não aparentadas e endogâmicas. Isso significa uma relação entre o tamanho efetivo e o número senso de 0,76 ( $N_e/n$ ). A menor relação  $N_e/n$  da unidade (1,0) ocorreu devido à presença de genes idênticos por descendência na população selecionada, que no caso foi estimada em 16,9% entre irmãos da mesma progênie e de 0,0115 na população como um todo (considerando as 29 progênies e as duas plantas selecionadas de cada progênie). Essa relação poderia ser aproximada de um (1,0), pela seleção de apenas uma planta de cada progênie, mas neste caso, o tamanho da população e o tamanho efetivo seriam reduzidos para 29. Dessa forma, as 29 plantas da população de recombinação representariam 29 árvores não aparentadas e endogâmicas. Considerando, a drástica redução no tamanho efetivo final da população (redução no tamanho efetivo de 44 para 29), caso apenas uma planta de cada progênie fosse selecionada, aqui se advoga a seleção das 29 melhores progênies, seguida da seleção das duas melhores árvores dentro das progênies selecionadas, como uma estratégia mais adequada de seleção para produção

de sementes melhoradas para caracteres de crescimento de *P. caribaea* var. *bahamensis*, para plantios comerciais na região de Assis.

#### 4 CONCLUSÕES

1. Existem diferenças significativas entre progênies para os caracteres DAP, altura e volume real.
2. O crescimento médio das progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis* foi inferior ao das testemunhas da mesma espécie e de *P. caribaea* var. *hondurensis*.
3. As correlações fenotípicas e genéticas foram positivas, altas e significativas entre os caracteres DAP, altura e volume, o que permite a seleção indireta em um caráter com a seleção direta em outro.
4. As altas variações genéticas e coeficientes de herdabilidade para os caracteres possibilita o melhoramento genético da população a partir da seleção massal, entre progênies e dentro de progênies.
5. As estimativas da resposta esperada na seleção evidencia a possibilidade de progressos genéticos substanciais pela seleção para os caracteres DAP, altura e volume.

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênie de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 de idade em Assis-SP.

## 5 AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos aos estudantes de Engenharia Florestal Rafael Alexandre Silvestre, Samuel Carloni e Vagner Aparecido Garosi, pela mensuração do experimento e digitação dos dados. O autor Alexandre Magno Sebbenn agradece ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia - CNPq pela concessão da bolsa de produtividade em pesquisa. Os autores também agradecem aos dois revisores anônimos pelas sugestões e correções em uma prévia versão do manuscrito e à Assistente de Pesquisa Científica e Tecnológica Yara Cristina Marcondes pela revisão gramatical do artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETT, W. H. G.; GOLFARI, L. Descripción de las nuevas variedades del "Pino del Caribe". **Caribbean Forester**, Rio Piedras, v. 23, p. 59-71, 1962.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.
- ETTORI, L. C.; SATO, A. S.; SHIMIZU, J. Y. Variação genética em procedências e progênie mexicanas de *Pinus maximinoi*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2004.
- FREITAS, M. L. M. *et al.* Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos na seleção em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 22 anos de idade. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 103-111, 2005.
- GURGEL GARRIDO, L. M. A.; ROMANELLI, R. C.; GARRIDO, M. A. O. Variabilidade genética de produção de resina, DAP e altura em *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis*. **Barr. et. Golf. Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 8, p. 89-98, 1996.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Variação genética em progênie e procedências de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis*. **Barr. et. Golf.** para a produção de resina e característica de crescimento. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, p. 105-121, 1999.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468 p.
- KANG, K. S. *et al.* Predict drop in gene diversity over generations in the population where the fertility varies among individuals. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 50, p. 200-205, 2001.
- LINDGREN, D.; GEA, L.; JEFFERSON, P. Loss of genetic diversity by status number. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 45, p. 52-59, 1996.
- MATHESON, A. C.; BELL, J. C.; BARNES, R. D. Breeding system and genetic structure in some Central American pine populations. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 38, p. 107-113, 1989.
- MISSIO, R. F. *et al.* Seleção simultânea de caracteres em progênie de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 161-166, 2004.
- NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington, D.C.: Forest Service, 1979. 342 p. (Technical Bulletin, 1588).
- RITLAND, K. Correlated matings in the partial selfer *Mimulus guttatus*. **Evolution**, San Francisco, v. 43, p. 848-859, 1989.
- ROMANELLI, R. C.; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos e ganhos na seleção para produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii*, no Sul do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 11-23, 2004.
- S.A.S. INSTITUTE INC. **SAS procedures guide. Version 8 (TSMO)**. Cary, 1999. 454 p.
- SANTOS, P. E. T.; MARTINI, S. L.; SANTOS, M. M. F. B. **Centro de conservação genética e melhoramento de pinheiros tropicais**. Piracicaba: IPEF, 1988. 5 p. (Circular Técnica, 161).
- SEBBENN, A. M. Tamanho amostral para conservação *ex situ* de espécies arbóreas com sistema misto de reprodução. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 109-124, 2003.
- \_\_\_\_\_. Variação genética em progênie de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et. Gol. na Região de Bebedouro, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 6, p. 63-73, 1994.

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 de idade em Assis-SP.

SEBBENN, A. M. *et al.* Teste de progênes de polinização livre de *Pinus tecunumanii* (Eq. et Per.) Styles de San Rafael del Norte, na Região de São Simão, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 241-251, 1995.

\_\_\_\_\_. Variação genética em procedências e progênes de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* no noroeste do Estado de São. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2005.

\_\_\_\_\_. Genetic variation in an international provenance-progeny test of *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol., in São Paulo, Brazil. **Silvae Genetica**, Frankfurt, 2008a. (no prelo).

SEBBENN, A. M.; VILAS BOAS, O.; MAX, J. C. M. Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* aos 25 anos de idade em Assis-SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 95-102, 2008b.

ZHENG, Y. O.; ENNOS, R.; WANG, H. R. Provenance variation and genetic parameters in a trial of *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* and Golf. **Forest Genetics**, Zvolen, v. 1, p. 165-174, 1994.

ZHENG, Y. O.; ENNOS, R. Changes in mating system of populations of *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* under domestications. **Forest Genetics**, Zvolen v. 4, p. 209-215, 1997.

\_\_\_\_\_. Genetic variability and structure of natural and domesticated populations of caribaeian pine (*Pinus caribaea* Morelet). **Theor. Appl. Genet.**, Berlin, v. 98, p. 765-771, 1999.



# COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE VEGETAL EM REGENERAÇÃO SOB PLANTIOS DE *Pinus* spp. (PINACEAE) EM RIO CLARO, SP\*

Fábio Vicentin DINIZ\*\*  
Reinaldo MONTEIRO\*\*

## RESUMO

Florestas plantadas com espécies exóticas são freqüentemente consideradas como ambientes de baixa diversidade. No entanto, estudos recentes têm mostrado que isso não é verdadeiro. No presente estudo procurou-se analisar a composição florística e a estrutura das comunidades vegetais em regeneração sob plantios de *Pinus*. Para tanto, foram instaladas 48 parcelas de 10 x 10 m distribuídas em duas diferentes áreas de plantio com *Pinus* na Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade” - FEENA, município de Rio Claro, SP. Todos os indivíduos com 10 cm ou mais de perímetro do tronco no nível do solo - PAS foram incluídos na amostragem. Foram calculados os parâmetros fitossociológicos e a estratificação vertical das comunidades vegetais amostradas, bem como as similaridades florísticas e estruturais com outras comunidades regenerantes estudadas na FEENA. As comunidades vegetais estudadas mostraram uma alta riqueza de espécies para uma área com plantio silvicultural, porém com baixa diversidade, uma vez que foram poucas as espécies dominantes e muitas as espécies raras amostradas. O estudo de similaridade florística indicou baixa similaridade entre os talhões estudados e as demais áreas estudadas na FEENA. A grande maioria dos indivíduos amostrados encontra-se nos estratos mais inferiores da regeneração, sendo raros os que se aproximam do dossel e nenhum emergente. Por fim, o estudo serviu de subsídio para mostrar a utilização de espécies de *Pinus* como pioneiras no processo de recuperação de áreas degradadas, uma vez que é possível, a longo prazo, o desenvolvimento de comunidades vegetais relativamente diversificadas no sub-bosque de florestas plantadas com estas espécies.

Palavras-chave: fitossociologia, sub-bosque, regeneração, *Pinus* spp.

## ABSTRACT

Understorey of forests planted with exotic species has been taken as a low diversity environment, but some recent papers have shown a different scenario. This paper brings an analysis of the floristic composition and the structure of plant communities growing as regeneration under *Pinus* spp. stands. The survey comprised 48 plots (10 x 10 m) distributed in two areas with *Pinus* in the State Forest “Edmundo Navarro de Andrade - FEENA”, in the municipality of Rio Claro, state of São Paulo, Brazil. The sampling included all individuals with the minimum of 10 cm of trunk perimeter at the ground level, for which taxonomic identification was obtained. The standard population parameters and the vertical stratification were calculated. Both stands were compared to all other available studies for the FEENA, whether they included *Pinus* or *Eucalyptus* spp. understorey. The results show a high species richness in the studied areas, although with low diversity due to very few dominant species and many rare taxa. Low similarity indexes were obtained in the comparisons between the stands and all other areas in the FEENA. The structural analysis shows a community with the majority of individuals found in the lowest strata and very few close to the canopy, and none emergent. The results also show that *Pinus* spp. can be used as successional pioneers in the recovery of degraded areas because, with a proper management, a rich understorey community can fully develop.

Key words: phytosociology, regeneration, understorey, *Pinus* spp.

(\*) Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas. Aceito para publicação em julho de 2008.

(\*\*) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Av. 24A, 1515, Bela Vista, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil. E-mails: fabio\_unesprc@yahoo.com.br; reimonte@rc.unesp.br

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das alternativas para minimizar o impacto do extrativismo florestal provocado pelo homem foi a implementação de plantações florestais com o propósito de fornecer madeira para fins industriais, incluindo a geração de energia. De acordo com Lima (1996), de 1970 a 1996 a taxa de áreas novas reflorestadas no mundo atingiu mais de um milhão de hectares por ano. Porém, essa taxa ainda é cerca de um décimo da taxa de desmatamento das florestas tropicais. Ainda assim, Reis (2004) evidencia a importância que as plantações florestais têm como instrumento na preservação de florestas naturais e na captura de carbono atmosférico. Segundo a autora, Brasil, China e Índia possuem 64% da área total mundial de plantações florestais, o que equivale a cerca de 17 milhões de hectares. Só o Brasil possui cerca de três milhões de hectares destinados à silvicultura (aproximadamente 0,6% do território brasileiro), principalmente com o plantio de espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*.

Esses dois gêneros constituem um grupo de essências florestais exóticas que se aclimatou muito bem às condições ambientais brasileiras, destacando-se sobre as espécies nativas (em sua grande maioria) por possuírem rápido crescimento e produção de madeira em curto prazo, atendendo perfeitamente às demandas por este tipo de matéria-prima. No entanto, muitos ambientalistas alertam para o fato de que, apesar de evitar que florestas nativas sejam derrubadas, a utilização de essências exóticas em reflorestamento provoca um outro tipo de problema ambiental, denominado “deserto verde” (Lima, 1996). Por serem espécies de rápido crescimento, a competição por recursos naturais (como água e luz, p.e.) permite que o desenvolvimento das espécies nativas no mesmo local dos plantios seja prejudicado, uma vez que se observa baixa densidade e baixa diversidade de espécies do sub-bosque, se comparada à regeneração natural ou regeneração com plantio de nativas (Durigan *et al.*, 2004a).

Segundo Lima (1996), uma vez que pode existir uma significativa interação espécie-solo, a introdução de uma dada espécie pode modificar a flora local, como resultado de modificações nas condições microbiológicas do solo. Visto isso, é esperado que todos os plantios florestais com espécies exóticas de rápido crescimento, principalmente *Eucalyptus* e *Pinus*, tenham um sub-bosque com diversidade de espécies bem mais reduzida que a mata original.

Esse ponto de vista também é abordado por D’Antonio & Meyerson (2002). Para essas autoras, como as espécies exóticas não estavam presentes na área antes da perturbação, a sua presença após o distúrbio pode promover efeitos ou alterações no processo sucessional da regeneração.

Outro problema também atribuído à utilização das espécies exóticas é a contaminação biológica. Segundo muitos autores, a utilização de espécies exóticas pode desencadear um processo de invasão e contaminação biológica, caracterizado principalmente pela ocupação de nichos vagos preenchidos, antes do distúrbio, por espécies nativas. Hoje, a contaminação biológica por espécies exóticas invasoras é a segunda maior causa de extinção de espécies nativas, atrás somente da degradação dos habitats naturais (Rejmánek, 1996; Richardson, 1999). De acordo com Ziller (2000), além de diversas espécies de *Eucalyptus*, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* são hoje as espécies de plantas exóticas com maior potencial invasivo no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste.

D’Antonio & Meyerson (2002), porém, afirmam, ainda assim, que as espécies exóticas invasoras podem desempenhar um papel importante no processo de restauração de áreas degradadas. Segundo as autoras, a presença ou dominância dessas espécies pode ser parte da condição necessária para o aumento da taxa de regeneração. Essas espécies exóticas podem ser o início do processo de recolonização das áreas afetadas, sendo utilizadas, inclusive, para restaurar funções particulares devido à ausência das espécies nativas, como a rápida cobertura do solo, por exemplo.

Estudos recentes demonstraram que, ao invés de reduzir a diversidade local, as espécies exóticas utilizadas em reflorestamentos podem, quando manejadas corretamente, auxiliar a sucessão florestal, criando condições para o estabelecimento de espécies nativas no sub-bosque (Silveira & Durigan, 2004). Lima (1996) esclarece que se o plantio permanecer por longo período de tempo, até mesmo o ecossistema original pode, eventualmente, se estabelecer sob a floresta plantada. Sendo assim, o uso de *Pinus* e *Eucalyptus* passa a ser visto, também, como alternativa para promover a rápida cobertura vegetal, auxiliando na recuperação de áreas degradadas, principalmente quando na ausência de manejo silvicultural na área ou qualquer outro distúrbio, como o fogo, por exemplo (Silveira & Durigan, 2004).

Essa alternativa, segundo Aubert & Oliveira-Filho (1994), contribui substancialmente para o aumento da diversidade local e conseqüente equilíbrio ecológico nessas áreas de plantio com espécies florestais exóticas. O avanço da sucessão e o aumento da densidade das espécies nativas promovem não só o aumento da diversidade de espécies vegetais, mas também maior variedade de recursos, possibilitando novas estratégias de exploração do ambiente e, conseqüentemente, elevando a diversidade de fauna local (Neri *et al.*, 2005).

O baixo custo de manutenção exigido por esses plantios também é um fator a favor da utilização dessas espécies para a recuperação de áreas degradadas. Plantas nativas, em sua maioria, crescem lentamente se comparadas às espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*, e exigem cuidados por tempo muito longo, o que muitas vezes não ocorre, resultando em fracassos deste sistema de plantios de restauração (Durigan *et al.*, 2004a).

Estudos de regeneração natural no sub-bosque de plantios silviculturais com espécies exóticas foram realizados por diversos autores. Silveira & Durigan (2004), Durigan *et al.* (2004a) e Durigan *et al.* (2004b), em pesquisas com recuperação de áreas degradadas no oeste paulista, estudaram o sub-bosque formado sob o plantio de *Pinus elliottii* Engel. e *Pinus caribaea* Morelet. Aubert & Oliveira-Filho (1994) estudaram a estrutura e a composição do sub-bosque que se desenvolveu tanto sob o plantio de *Eucalyptus* spp. quanto de *Pinus* spp. em Lavras (MG). Paschoal (2004) avaliou a possível interação existente entre os elementos que constituem o mosaico da paisagem e sua influência na dinâmica de regeneração das comunidades vegetais em áreas anteriormente exploradas pela silvicultura em Agudos (SP). Estudos desse tipo são também particularmente comuns na FEENA (Schlittler, 1984; Amaral, 1988; Talora, 1992; Takahasi, 1992; Moura, 1998; Socolowski, 2000; Leite, 2002; Anselmo, 2003; Corrêa, 2004; Nishio, 2004). No entanto, todos esses estudos foram realizados em sub-bosque de *Eucalyptus*, sendo que nenhum estudo com sub-bosque de *Pinus* foi realizado até então na referida Unidade de Conservação.

O presente estudo teve como objetivo principal analisar a composição florística e a estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios mistos de *Pinus* com a finalidade de proporcionar conhecimento mais detalhado da comunidade em regeneração sob as árvores de *Pinus* plantadas.

Procurou-se verificar, ainda, se nessas comunidades em regeneração ocorrem espécies típicas da região, provavelmente provenientes de fragmentos de mata próximos da UC ou de talhões próximos à área de estudo, através de análises de similaridade florística. Por fim, procurou-se avaliar também a estrutura vertical da comunidade vegetal estudada.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade” - FEENA, situada ao leste da área urbana do município de Rio Claro (SP), localizada entre os paralelos 22° 36' e 22° 16' de latitude sul e entre os meridianos 47° 36' e 47° 26' de longitude oeste, a 120 km ao norte do trópico de Capricórnio e cerca de 180 km da capital (Takahasi, 1992). O município de Rio Claro situa-se na média Depressão Periférica Paulista, próximo à linha de Cuestas que delimita as bordas do Planalto Ocidental. O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico, de inverno seco e verão chuvoso, com temperaturas médias anuais de 29 °C (Troppmair, 2001).

A área de estudo corresponde a dois antigos talhões de plantio de diversas espécies de *Pinus* (talhão 91D e talhão 92), ambos localizados na zona norte da Floresta e plantados, respectivamente, há 49 e 41 anos (FIGURA 1). O talhão 91D possui área de 6,78 hectares, com plantio em linhas de diversas espécies de *Pinus*. Não há informações acerca de quais espécies de *Pinus* foram plantadas originalmente nesse talhão. O tipo de solo predominante é Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico, sendo que algumas áreas do talhão estão inseridas em gleissolo, uma vez que um córrego intermitente passa pela área do talhão (FIGURA 2). Sendo assim, o sub-bosque em regeneração sob o plantio de *Pinus* atua como uma mata ciliar a esse corpo d'água.

O talhão 92 possui área de 7,40 hectares, dos quais 4,02 hectares são de plantios de coníferas e o restante é uma área de regeneração com fisionomia de cerrado. Situa-se sobre depósitos aluvionares, com solo classificado como Neossolo Quartzarênico (FIGURA 2). Segundo dados de inventários florestais da Ferrovia Paulista S.A. - FEPASA, os plantios nesse talhão foram feitos em quadras experimentais e, até o momento, dados completos quanto às características dos plantios em cada quadra não foram encontrados na Unidade.

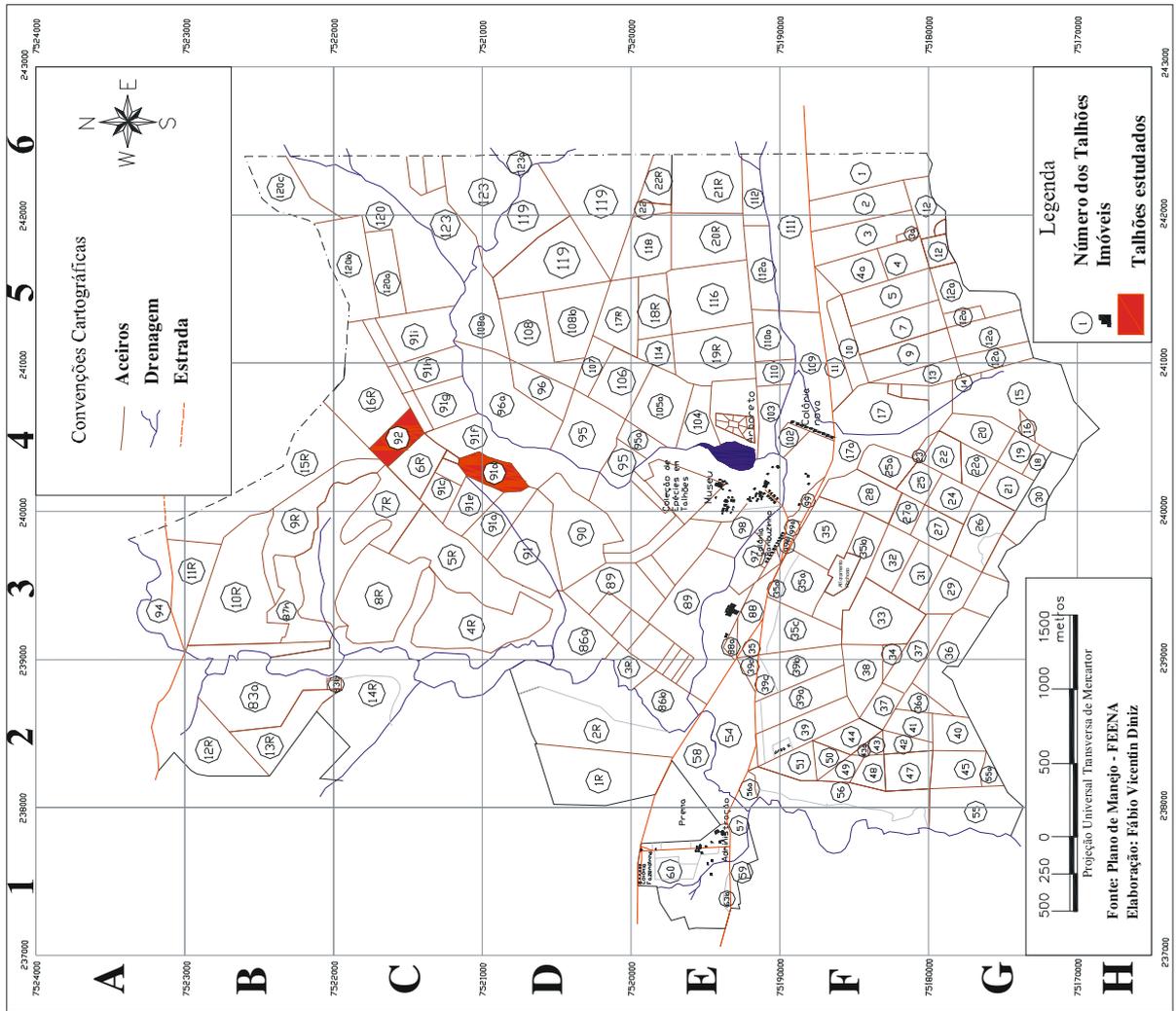


FIGURA 1 – Localização dos talhões 91D e 92 na área da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), Rio Claro, SP.

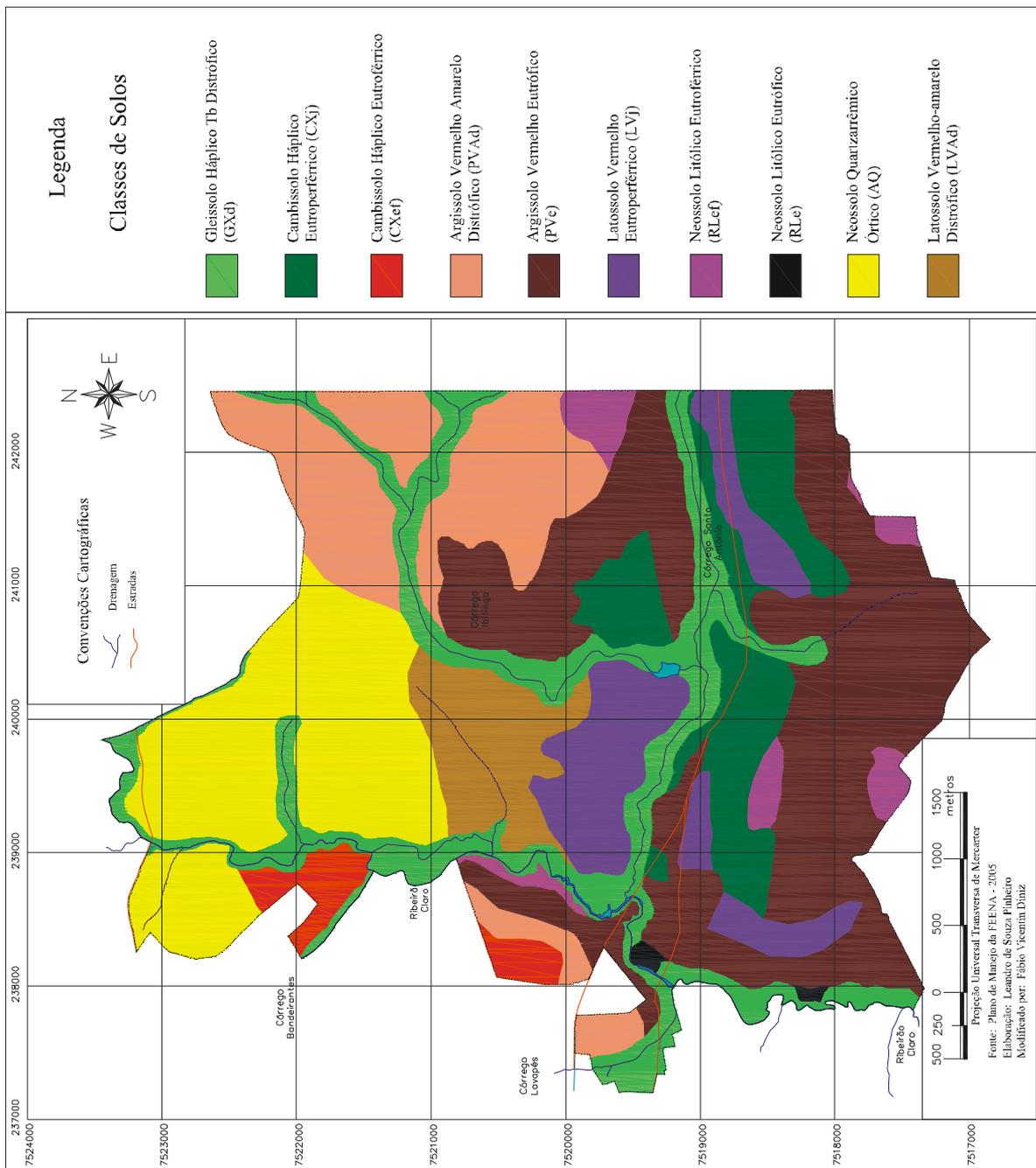


FIGURA 2 – Mapa de solos da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), Rio Claro, SP. Fonte: Plano de Manejo da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (2006).

Para este estudo, foram instaladas, em ambos os talhões, parcelas múltiplas contínuas (Daubenmire *apud* Martins, 1991) de 10 x 10 m, delimitadas utilizando-se estacas de madeira e barbante. No talhão 91D foram instaladas 28 parcelas e no talhão 92 instalaram-se 20 parcelas (uma amostragem aproximada de 5% da área de cada talhão).

Todos os indivíduos dentro das parcelas, com perímetro do tronco no nível do solo - PAS igual ou maior que 10 cm e altura total igual ou maior que 1,30 m, foram demarcados com plaquetas numeradas, identificados (em campo ou através da coleta de material para comparação com o acervo do *Herbarium* Rioclarense - HBRC) e tiveram a altura estimada e o PAS medido. A identificação das plantas seguiu a classificação proposta pelo Angiosperm Phylogeny Group II (Souza & Lorenzi, 2005). Materiais coletados com flores e frutos foram prensados e incluídos no acervo do HRCB. Os indivíduos de *Pinus* pertencentes aos plantios foram amostrados somente para determinação da densidade atual em que o plantio se encontra. Os valores de área basal para esses indivíduos de *Pinus* também foram calculados.

Os valores de altura e o PAS foram incluídos no programa Fitopac 1 (Shepherd, 1995) para que fosse calculada a estrutura horizontal das comunidades amostradas. O programa também forneceu os índices de Shannon-Weaver (H') para cada talhão estudado.

O programa BioEstat 3.0 (Ayres *et al.*, 2003) foi utilizado para analisar a estrutura vertical das fitocenoses estudadas e também para aplicar testes de análise de variância (teste *t*) entre os valores de densidade e área basal por hectare dos talhões 91D e 92 e outras áreas estudadas na FEENA. O índice de Sørensen (Ss) foi calculado para analisar a similaridade florística entre os talhões 91D e 92 e as demais áreas já estudadas dentro da FEENA. Optou-se pela utilização do índice de Sørensen por este não se limitar apenas à presença/ausência das espécies em comum entre as áreas, levando em consideração, também, as espécies exclusivas de cada comunidade vegetal analisada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados, em ambos os talhões, 1.088 indivíduos, pertencentes a 96 espécies, de 38 famílias diferentes (TABELA 1). No talhão 91D foram 732 indivíduos vivos identificados, pertencendo a 70 espécies, de 31 famílias. Dois indivíduos não foram identificados e, portanto, foram agrupados em uma categoria equivalente à família denominada **Indeterminadas**. Para o talhão 92 foram 351 indivíduos vivos identificados, pertencendo a 48 espécies, de 30 famílias. Três indivíduos não identificados foram também agrupados na categoria **Indeterminadas**.

TABELA 1 – Lista das famílias e espécies levantadas nos talhões 91D e 92 da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), Rio Claro, SP, seus respectivos nomes populares (Fontes: Lorenzi, 2002a; Lorenzi, 2002b) e ocorrência nas áreas estudadas.

Espécie/Família	Bioma de ocorrência	T 91D	T 92
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	gonçalo-alves	X	X
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	peito-de-pombo	X	X
<b>ANNONACEAE</b>			
<i>Duguetia lanceolata</i> A. St.-Hil.	pindaíva	X	
<i>Guatteria latifolia</i> (Mart.) R. E. Fries	–	X	
<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.	pindaíva-preta	X	X
<i>Rollinia emarginata</i> Schldl.	araticum		X
<b>ARALIACEAE</b>			
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Froein.	mandiocão, morototoni		X
<i>Schefflera</i> sp.	mandioqueiro	X	

continua

## continuação – TABELA 1

Espécie/Família	Bioma de ocorrência	T 91D	T 92
<b>ASTERACEAE</b>			
<i>Asteraceae</i> 1	–	X	
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	candeia		X
<i>Vernonia diffusa</i> Less.	casca-preta	X	X
<b>BIGNONIACEAE</b>			
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	caroba-de-flor-verde	X	
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	ipê-amarelo-cascudo		X
<b>BORAGINACEAE</b>			
<i>Cordia axillaris</i> I. M. Johnst.	louro	X	
<b>BURSERACEAE</b>			
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	almecegueira-vermelha		X
<b>CANNABACEAE</b>			
<i>Celtis</i> sp.	–		X
<b>CELASTRACEAE</b>			
<i>Maytenus</i> sp.	–	X	
<b>COMBRETACEAE</b>			
<i>Terminalia</i> sp.	–		X
<b>EUPHORBIACEAE</b>			
<i>Alchornea iricurana</i> Casar.	tapiá	X	
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	tapiá-mirim	X	X
<i>Croton piptocalyx</i> Müell. Arg.	caixeta-mole	X	
<i>Croton salutaris</i> Casar.	sangue-de-drago	X	
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	pau-de-tamanco		X
<i>Pogonophora</i> sp.	–		X
<b>FABACEAE - CAESALPINOIDEAE</b>			
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	óleo-de-copaíba	X	X
<b>FABACEAE – FABOIDEAE</b>			
<i>Andira</i> sp.	–	X	
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemin ex Benth.	araribá	X	
<i>Machaerium acutifolium</i> Benth.	jacarandá-do-campo	X	X
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuva	X	X
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	jacarandá-paulista	X	X
<b>FABACEAE – MIMOSOIDEAE</b>			
<i>Inga bahiensis</i> Benth.	ingá	X	
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-feijão	X	
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	pau-jacaré		X
<b>SALICACEAE</b>			
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	cambroé	X	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga	X	X

continua

## continuação – TABELA 1

Espécie/Família	Bioma de ocorrência	T 91D	T 92
INDETERMINADAS			
Indeterminada 1	–	X	
Indeterminada 2	–	X	
Indeterminada 3	–		X
Indeterminada 4	–		X
Indeterminada 5	–		X
LACISTEMATACEAE			
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat.	–	X	
LAURACEAE			
<i>Cinnamomum selowianum</i> (Ness & Mart.) Kosterm.	canela-guaruva	X	
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	canela-fogo	X	
<i>Nectandra cissiflora</i> Ness	canela	X	
<i>Nectandra</i> sp.	canela	X	
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	canela-pimenta	X	X
MALPIGHIACEAE			
<i>Byrsonima</i> sp.	–	X	
<i>Malpighia glabra</i> L.	acerola	X	
MALVACEAE			
<i>Helicteris</i> sp.	–	X	
MELASTOMATACEAE			
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	–		X
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin.	–	X	
<i>Miconia</i> sp.	–		X
MELIACEAE			
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	X	
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	catiguá		X
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	baga-de-morcego, catiguá	X	
MONIMIACEAE			
<i>Mollinedia widgrenii</i> A. DC.	–	X	
MYRISTICACEAE			
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	ucuúba-vermelha	X	X
MYRSINACEAE			
<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.	pororoca	X	
<i>Rapanea gardneriana</i> Mez	capororoca-branca	X	
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.			X
<i>Rapanea umbellata</i> (Mart. ex A. DC.) Mez	tapororoca-açu	X	

continua

continuação – TABELA 1

Espécie/Família	Bioma de ocorrência	T 91D	T 92
<b>MYRTACEAE</b>			
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg.	sete-capotes		X
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook. f.	eucalipto-limão		X
<i>Eugenia florida</i> DC.	eugenia	X	X
<i>Eugenia moraviana</i> O. Berg.	–	X	
<i>Eugenia rostrifolia</i> Legrand.	–	X	X
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	camboizinho		X
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	cambuí-de-folha-fina	X	X
<i>Myrcia</i> sp.	–	X	
Myrtaceae 1	–	X	
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá-rosa	X	
<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	X	
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	jambeiro		X
<b>OCHNACEAE</b>			
<i>Ouratea castanaefolia</i> (DC.) Engl.	folha-de-castanha	X	X
<b>PHYLLANTHACEAE</b>			
<i>Savia dictyocarpa</i> Müell. Arg.	guaraiuva	X	
<b>PIPERACEAE</b>			
<i>Piper amalago</i> L.	–	X	
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	–	X	X
<b>RHAMNACEAE</b>			
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	saguaraji-amarelo	X	X
<b>RUBIACEAE</b>			
<i>Alibertia myrcifolia</i> (Spruce ex Schumann)	–	X	
<i>Psychotria hastisepala</i> Müll. Arg.	–	X	
<i>Psychotria cephalanta</i> (Müll. Arg.) Standl.	–	X	
<i>Tocoyena formosa</i> (Charm. & Schitdl.) K. Schum.	–	X	X
<b>RUTACEAE</b>			
<i>Citrus limon</i> Risso	limoeiro	X	
<i>Galipea jasminiflora</i> (A. St.-Hil.) Engl.	grumixara	X	
<i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	chupa-ferro	X	
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-porca	X	X
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	mamica-de-porca	X	
<b>SAPINDACEAE</b>			
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	fruta-de-jacu	X	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatã	X	X
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	–	X	
<i>Cupania</i> sp.	–		X
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	–		X

continua

## continuação – TABELA 1

Espécie/Família	Bioma de ocorrência	T 91D	T 92
SIPARUNACEAE			
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	siparuna	X	X
THYMELAEACEAE			
<i>Daphnopsis brasiliensis</i> Mart.	embira-branca		X
URTICACEAE			
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	embaúba-branca	X	X
VERBENACEAE			
<i>Aloysia</i> sp.	lixa		X
VOCHYSIACEAE			
<i>Vochysia</i> sp.	–	X	
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	pau-tucano		X

De todas as espécies encontradas, cinco são consideradas exóticas. São elas *Citrus limon*, *Eucalyptus citriodora*, *Malpighia glabra*, *Psidium guajava* e *Syzygium jambos*. Dentre essas, *C. limon*, *M. glabra*, *E. citriodora* e *S. jambos*, são espécies exóticas introduzidas no Brasil para fins alimentares e industriais. Tradicionalmente as espécies do gênero *Eucalyptus* e *S. jambos* são consideradas espécies invasoras de ecossistemas naturais no Brasil, sendo comumente encontradas em áreas muito alteradas. *P. guajava*, por sua vez, é um ponto de discussão entre os pesquisadores. É consenso que se trata de uma espécie com distribuição neotropical. No entanto, há divergências quanto sua origem. Estudos arqueológicos recentes indicam que o provável centro de origem da espécie seja o México (MacNeish, 1972; Bye, 1993; Marín & Zizumbo-Villarreal, 2004). Sendo assim, devido a sua ampla distribuição em quase todo território brasileiro, resultado da introdução para fins alimentares e da alta capacidade da espécie em se aclimatar as diferentes condições ambientais, ela foi incluída, pelo Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, na lista nacional de espécies exóticas invasoras no Brasil.

A família Myrtaceae é a mais representada no talhão 91D, possuindo o maior número de espécies (8), seguida por Euphorbiaceae, Rutaceae e Lauraceae, todas com 5 espécies cada.

No entanto, a família Piperaceae é a que possui o maior número de indivíduos amostrados nesse talhão, mesmo possuindo apenas duas espécies amostradas. Para o talhão 92, a família Myrtaceae também é a mais representada, com o maior número de espécies (7), seguida por Euphorbiaceae, Fabaceae (Faboideae) e Sapindaceae, todas com três espécies cada. Siparunaceae é a família com maior número de indivíduos amostrados nesse talhão, com uma única espécie.

Pela análise da TABELA 2 verifica-se que, para o talhão 91D, *Piper arboreum*, *Siparuna guianensis* e *Gutteria nigrescens* são as espécies mais dominantes, com 77,24% da dominância relativa (DoR) da regeneração. Elas também detêm, sozinhas, 75,23% da área basal total e 58,78% do volume total da comunidade vegetal estudada. Essas três espécies contabilizam 423 indivíduos, ou seja, 57% da amostragem total. *Piper arboreum* é, sem dúvida, a mais dominante na área detendo sozinha 70,27% de dominância. Trata-se da espécie mais abundante na área, o que contribui para que possua a maior densidade relativa (DR), seguida por *Siparuna guianensis*. *Piper arboreum* é também a espécie com maior frequência relativa (FR), uma vez que foi encontrada em todas as amostras (parcelas) do talhão 91D.

TABELA 2 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no sub-bosque do talhão 91D na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), Rio Claro, SP, em ordem decrescente de Valor de Importância. NI = número de indivíduos amostrados, NA = número de amostras, DR = densidade relativa (%), DoR = dominância relativa (%), FR = frequência relativa (%), VI = valor de importância, AM = altura média (m), AB = área basal (m<sup>2</sup>), V = volume (m<sup>3</sup>).

Espécie	NI	NA	DR	DoR	FR	VI	AM	AB	V
<i>Piper arboreum</i>	291	28	39,65	70,27	9,27	119,19	3,5	7,53	33,44
<i>Siparuna guianensis</i>	87	24	11,85	2,44	7,95	22,24	4,6	0,26	1,41
<i>Guatteria nigrescens</i>	45	22	6,13	2,53	7,28	15,94	5,5	0,27	1,86
<i>Psychotria hastisepala</i>	42	23	5,72	0,81	7,62	14,15	2,6	0,09	0,31
<i>Allophylus edulis</i>	38	17	5,18	1,83	5,63	12,64	4,2	0,20	1,05
<i>Alchornea iricurana</i>	18	11	2,45	4,80	3,64	10,89	8,9	0,51	5,74
<i>Trichilia pallida</i>	24	14	3,27	0,78	4,64	8,69	4,8	0,08	0,45
<i>Casearia sylvestris</i>	12	7	1,63	0,38	2,32	4,33	4,8	0,04	0,22
<i>Cecropia pachystachya</i>	7	7	0,95	0,86	2,32	4,13	7,4	0,09	0,76
<i>Alchornea triplinervia</i>	6	5	0,82	1,65	1,66	4,13	9,9	0,18	2,00
<i>Mollinedia widgrenii</i>	6	6	0,82	1,29	1,99	4,10	6,8	0,14	1,06
<i>Cedrela fissilis</i>	8	7	1,09	0,62	2,32	4,03	5,1	0,07	0,51
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	9	8	1,23	0,13	2,65	4,00	4,3	0,01	0,06
<i>Tocoyena formosa</i>	8	7	1,09	0,35	2,32	3,76	4,8	0,04	0,21
<i>Croton salutaris</i>	7	7	0,95	0,30	2,32	3,57	7,1	0,03	0,25
<i>Machaerium villosum</i>	5	5	0,68	1,14	1,66	3,48	12,4	0,12	1,60
<i>Miconia sellowiana</i>	8	6	1,09	0,38	1,99	3,46	4,7	0,04	0,31
<i>Ocotea pulchella</i>	7	4	0,95	1,02	1,32	3,29	9,5	0,11	1,30
<i>Myrcia splendens</i>	6	5	0,82	0,08	1,66	2,55	4,3	0,01	0,04
<i>Vernonia diffusa</i>	4	3	0,54	0,93	0,99	2,47	11,3	0,10	1,43
<i>Myrcia rostrata</i>	5	5	0,68	0,12	1,66	2,46	4,3	0,01	0,06
<i>Copaifera langsdorffii</i>	5	4	0,68	0,36	1,32	2,36	6,8	0,04	0,29
<i>Eugenia rostrifolia</i>	4	4	0,54	0,07	1,32	1,93	4,4	0,01	0,03
<i>Lacistema hasslerianum</i>	4	4	0,54	0,06	1,32	1,93	3,6	0,01	0,03
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	3	3	0,41	0,53	0,99	1,93	8,0	0,06	0,70
<i>Inga bahiensis</i>	3	1	0,41	1,05	0,33	1,79	15,3	0,11	1,72
<i>Virola sebifera</i>	2	2	0,27	0,81	0,66	1,75	8,5	0,09	1,12
<i>Cupania oblongifolia</i>	6	2	0,82	0,16	0,66	1,64	2,5	0,02	0,06
<i>Eugenia moraviana</i>	4	3	0,54	0,06	0,99	1,60	3,4	0,01	0,02
<i>Rapanea ferruginea</i>	3	3	0,41	0,12	0,99	1,52	5,5	0,01	0,08
<i>Vochysia</i> sp.	2	2	0,27	0,57	0,66	1,51	10,0	0,06	0,66
<i>Eugenia florida</i>	3	3	0,41	0,04	0,99	1,44	3,5	0,00	0,02
Asteraceae 1	1	1	0,14	0,96	0,33	1,43	16,0	0,10	1,65
<i>Helicteres</i> sp.	2	2	0,27	0,29	0,66	1,23	8,5	0,03	0,26
<i>Andira</i> sp.	2	2	0,27	0,24	0,66	1,17	17,5	0,03	0,34
<i>Schefflera</i> sp.	2	2	0,27	0,18	0,66	1,11	5,5	0,02	0,13
<i>Galipea jasminiflora</i>	3	2	0,41	0,03	0,66	1,10	3,6	0,00	0,01
<i>Rapanea gardneriana</i>	2	2	0,27	0,12	0,66	1,05	5,5	0,01	0,07
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	2	2	0,27	0,08	0,66	1,02	5,5	0,01	0,06

continua

## continuação – TABELA 2

Espécie	NI	NA	DR	DoR	FR	VI	AM	AB	V
<i>Casearia gossypiosperma</i>	2	2	0,27	0,05	0,66	0,98	4,3	0,01	0,02
<i>Guatteria latifolia</i>	2	2	0,27	0,05	0,66	0,98	3,8	0,01	0,01
<i>Cordia axillaris</i>	2	2	0,27	0,02	0,66	0,96	2,8	0,00	0,01
<i>Psychotria cephalanta</i>	2	2	0,27	0,01	0,66	0,95	2,3	0,00	0,00
<i>Machaerium acutifolium</i>	2	1	0,27	0,16	0,33	0,77	3,8	0,02	0,07
Indeterminada 2	1	1	0,14	0,24	0,33	0,71	10,0	0,03	0,26
<i>Byrsonima</i> sp.	1	1	0,14	0,19	0,33	0,65	11,0	0,02	0,22
<i>Nectandra cissiflora</i>	1	1	0,14	0,10	0,33	0,57	8,5	0,01	0,09
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	1	1	0,14	0,10	0,33	0,57	7,0	0,01	0,08
<i>Metrodorea nigra</i>	1	1	0,14	0,10	0,33	0,57	7,0	0,01	0,07
<i>Croton piptocalyx</i>	1	1	0,14	0,06	0,33	0,53	9,0	0,01	0,06
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	1	1	0,14	0,05	0,33	0,52	6,0	0,01	0,03
<i>Tapirira guianensis</i>	1	1	0,14	0,05	0,33	0,51	5,0	0,01	0,03
<i>Piper amalago</i>	1	1	0,14	0,05	0,33	0,51	3,5	0,00	0,02
Myrtaceae 1	1	1	0,14	0,05	0,33	0,51	4,0	0,00	0,02
<i>Savia dictyocarpa</i>	1	1	0,14	0,04	0,33	0,50	6,0	0,00	0,02
<i>Ouratea castanaefolia</i>	1	1	0,14	0,03	0,33	0,50	2,5	0,00	0,01
<i>Psidium guajava</i>	1	1	0,14	0,02	0,33	0,49	4,5	0,00	0,01
<i>Astronium graveolens</i>	1	1	0,14	0,02	0,33	0,49	6,0	0,00	0,02
<i>Inga marginata</i>	1	1	0,14	0,02	0,33	0,49	5,0	0,00	0,01
<i>Malpighia glabra</i>	1	1	0,14	0,02	0,33	0,49	6,0	0,00	0,01
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	3,0	0,00	0,00
<i>Maytenus</i> sp.	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	5,0	0,00	0,01
<i>Duguetia lanceolata</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	3,5	0,00	0,00
<i>Centrolobium tomentosum</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	2,3	0,00	0,00
<i>Rapanea umbellata</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	4,0	0,00	0,01
Indeterminada 1	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	4,5	0,00	0,01
<i>Machaerium stipitatum</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	1,5	0,00	0,00
<i>Citrus limon</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	3,0	0,00	0,00
<i>Psidium cattleianum</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,48	4,0	0,00	0,00
<i>Alibertia myrcifolia</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,47	2,5	0,00	0,00
<i>Cupania vernalis</i>	1	1	0,14	0,01	0,33	0,47	5,0	0,00	0,00
<i>Nectandra</i> sp.	1	1	0,14	0,00	0,33	0,47	4,5	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>734</b>			<b>Total</b>				<b>10,72</b>	<b>62,46</b>

No talhão 92 a dominância está mais distribuída entre as espécies (TABELA 3) do que no talhão 91D. Observa-se que *Virola sebifera*, *Pogonophora* sp., *Siparuna guianensis*, *Protium heptaphyllum*, *Alchornea triplinervia*, *Campomanesia guazumifolia*, *Tocoyena guianensis*, *Eugenia florida*, *Vernonia diffusa* e *Piptocarpha rotundifolia* detêm, juntas, 78,34% da dominância relativa (DoR) da comunidade vegetal da área. Detêm, também, 78,35% da área basal total e 83% do volume total da comunidade vegetal em regeneração no sub-bosque.

Essas mesmas espécies contabilizam 252 indivíduos (71,2% do total). *Siparuna guianensis*, por ser a espécie mais abundante, possui a maior densidade relativa (DR). Quanto à frequência relativa (FR), observa-se um decréscimo uniforme nos valores, com exceção de *Pogonophora* sp. Nesse caso, o número de amostras onde essa espécie ocorreu foi pequeno (menor, inclusive, que *Piptocarpha rotundifolia*, segunda espécie com menor valor de FR), mesmo possuindo um grande número de indivíduos amostrados.

TABELA 3 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no sub-bosque do talhão 92 na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), Rio Claro, SP, em ordem decrescente de Valor de Importância. NI = número de indivíduos amostrados, NA = número de amostras, DR = densidade relativa (%), DoR = dominância relativa (%), FR = frequência relativa (%), VI = valor de importância, AM = altura média (m), AB = área basal (m<sup>2</sup>), V = volume (m<sup>3</sup>).

Espécie	NI	NA	DR	DoR	FR	VI	AM	AB	V
<i>Siparuna guianensis</i>	89	18	25,14	10,52	11,04	46,71	3,6	0,15	0,55
<i>Virola sebifera</i>	22	14	6,21	18,29	8,59	33,10	6,7	0,25	2,46
<i>Pogonophora</i> sp.	34	5	9,60	11,46	3,07	24,13	6,5	0,16	1,40
<i>Protium heptaphyllum</i>	22	12	6,21	8,13	7,36	21,70	5,5	0,11	0,74
<i>Alchornea triplinervia</i>	19	9	5,37	8,12	5,52	19,01	3,4	0,11	1,23
<i>Eugenia florida</i>	26	10	7,34	4,27	6,13	17,75	4,3	0,06	0,32
<i>Machaerium stipitatum</i>	18	8	5,08	2,57	4,91	12,56	3,7	0,04	0,16
<i>Tocoyena formosa</i>	13	7	3,67	4,49	4,29	12,46	5,5	0,06	0,44
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	15	6	4,24	4,20	3,68	12,12	3,3	0,06	0,25
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	8	5	2,26	4,64	3,07	9,97	6,3	0,06	0,64
<i>Piper arboreum</i>	12	7	3,39	2,04	4,29	9,72	3,1	0,03	0,09
<i>Miconia</i> sp.	11	7	3,11	1,30	4,29	8,70	2,4	0,02	0,04
<i>Machaerium acutifolium</i>	11	6	3,11	1,06	3,68	7,85	4,0	0,01	0,07
<i>Vernonia diffusa</i>	4	3	1,13	4,22	1,84	7,19	9,4	0,06	0,74
<i>Myrcia splendens</i>	4	4	1,13	1,50	2,45	5,09	6,1	0,02	0,17
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	3	3	0,85	1,33	1,84	4,01	8,0	0,02	0,23
<i>Ouratea castanaefolia</i>	4	3	1,13	0,64	1,84	3,61	3,5	0,01	0,03
<i>Pera glabrata</i>	1	1	0,28	1,93	0,61	2,82	9,0	0,03	0,24
<i>Cupania</i> sp.	3	2	0,85	0,57	1,23	2,64	4,3	0,01	0,04
<i>Eugenia rostrifolia</i>	3	2	0,85	0,47	1,23	2,55	4,0	0,01	0,03
<i>Ocotea pulchella</i>	2	2	0,56	0,59	1,23	2,38	7,0	0,01	0,06
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	2	1	0,56	1,19	0,61	2,36	7,3	0,02	0,12
<i>Myrcia selloi</i>	2	2	0,56	0,34	1,23	2,13	3,4	0,00	0,02
<i>Rollinia emarginata</i>	1	1	0,28	0,83	0,61	1,72	5,0	0,01	0,06
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	1	0,28	0,78	0,61	1,68	10,0	0,01	0,11
<i>Syzygium jambo</i>	1	1	0,28	0,59	0,61	1,48	9,5	0,01	0,08
<i>Aloysia</i> sp.	1	1	0,28	0,57	0,61	1,46	7,0	0,01	0,06
<i>Eucalyptus citriodora</i>	1	1	0,28	0,40	0,61	1,30	5,0	0,01	0,03
<i>Rapanea guianensis</i>	1	1	0,28	0,33	0,61	1,23	10,0	0,00	0,05
<i>Celtis</i> sp.	1	1	0,28	0,25	0,61	1,15	6,0	0,00	0,02
<i>Trichilia elegans</i>	1	1	0,28	0,23	0,61	1,13	6,0	0,00	0,02
<i>Guatteria nigrescens</i>	1	1	0,28	0,22	0,61	1,11	7,0	0,00	0,02
<i>Vochysia tucanorum</i>	1	1	0,28	0,21	0,61	1,10	2,5	0,00	0,01
<i>Matayba guianensis</i>	1	1	0,28	0,18	0,61	1,07	4,0	0,00	0,01
<i>Tapirira guianensis</i>	1	1	0,28	0,17	0,61	1,06	3,0	0,00	0,01
<i>Tabebuia ochracea</i>	1	1	0,28	0,17	0,61	1,06	5,0	0,00	0,01
<i>Astronium graveolens</i>	1	1	0,28	0,15	0,61	1,04	4,5	0,00	0,01
<i>Casearia sylvestris</i>	1	1	0,28	0,15	0,61	1,04	1,8	0,00	0,00
<i>Terminalia</i> sp.	1	1	0,28	0,13	0,61	1,02	2,5	0,00	0,00
<i>Daphnopsis brasiliensis</i>	1	1	0,28	0,13	0,61	1,02	3,5	0,00	0,01
Indeterminada 4	1	1	0,28	0,13	0,61	1,02	4,5	0,00	0,01
<i>Cupania vernalis</i>	1	1	0,28	0,08	0,61	0,98	4,0	0,00	0,00
Indeterminada 3	1	1	0,28	0,08	0,61	0,98	3,5	0,00	0,00
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	1	1	0,28	0,07	0,61	0,97	2,0	0,00	0,00
<i>Machaerium villosum</i>	1	1	0,28	0,07	0,61	0,97	4,5	0,00	0,00
<i>Miconia albicans</i>	1	1	0,28	0,06	0,61	0,95	2,0	0,00	0,00
Indeterminada 5	1	1	0,28	0,06	0,61	0,95	4,0	0,00	0,00
<i>Copaiifera langsdorffii</i>	1	1	0,28	0,06	0,61	0,95	1,9	0,00	0,00
<i>Schefflera morototoni</i>	1	1	0,28	0,06	0,61	0,95	5,0	0,00	0,00
Total	354			Total			1,39	10,59	

### 3.1 As Regenerações sob *Pinus*, *Eucalyptus* e Remanescentes Florestais

Quando comparados, observa-se uma diferença significativa entre os valores de densidade e área basal por hectare dos sub-bosques dos dois talhões estudados. O talhão 91D possui um sub-bosque mais denso (2.621 ind./ha) e com maior área basal (38,30 m<sup>2</sup>/ha) que o sub-bosque do talhão 92 (densidade de 1.770 ind./ha e área basal de 6,94 m<sup>2</sup>/ha).

Observa-se que o plantio de *Pinus* do talhão 91D apresentou uma densidade de 310,7 ind./ha. Já para o talhão 92 a densidade foi de 710,0 ind./ha. Com base em dados do último inventário florestal da FEPASA, do ano de 1994, o talhão 91D possuía uma densidade de 2.070 ind./ha, e o talhão 92 possuía 910 ind./ha. O primeiro teve uma perda (por queda natural e exploração) de 75% em sua densidade de árvores de *Pinus*, enquanto o segundo teve uma perda menor, de 22%. Segundo Moura (1998) quanto menor a densidade dos plantios de *Eucalyptus*, mais propício é o estabelecimento rápido de espécies secundárias e climácicas, permitindo que a sucessão ocorra mais rapidamente, aumentando, assim, a densidade dos regenerantes. O mesmo pode ser aplicado aos talhões com plantios de *Pinus*.

No talhão 91D, a grande perda de densidade do *Pinus* plantado pode ter diminuído a disputa por recursos, como água e luz, promovendo, então, a abertura de nichos e o conseqüente estabelecimento de novos indivíduos, inclusive de novas espécies no sub-bosque, aumentando a densidade do mesmo. Para o talhão 92, que teve uma diminuição proporcionalmente menor na densidade das árvores de *Pinus*, a possibilidade de abertura de nichos deve ter sido menor e, portanto, o número de novas espécies e novos indivíduos se estabelecendo no sub-bosque foi também menor, o que explica a menor densidade de regenerantes.

A mesma hipótese pode ser aplicada aos valores de área basal por hectare dos regenerantes em ambos os talhões. A área basal por hectare dos *Pinus* foi menor para o talhão 91D (41,03 m<sup>2</sup>/ha) do que para o talhão 92 (59 m<sup>2</sup>/ha). Houve, portanto, uma relação inversa entre a biomassa da floresta plantada e o sucesso da regeneração natural, tanto em densidade quanto em área basal por hectare dos regenerantes. Silveira & Durigan (2004), Durigan *et al.* (2004a), Durigan *et al.* (2004b) e

Aubert & Oliveira-Filho (1994) observaram este mesmo tipo de relação. Para esses autores o rápido desenvolvimento dos indivíduos de *Pinus* e *Eucalyptus* exige uma demanda muito grande de recursos do ambiente. Logo, o plantio de espécies exóticas, apesar de provocar uma maior e mais rápida cobertura do solo, pode prejudicar o desenvolvimento da comunidade em regeneração natural no sub-bosque, a curto prazo. Aubert & Oliveira-Filho (1994) destacam que o forte papel restritivo ao estabelecimento de plântulas exercido pela densa serapilheira de acículas, pelo maior sombreamento e por possíveis efeitos alelopáticos, pode exercer uma pressão seletiva que determina a baixa diversidade do sub-bosque. No entanto, o histórico de perturbação da área pode dizer muito sobre o processo de regeneração natural do sub-bosque. Paschoal (2004) amostrou maior riqueza no sub-bosque de um talhão de *Pinus* do que no sub-bosque de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual vizinha, porém com similaridade florística muito baixa, mostrando que, no caso, a mata nativa pouco influenciou na regeneração da área anteriormente plantada com *Pinus*. Essa disparidade na riqueza específica dos sub-bosques provavelmente se deu pelo fato de a floresta de *Pinus* ter sido retirada da área estudada antes das amostragens da autora, o que reduziu o efeito restritivo especulado por Aubert & Oliveira-Filho (1994).

Porém, do mesmo modo que essa diminuição na densidade de *Pinus* pode ter facilitado a entrada de novas espécies na comunidade vegetal regenerante, ela pode ter facilitado também a dominância de algumas espécies, o que explicaria a relativamente baixa diversidade encontrada em ambos os talhões, se comparadas à diversidade em áreas de mata nativa.

Como observado, a maior abundância de indivíduos concentra-se em um grupo relativamente pequeno de espécies, que são as mais representativas da comunidade vegetal. Isso é mais visível para a regeneração do talhão 91D, no qual as três espécies mais dominantes, que representam 4,2% da riqueza da área, possuem quase três quintos do total de indivíduos amostrados. As demais 69 espécies restantes detêm cerca de 43% do total de indivíduos, sendo que 28 delas (que representam 40% do total de espécies) apresentaram apenas um único indivíduo amostrado. Apesar de numa proporção menor, o talhão 92 também possui um grande número de indivíduos restritos a apenas poucas espécies.

Do total de indivíduos amostrados, 54,5% pertencem às cinco espécies mais abundantes. Elas representam apenas 10% do total de espécies amostradas. Das 41 espécies restantes, porém, 27 (que representam 55% do total) tiveram apenas um indivíduo amostrado.

Por este motivo, apesar de apresentarem uma riqueza de espécies relativamente alta (a média encontrada para trabalhos fitossociológicos na FEENA é de 40 espécies), a diversidade dos talhões 91D e 92 encontra-se na média ( $H' = 2,581$ , segundo estudos realizados na FEENA) para áreas de regeneração sob plantios com espécies arbóreas exóticas (TABELA 4). Estudos realizados em outras localidades confirmam isso. Silveira & Durigan (2004) encontraram  $H' = 1,980$  para um sub-bosque de plantios puros de *Pinus* em Tarumã (SP). Durigan *et al.* (2004a) encontraram  $H' = 2,550$  em sub-bosque de *Pinus elliottii* em Assis (SP). Neri *et al.* (2005), por sua vez, encontraram  $H' = 2,490$  em sub-bosque de *Eucalyptus* na Flora de Parapoeba (MG). Em todos estes estudos, os índices de diversidade estão entre os valores médios encontrados para regenerações sob plantios silviculturais, conforme foi observado, também, para os talhões 91D e 92.

Segundo Tabanez *et al.* (1997), o valor médio do índice de diversidade de Shannon-Weaver para as florestas pouco perturbadas do interior do Estado de São Paulo é de 3,700. Se comparada a esses estudos, a diversidade dos talhões 91D e 92 (2,440 e 2,850 respectivamente) se encontra abaixo da média. Pagano (1985), estudando um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual nas proximidades da FEENA, encontrou um índice de diversidade muito acima da média para áreas de mata nativa e, conseqüentemente, muito acima também da média para área com plantios silviculturais (TABELA 4). O mesmo pode ser observado para a riqueza de espécies, que foi quase quatro vezes maior do que a média para regenerações em sub-bosque de plantios com espécies exóticas. Pode-se afirmar, portanto, que, em termos de diversidade e riqueza florística, as áreas com plantios silviculturais são menos diversificadas e ricas em espécie do que áreas com remanescentes de mata nativa ou áreas pouco perturbadas.

Do mesmo modo que a regeneração sob o *Pinus* não difere da regeneração sob o *Eucalyptus* em termos de diversidade, elas não se diferem também em termos de densidade e área basal por hectare.

A média para a densidade dos regenerantes foi de 1.603 ind./ha para os sub-bosques de *Eucalyptus* e 2.195 ind./ha para o sub-bosque de *Pinus* (TABELA 4). No entanto, não houve diferença significativa entre as densidades dos sub-bosques de *Eucalyptus* e *Pinus* ( $p = 0,5020$ ). O mesmo pode ser dito para os valores de área basal por hectare. A média para os estudos em sub-bosque de *Eucalyptus* foi de 27,46 m<sup>2</sup>/ha, enquanto para o sub-bosque de *Pinus* foi de 22,62 m<sup>2</sup>/ha. Novamente, não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de plantio ( $p = 0,7634$ ). As diferenças de cada talhão, como ano de plantio, área amostrada, espécie plantada, critério de inclusão e até mesmo o histórico de perturbação da área podem influenciar muito nos valores de densidade e área basal da regeneração. Sendo assim, a comparação entre as diferentes regenerações se torna complexa, em vista do grande número de variáveis que podem interferir nas características do sub-bosque.

A maior similaridade florística ocorre entre as duas áreas estudadas neste trabalho (quase 40%). Ainda assim, esses talhões são pouco similares entre si quanto à composição florística, visto que têm menos de 50% de similaridade. Em comparação com outros talhões, o talhão 91D teve uma similaridade florística maior com o talhão 50, cujo plantio é de *E. tereticornis* (20,8%). A menor similaridade florística foi com o talhão 36 (2,63%), cujo plantio de *E. citriodora* apresentou apenas três espécies no sub-bosque, sendo que apenas uma (*Zanthoxylum rhoifolium*) foi comum a ambos os talhões. O talhão 50 encontra-se sobre Latossolo Vermelho Eutroférrico, enquanto o talhão 36 encontra-se sobre um Argissolo Vermelho Eutrófico. Por sua vez, o talhão 91D encontra-se sobre Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

O talhão 92 também teve maior similaridade florística com o talhão 50 (22,%). No entanto, teve uma similaridade semelhante com o talhão 47 (plantio de *E. tereticornis*), porém nenhuma similaridade florística com o talhão 56 (de *E. microcorys*). Os talhões 47 e 50 encontram-se sobre Latossolo Vermelho Eutroférrico, enquanto o talhão 56 está sobre Argissolo Vermelho Eutrófico.

TABELA 4 – Características principais dos estudos fitossociológicos em regenerações naturais de sub-bosque na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), Rio Claro, SP. Schlit = Schlittler, 1984; Amara = Amaral, 1988; Talor = Talora, 1992; Takah = Takahasi, 1992; Mour = Moura, 1998; Soco = Socolowski, 2000; Leite = Leite, 2002; Anse = Anselmo, 2003; Corr = Corrêa, 2004; Nish = Nishio, 2004; Pres = presente estudo; Pagan = Pagano (1985); H'1 = Índice de Shannon-Weaver para o estrato arbóreo; H'2 = Índice de Shannon-Weaver para o estrato arbustivo e arbóreo; ni = número de indivíduos total; ns = número de espécies; AB = área basal por hectare.

Autor	Nº talhão	Espécie plantada	Ano do plantio	H'1	H'2	H'3	Área Amostral (m <sup>2</sup> )	Critério de inclusão	Ni	ns	Densidade (ind./ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)
Schlitt 1	91 (LVA)	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1948	–	–	2,720	–*	PAS ≥ 6,5 cm	320	32	1.224	8,17
Schlitt 2	91 (LR)	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1920	–	–	2,950	–*	PAS ≥ 6,5 cm	320	42	–	–
Amara 1	1	<i>Eucalyptus saligna</i>	1919	2,910	2,620	–	–*	PAP ≥	329	46	–	–
Amara 2	96	<i>E. tereticornis/E. saligna</i>	1947	2,340	3,470	–	–*	PAP ≥	249	28	–	–
Talor 1	47A	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1911	2,860	2,780	–	1.000	PAP ≥ 10 cm	104	40	1.090	55,00
Talor 2	12	<i>Eucalyptus maculata</i>	1983	2,170	3,020	–	1.000	PAP ≥ 10 cm	134	15	1.360	28,60
Takah	91A	<i>Eucalyptus saligna</i>	1948	2,740	2,596	–	1.000	PAP ≥ 10 cm	174	38	1.740	–
Mour 1	36	<i>Eucalyptus citriodora</i>	1984	0,198	2,656	–	1.000	PAP ≥ 10 cm	73	3	730	16,81
Mour 2	45	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1915	3,137	2,732	–	1.000	PAP ≥ 10 cm	156	42	1.560	61,87
Mour 3	50	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1911	3,041	3,453	–	1.000	PAP ≥ 10 cm	182	40	1.820	31,48
Mour 4	56	<i>Eucalyptus microcorys</i>	1954	1,618	2,448	–	1.000	PAP ≥ 10 cm	42	12	420	25,33
Soco	40	<i>Eucalyptus citioidora</i>	1929	2,540	3,022	–	3.200	PAP ≥ 10 cm	806	60	2.519	–
Leite	Col. Talhões	<i>Eucalyptus</i> spp.	1919	–	–	2,528	4.000	PAP ≥ 10 cm	414	46	1.035	6,00
Anse	47	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1911	1,430	3,031	–	–*	altura ≥ 1,5 m	890	68	–	–
Corr	17/17A	<i>E. tereticornis/E. paniculata/E. citriodora</i>	1919/1972	–	–	3,038	2.000	PAP ≥ 15 cm	184	41	920	13,90
Nish	63B	<i>Eucalyptus citriodora</i>	1940	–	–	2,760	–*	PAP ≥ 5 cm	317	38	4.823	–
Pres	91D	<i>Pinus</i> spp.	1959	–	–	2,652	2.000	PAS ≥ 10 cm	734	72	2.621	38,30
Pres	92	<i>Pinus</i> spp.	1967	–	–	2,898	2.800	PAS ≥ 10 cm	354	49	1.770	6,94
Pagan	Mata São José	Remanescente de Floresta Estacional Semidecidual	–	–	–	4,290	–*	altura ≥ 1,3 m	1.183	155	3.859	25,08

(\*) Amostragem por ponto quadrante. Os autores não informaram a área amostral dos estudos.

A alta similaridade florística entre os talhões 91D e 92 sugere que, para este caso, as características edáficas foram de fundamental importância na composição florística do sub-bosque destes talhões, uma vez que ambos se encontram sobre solos mais pobres e arenosos que as demais áreas estudadas na FEENA. No entanto, esse padrão não é observado para as demais áreas, pois não foi encontrada uma relação entre as semelhanças florísticas e os tipos de solo. Provavelmente, a presença do *Pinus* pode ter tido, também, influência na composição florística das regenerações dos talhões 91D e 92.

A proximidade das áreas provavelmente também não é um fator significativo na similaridade florística das áreas. Os talhões 91, 91A e 96, os mais próximos já estudados dos talhões 91D e 92 (FIGURA 1), apresentaram similaridades de 11%, 12% e 9,5%, respectivamente, para com o primeiro, e 14%, 6,7% e 14,5% para com o segundo. Porém, o talhão 63B, por exemplo, que se encontra a uma distância de cerca de 500 m de distância dos talhões 91D e 92, obteve similaridades de 16,7% e 13%, respectivamente. Logo, não há, também, uma relação entre semelhança florística e proximidade das áreas.

### 3.2 Estratificação Vertical da Comunidade Vegetal em Regeneração

A distribuição dos indivíduos em classes de altura mostra heterogeneidade para ambos os talhões (FIGURAS 3 e 5). Para o talhão 91D, a classe de altura com maior número de indivíduos é a segunda (de 3,31 a 5,30 m), com 42% do total de indivíduos. A primeira classe (de 1,30 a 3,30 m) também possui um grande número de indivíduos (35% do total). As demais nove classes contabilizam, juntas, 23% do total de indivíduos. Apenas dois indivíduos se encontram nos dois últimos estratos, próximos aos indivíduos de *Pinus* (com média de 25 m de altura), que compõem o dossel da área.

Baseando-se nas alturas médias das oito espécies mais abundantes da área (FIGURA 4), pode-se dizer que *Piper arboreum*, *Siparuna guianensis*, *Allophylus edulis*, *Trichilia pallida* e *Casearia sylvestris* são espécies bastante representativas do estrato arbustivo-arbóreo do talhão 91D. Já *Psychotria hastisepala* é a espécie mais representativa do estrato de menor altura avaliado. *Alchornea iricurana* é a espécie mais proeminente em altura, com uma média superior a 7,30 m.

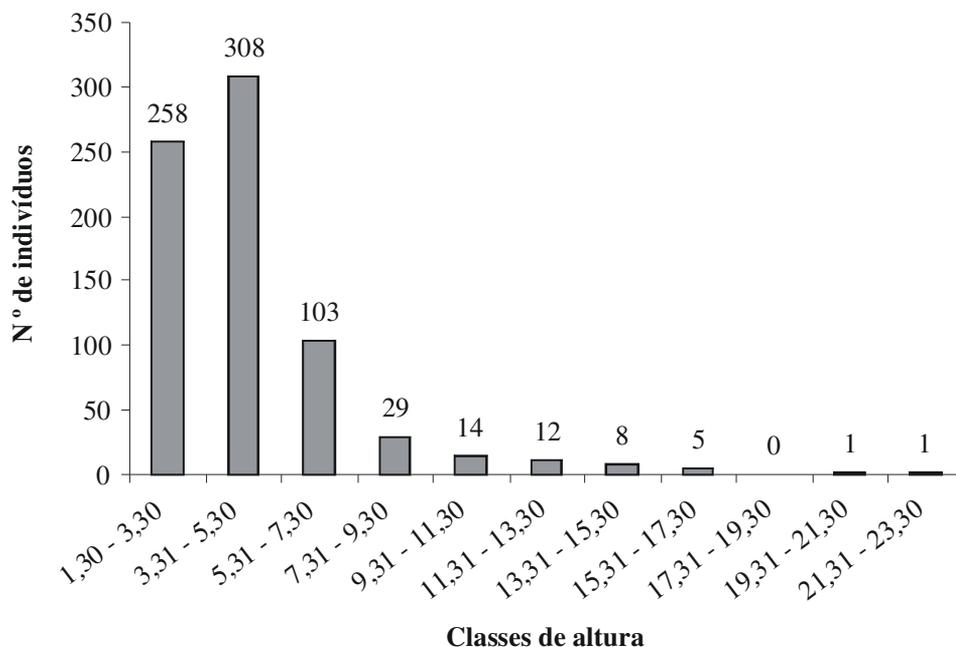


FIGURA 3 – Distribuição do número de indivíduos por classes de altura para o sub-bosque do talhão 91D na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade - FEENA, Rio Claro, SP.

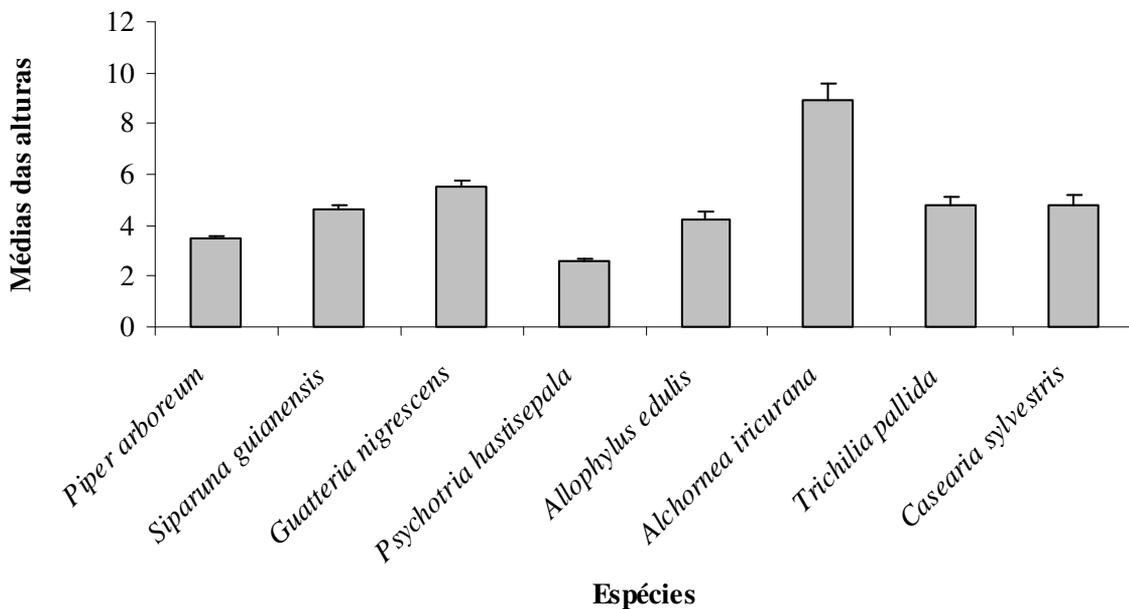


FIGURA 4 – Altura média das espécies mais representativas do talhão 91D na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade - FEENA, Rio Claro, SP.

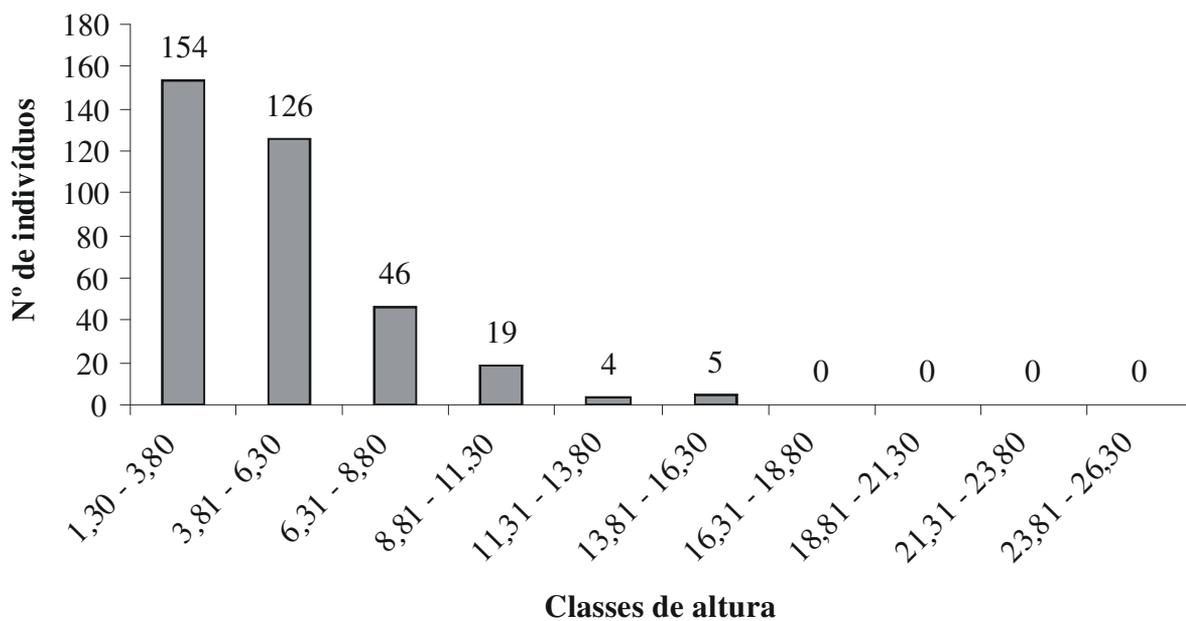


FIGURA 5 – Distribuição do número de indivíduos por classes de altura para o sub-bosque do talhão 92 na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade - FEENA, Rio Claro, SP.

Visto que *Piper arboreum* e *Siparuna guianensis* são as espécies mais abundantes na área e que possuem alturas médias relativamente baixas, pode-se dizer que estas espécies contribuem substancialmente para que os estratos mais baixos da comunidade sejam os mais desenvolvidos, havendo poucos indivíduos que alcançam ou se aproximam mais do dossel.

Para o talhão 92, o estrato com maior número de indivíduos é o primeiro (de 1,30 a 3,80 m), com 43,5% do total de indivíduos. O segundo estrato (de 3,81 a 6,30 m) também possui um grande número de indivíduos, com 35,6% do total. As demais nove classes contabilizam 20,9% do total de indivíduos. Apenas cinco indivíduos se encontram em um estrato mais alto, próximos aos indivíduos de *Pinus*, que compõem o dossel da área (com média de 25 m de altura).

Observa-se, portanto, um decréscimo acentuado na concentração de indivíduos dos estratos mais inferiores para os estratos mais superiores da estrutura vertical do sub-bosque.

Entre as espécies mais abundantes do talhão 92, a distribuição dos indivíduos é uniforme entre as duas primeiras classes de altura (FIGURA 6). *Siparuna guianensis*, *Alchornea triplinervia*, *Machaerium stipitatum* e *Piptocarpha rotundifolia* são as espécies mais representativas da primeira classe de altura, enquanto *Protium heptaphyllum*, *Eugenia florida*, *Tocoyena guianensis* e *Campomanesia guazumifolia* são as mais representativas da segunda classe de altura. Assim como o que foi observado para o talhão 91D, os estratos mais diversificados do sub-bosque são os inferiores, uma vez que são aqueles onde se encontra a maioria das espécies e maior abundância de indivíduos.

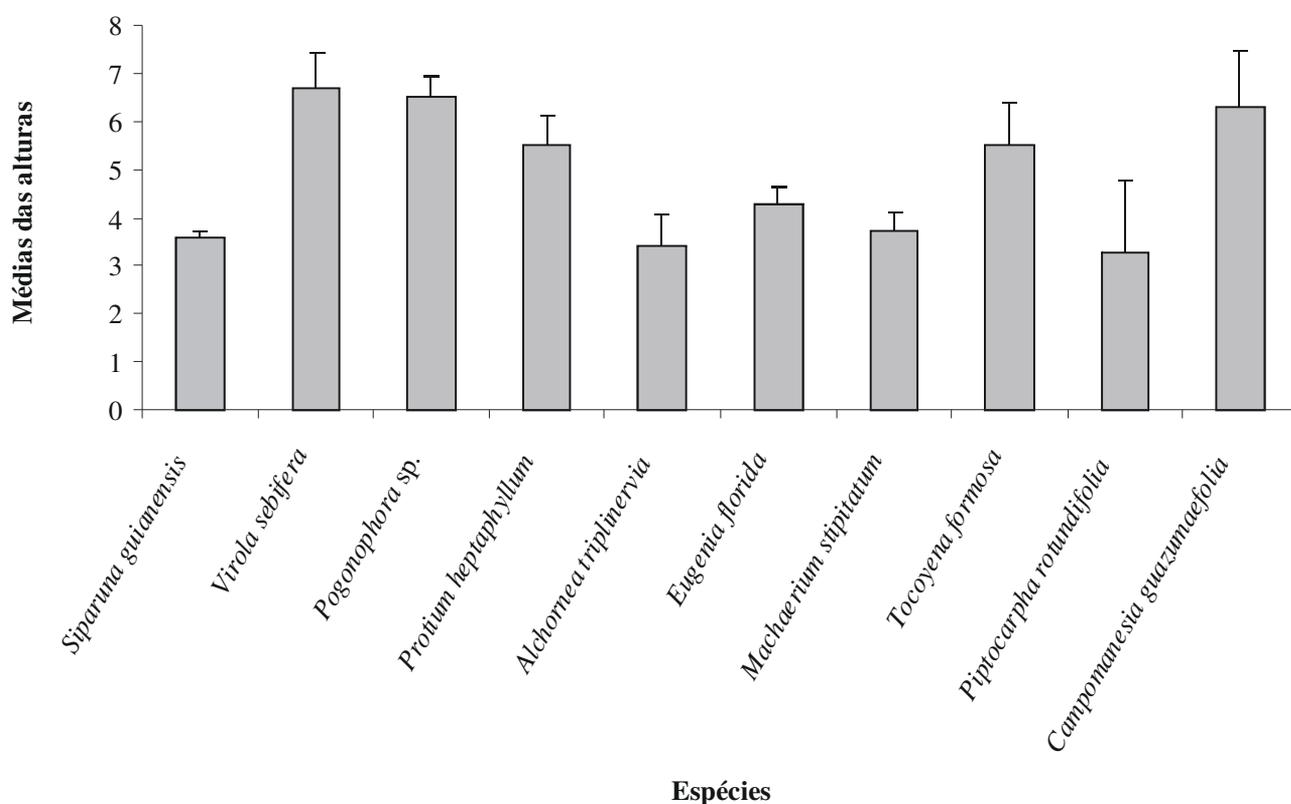


FIGURA 6 – Altura média das espécies mais representativas do talhão 92 na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade - FEENA, Rio Claro, SP.

#### 4 CONCLUSÕES

Considerando-se os valores de densidade e área basal da regeneração sob o plantio de *Pinus*, observou-se que estes são muito próximos daqueles observados para regenerações sob plantios com *Eucalyptus*. Ambos os tipos de plantio, inclusive, apresentam menor densidade e menor área basal do que a média encontrada para áreas florestadas pouco perturbadas. A mesma relação foi observada nos valores de riqueza e diversidade de espécies. O sub-bosque de *Pinus* apresentou valores de riqueza e diversidade abaixo da média encontrada para áreas pouco perturbadas; no entanto, mais próximo da média encontrada para áreas com plantios silviculturais.

O presente estudo confirmou o observado por outros autores: a diminuição na densidade da população do plantio de exóticas (seja de forma mecânica, desde que planejada, ou natural) permite o aumento em densidade e em biomassa da regeneração, inclusive com o aumento da riqueza e da diversidade.

Logo, os resultados obtidos neste trabalho reforçam a idéia de que espécies florestais exóticas podem funcionar como espécies iniciais no processo de regeneração natural de áreas degradadas. Paschoal (2004) expõe que a existência de espécies não pioneiras em alto número de indivíduos e com altas porcentagens do Valor de Importância no sub-bosque de plantios de *Eucalyptus citriodora* muito possivelmente seja decorrente da facilitação promovida pelo sombreamento provocado pelas espécies exóticas. A autora expõe também, que devido ao próprio sombreamento a presença de espécies invasoras no sub-bosque em regeneração é bem menor, o que certamente é benéfico ao processo sucessional.

Durigan *et al.* (2004a) também destacam que espécies exóticas podem ser utilizadas no processo inicial na recuperação de áreas degradadas, incluindo, para este fim, as espécies de *Pinus*. Porém, segundo seus estudos, a eficácia dos plantios com *Pinus* para recuperação de áreas degradadas é inferior à eficácia do *Eucalyptus*, a curto prazo, principalmente no que se refere à baixa diversidade de espécies que regeneram no sub-bosque de plantios com *Pinus*.

É pouco provável que a proximidade das áreas tenha alguma influência no estabelecimento de espécies no sub-bosque, pois as similaridades florísticas para áreas muito próximas foram relativamente muito baixas. Do mesmo modo, as condições edáficas de cada talhão não parecem influenciar no processo de determinação da composição florística e da estrutura das comunidades vegetais nessas áreas. Provavelmente, a composição florística de cada área estudada na FEENA é resultado de um conjunto de variáveis que vão além da proximidade entre elas ou do tipo de solo, uma vez que a espécie do plantio, o ano do plantio e o histórico de perturbação podem, também, influenciar na presença ou ausência de determinada espécie ou grupo de espécies na área. Porém, estudos mais detalhados nesse aspecto são necessários.

Por fim, observou-se que a grande maioria, tanto dos indivíduos quanto das espécies mais abundantes que compõem o sub-bosque das duas áreas estudadas, se encontra nos estratos mais inferiores da comunidade vegetal em regeneração, sendo poucos aqueles que se aproximam do dossel de *Pinus* e nenhum emergente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUBERT, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Análise multivariada da estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. em Lavras (MG). **Rev. Árvore**, Viçosa-MG, v. 18, n. 3, p. 194-214, 1994.

AMARAL, S. **Estudos comparativos de florística, fitossociologia, sucessão secundária e banco de sementes entre duas comunidades de subosque de *Eucalyptus saligna* Smith. de diferentes idades no Horto Florestal Navarro de Andrade – Rio Claro – SP.** 1988. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ANSELMO, R. **Levantamento fitossociológico de um fragmento de mata secundária (talhão 47) localizado na Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade”.** 2003. 59 f. Trabalho de Conclusão Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

- DINIZ, F. V.; MONTEIRO, R. Composição e estrutura da comunidade vegetal em regeneração sob plantios de *Pinus* spp. (Pinaceae) em Rio Claro, SP.
- AYRES, M. *et al.* **BioEstat 3.0**: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá: MCT: Imprensa Oficial do Estado do Pará, 2003. 324 p.
- BYE, R. The role of humans in the diversification of plants in Mexico. In: RAMAMOORTHY, T. P. *et al.* (Ed.). **Biological diversity of Mexico**: origins and distribution. New York: Oxford University Press, 1993. p. 707-731.
- CORRÊA, A. D. **Composição florística e estrutura de subosque de talhões de *Eucalyptus* spp ao longo de variações topográficas provocadas pelo córrego Ibitinga, na Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade”, Rio Claro, SP.** 2004. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- D’ANTONIO, C.; MEYERSON, L. A. Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis. **Restoration Ecology**, New York, v. 10, n. 4, p. 703-713, 2002.
- DURIGAN, G. *et al.* Regeneração da mata ciliar sob plantio de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em diferentes densidades. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004a. cap. 21, p. 363-376.
- DURIGAN, G. *et al.* Regeneração natural da vegetação de cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004b. cap. 20, p. 349-362.
- FERROVIA PAULISTA S.A. - FEPASA. **Cadastro anual de plantações.** Rio Claro, 1994. não paginado.
- LEITE, J. S. **Estudos florísticos de subosque de talhões antigos de *Eucalyptus* na Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade” (FEENA), município de Rio Claro, SP.** 2002. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto.** 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1996. 301 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002a. v. 1, 368 p.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002b. v. 2, 368 p.
- MACNEISH, R. S. Summary of the cultural sequence and its implications in the Tehuacan Valley. In: MACNEISH, R. S. *et al.* **The prehistory of the Tehuacan Valley**: excavations and reconnaissance. Austin: University of Texas Press, 1972. p. 341-360.
- MARÍN, P. C.; ZIZUMBO-VILLARREAL, D. Domestication of plants in Maya lowlands. **Economic Botany**, New York, v. 58, p. 101-105, 2004.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila.** Campinas: Editora da UNICAMP, 1991. 246 p.
- MOURA, L. C. **Um estudo de comunidades em fitocenoses originárias da exploração e abandono de plantios de eucalipto, localizadas no Horto Florestal Navarro de Andrade, Rio Claro, SP.** 1998. 340 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas.
- NERI, A. V. *et al.* Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta bot. bras.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 369-376, 2005.
- NISHIO, F. Y. **Fitossociologia de um trecho de mata ciliar localizado na Floresta Navarro de Andrade.** 2004. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- PAGANO, S. N. **Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro, São Paulo.** 1985, 201 f. Tese (Livre-docência) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- PASCHOAL, M. E. S. **Avaliação da capacidade de regeneração da vegetação natural em áreas de reflorestamento com espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, no município de Agudos (SP).** 2004. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

REJMÁNEK, M. A theory of seed plant invasiveness: the first sketch. **Biological Conservation**, London, n. 78, p. 171-181, 1996.

RICHARDSON, D. M. Commercial forestry and agroforestry as sources of invasive alien trees and shrubs. In: SUNDLUND, O. T.; SCHEL, P. J.; VIKEN, A. **Invasive species and biodiversity management**. Dordrecht: Kuwer Academic Publishers, 1999. p. 237-257.

REIS, M. M. **Patrimônio histórico e meio ambiente Floresta Edmundo Navarro de Andrade**: um potencial turístico, econômico e de educação ambiental. 2004. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

SCHLITTLER, F. H. M. **Composição florística e estrutura fitossociológica do subosque de um povoamento de *Eucalyptus tereticornis* Sm., no município de Rio Claro – SP**. 1984. 142 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SHEPHERD, G. J. **FITOPAC 1**: manual do usuário. Campinas: Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1995. 93 p.

SILVEIRA, E. R.; DURIGAN, G. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos dez anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. cap. 19, p. 325-347.

SOCOLOWSKI, F. **Fitossociologia de um fragmento de mata secundária localizada no Horto Florestal Navarro de Andrade**. 2000. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.

TABANEZ, A. J.; VIANA, V. M.; DIAS, A. S. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Rev. bras. biol.**, São Paulo: v. 57, n. 1, p. 47-60, 1997.

TAKAHASI, A. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma comunidade secundária do Horto Florestal de Rio Claro associadas a alguns aspectos de regeneração natural**: banco de sementes do solo e chuva de sementes. 1992. 113 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

TALORA, D. C. **Levantamento fitossociológico de duas comunidades de subosque em diferentes estágios de regeneração no Horto Florestal “Navarro de Andrade”, município de Rio Claro – SP**. 1992. 143 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

TROPPEMAIR, H. Aspectos geográficos. In: MACHADO, J. L. (Org.). **Rio Claro Sesquicentenário**. Rio Claro: Museu Histórico e Pedagógico Amador Bueno da Veiga, 2001. 30 p.

ZILLER, S. R. **A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná**: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica. 2000. 268 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

# GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (SANSÃO-DO-CAMPO) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE TEMPERATURA, LUZ E UMIDADE\*

Antônio da SILVA\*\*  
Ivor Bergemann de AGUIAR\*\*\*  
Márcia Balistiero FIGLIOLIA\*\*

## RESUMO

*Mimosa caesalpinifolia* (Fabaceae) é uma espécie arbórea característica da caatinga, nativa da região Nordeste brasileira. Neste trabalho foram realizados dois experimentos. No primeiro experimento foi estudado o efeito da coloração das sementes (verde e marrom) e da temperatura para a germinação (25, 30 e 20-30 °C). No segundo experimento foi estudado o efeito do volume de água destilada adicionado ao substrato (45, 60 e 75 mL) e da qualidade de luz (ausência de luz e luz dos espectros branco, vermelho e vermelho-extremo), na germinação das sementes de coloração verde submetidas a 30 °C. Os testes de germinação foram conduzidos sob fotoperíodo de 8 h, utilizando 30 g de vermiculita como substrato, e tiveram a duração de 14 dias. Foram avaliados a porcentagem final e o índice de velocidade de germinação das sementes. Os resultados obtidos no primeiro experimento mostraram que as sementes de coloração verde são de melhor qualidade fisiológica e que a temperatura de 30 °C foi a mais adequada para a germinação. Os resultados obtidos no segundo experimento mostraram que: (a) as sementes de coloração verde são fotoblásticas positivas preferenciais; (b) o teste de germinação pode ser conduzido sob luz branca, em substrato umedecido com 75 mL de água, e (c) os resultados obtidos permitem supor que, em condições naturais, as sementes sejam capazes de germinar tanto a pleno sol (luz do espectro vermelho) como sob luz filtrada pela vegetação (espectro vermelho-extremo).

Palavras-chave: semente florestal; coloração do tegumento; fatores do ambiente; qualidade fisiológica.

## 1 INTRODUÇÃO

*Mimosa caesalpinifolia* Benth., pertencente à família Fabaceae, é uma espécie arbórea que ocorre naturalmente no Maranhão e na caatinga nordestina brasileira, sendo conhecida popularmente por sansão-do-campo ou sabiá (Lorenzi, 1992). Espécie de rápido crescimento, pode ser cortada com apenas

## ABSTRACT

*Mimosa caesalpinifolia* (Fabaceae) is an important arboreal species native from the caatinga vegetation of the northeastern of Brazil. In this work two experiments were carried out. In the first experiment, the effect of seed color (green and brown) and temperature for germination (25, 30, and 20-30 °C) was studied. In the second experiment, the effect of distilled water added to substrate (45, 60, and 75 mL) and light quality (darkness and white, red, and far-red light) on germination at 30 °C of green color seeds was studied. Germination tests were performed for 14 days under an 8 h photoperiod, using 30 g of vermiculite as substrate. Both final percentage and speed of germination index of seeds were evaluated. The results obtained in the first experiment showed that seeds of green color have better physiological quality and that the constant temperature of 30 °C favoured the seed germination. The results obtained in the second experiment showed that (a) seeds of green color are preferential positive photoblastic; (b) germination test can be performed under white light with substrate moistened with 75 mL of water and (c) the results obtained in laboratory suggest that under natural conditions seeds are able to germinate either in light gap (red light) or under canopy (far-red light).

Key words: forest seed; coat color; environment factors; physiological quality.

três anos de idade e aceita cortes subsequentes (Braga, 1976); produz madeira pesada, resistente à umidade e excelente para estacas, lenha, carvão, forquilha e esteios. Além de ser empregada como cerca viva defensiva e recomendada para a recuperação de áreas degradadas, a folhagem constitui valiosa forragem para o gado durante a longa estiagem do sertão semi-árido.

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

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mails: asilva@if.sp.gov.br.; mafigliolia@if.sp.gov.br

(\*\*\*) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Departamento de Produção Vegetal, 14884-900, SP, Brasil. E-mail: ivor@netsite.com.br. (Bolsista do CNPq).

Os frutos são descritos como craspédios articulados indeiscentes subtriangulares, com a região seminífera convexa e os bordos aplanados, contendo uma semente por craspédio (Barroso *et al.*, 1999). Na maturidade os craspédios são dispersos individualmente, permanecendo os frutos com uma moldura formada pela soldadura dos carpelos e sua nervura dorsal (Gonçalves & Lorenzi, 2007).

Martins *et al.* (1992) constataram que as sementes apresentam dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento à água e verificaram que as sementes dentro dos craspédios, escarificadas ou não, tiveram baixo desempenho germinativo quando comparadas com as sementes extraídas dos craspédios. A escarificação mecânica (lixação no lado oposto ao eixo embrionário) e química (imersão em ácido sulfúrico concentrado) foram eficientes para superar a dormência (Martins *et al.*, 1992; Garcia *et al.*, 2002), que aumenta de intensidade a partir de 154 dias após a antese (Alves *et al.*, 2004).

Estudando o efeito da temperatura na germinação das sementes, Torres *et al.* (1994) obtiveram maior porcentagem de germinação no regime de temperatura alternada do que no de temperatura constante. Resultados contrários foram obtidos por Alves *et al.* (2002) e Novembre *et al.* (2007) que constataram melhor desempenho germinativo no regime de temperatura constante.

Com base na informação de Martins *et al.* (1992), de que as sementes apresentam tegumento de diferentes colorações, Bruno *et al.* (2001) separaram as sementes em claras e escuras e verificaram melhor comportamento germinativo para as sementes de coloração clara.

Segundo Baskin & Baskin (1988), os principais fatores do ambiente que controlam a germinação das sementes são a temperatura, a luz e a umidade. O efeito da temperatura em trabalhos já realizados com sementes de sansão-do-campo foi contraditório e os fatores da luz e da umidade ainda não foram estudados. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar inicialmente o efeito da coloração das sementes e do regime de temperatura e, posteriormente, da umidade do substrato e da qualidade de luz, visando complementar as pesquisas referentes à germinação das sementes dessa espécie.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de sansão-do-campo (de coloração amarela segundo Alves, 2003) foram coletados na Estação Experimental de Mogi-Guaçu pertencente ao Instituto Florestal, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Essa Estação está situada entre as coordenadas geográficas 22° 18' de Latitude Sul e 47° 13' de Longitude Oeste de Greenwich, em altitude média de 600 m; o clima é Cwa (quente de inverno seco), de acordo com a classificação de Köppen (Ventura *et al.*, 1965/66).

Após secagem ao sol, as sementes foram extraídas dos craspédios e levadas para o Laboratório de Sementes do Instituto Florestal, em São Paulo, onde foram separadas pela coloração em verdes e marrons, acondicionadas em tamboretas de fibra e armazenadas na câmara fria (5 °C e 80% UR). Foram instalados dois experimentos, o primeiro após 15 dias e o segundo após 45 dias de armazenamento.

No primeiro experimento as sementes de cada coloração foram submetidas ao desponte manual, com tesoura, na região oposta ao eixo embrionário, e colocadas entre vermiculita umedecida com 60 mL de água destilada no interior de caixas de plástico transparentes com tampa, de 11 x 11 x 3,5 cm (gerboxes). A seguir as sementes foram mantidas em germinadores de câmara tipo B.O.D., regulados para as temperaturas constantes de 25 e 30 °C e alternada de 20-30 °C, sob fotoperíodo de 8 h de luz branca fornecida por quatro lâmpadas fluorescentes de 20 W. No caso da temperatura alternada, o período luminoso correspondeu à temperatura mais elevada.

No segundo experimento foram utilizadas apenas sementes de coloração verde, escarificadas da mesma forma que no experimento anterior e colocadas nos gerboxes para germinar sobre vermiculita, em germinador regulado para a temperatura constante de 30 °C. O substrato foi umedecido com água destilada na proporção das massas de 1,5:1,0; 2,0:1,0 e 2,5:1,0 (45, 60 e 75 mL), sem reumedecimento no decorrer do experimento, e as sementes foram submetidas a diferentes qualidades de luz (ausência de luz e presença de luz dos espectros branco, vermelho e vermelho-extremo).

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de; FIGLIOLIA, M. B. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sansão-do-campo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade.

Para a obtenção das diferentes qualidades de luz foram adotados os procedimentos descritos por Barros *et al.* (2005). No tratamento referente à ausência de luz foram utilizados gerboxes de coloração preta envolvidos em papel alumínio e na presença de luz foram utilizados gerboxes transparentes. Sob luz branca, fornecida por lâmpadas fluorescentes com irradiância em torno de  $20 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (Valio & Scarpa, 2001), os gerboxes não foram envolvidos em papel celofane. Para a obtenção do espectro vermelho, os gerboxes foram envolvidos em duas folhas de papel celofane de coloração vermelha, que durante o período luminoso permaneceram sob lâmpadas fluorescentes de 20 W. Para a obtenção do espectro vermelho-extremo os gerboxes foram envolvidos em cinco folhas de papel celofane (três de coloração azul e duas de coloração vermelha), que durante o período luminoso ficaram expostos a lâmpadas incandescentes. Esses conjuntos proporcionam, respectivamente, razão vermelho/vermelho-extremo de 0,6 e de 0,1 (Valio & Scarpa, 2001).

A instalação e a avaliação do tratamento de luz branca foram feitas sob iluminação normal de laboratório. Para os demais tratamentos essas operações foram realizadas sob luz verde de segurança, com espectro de  $0,02 \mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$  (Lopes & Soares, 2003).

Nos dois experimentos foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, em gerboxes contendo 30 g de vermiculita de granulometria média. As sementes e as plântulas foram avaliadas e contadas diariamente, de acordo com os critérios indicados nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) para as leguminosas. O período de duração do teste de germinação foi de 14 dias, quando as plântulas estavam com suas estruturas essenciais bem desenvolvidas (plântulas normais) e as sementes remanescentes no substrato se encontravam mortas.

Foram avaliados a porcentagem final e o índice de velocidade de germinação das sementes. O índice de velocidade foi calculado com a fórmula

de Maguire (1962), representado pelo somatório do número de sementes germinadas em cada contagem dividido pelo número de dias correspondente à respectiva contagem.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial  $2 \times 3$  (duas colorações e três temperaturas) no primeiro experimento e  $4 \times 4$  (quatro níveis de umidade e quatro qualidades de luz) no segundo experimento. Os dados em porcentagem foram submetidos ao teste de normalidade de Liliefors (Cruz, 2001), não havendo necessidade de transformação. A comparação entre as médias foi feita com a aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Primeiro Experimento

No primeiro experimento foi constatado efeito significativo dos fatores testados (coloração das sementes e temperatura) e da interação entre eles.

As sementes de coloração verde apresentaram maior porcentagem de germinação do que as de coloração marrom, nas três temperaturas testadas (TABELA 1). Não foi constatado efeito significativo da temperatura na capacidade germinativa das sementes marrons, mas as sementes verdes germinaram em maior porcentagem na temperatura constante de 30 °C. Menor porcentagem de germinação foi constatada na temperatura alternada.

Quanto ao índice de velocidade de germinação, os valores obtidos para as sementes verdes também foram maiores do que os obtidos para as marrons, nas três temperaturas testadas (TABELA 2). As sementes das duas colorações germinaram mais lentamente na temperatura alternada de 20-30 °C e não houve diferença significativa entre os valores obtidos para as duas temperaturas constantes.

TABELA 1 – Porcentagem de germinação das sementes de *Mimosa caesalpinifolia* (sansão-do-campo) de diferentes colorações, submetidas a diferentes temperaturas.

Temperatura		25 °C	30 °C	20-30 °C
Coloração	Verde	82 <i>aB</i>	92 <i>aA</i>	66 <i>aC</i>
	Marrom	45 <i>bA</i>	36 <i>bA</i>	42 <i>bA</i>
Coeficiente de variação: 9,05%				

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

TABELA 2 – Índice de velocidade de germinação das sementes de *Mimosa caesalpinifolia* (sansão-do-campo) de diferentes colorações, submetidas a diferentes temperaturas.

Temperatura		25 °C	30 °C	20-30 °C
Coloração	Verde	7,70 aA	7,78 aA	5,56 aB
	Marrom	3,44 bA	2,86 bAB	2,10 bB
Coeficiente de variação: 10,67%				

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Esses resultados mostram que as sementes de coloração verde são de melhor qualidade fisiológica e que a temperatura mais favorável para a germinação dessas sementes foi a constante de 30 °C, que conduziu a maiores valores de porcentagem e velocidade de germinação. A melhor qualidade das sementes de coloração verde está de acordo com os resultados obtidos no estudo de maturação desenvolvido por Alves (2003) e Alves *et al.* (2005b). De acordo com esses autores, as sementes atingiram a maturação fisiológica ainda com a coloração verde e, quando adquiriram a coloração marrom, houve redução na sua qualidade fisiológica, principalmente no vigor.

Bruno *et al.* (2001) também separaram as sementes dessa espécie em claras e escuras, porém, não foi caracterizada a coloração do tegumento. Os autores testaram as temperaturas constantes de 25 e 30 °C e quando o desponte foi adotado como tratamento pré-germinativo, as sementes claras germinaram em maior porcentagem que as escuras, nas duas temperaturas. A 25 °C não houve diferença significativa para o índice de velocidade de germinação, para as sementes das duas colorações, mas a 30 °C as sementes claras germinaram mais rapidamente do que às escuras. Para os dois parâmetros avaliados, as sementes claras não foram afetadas pela temperatura, mas as sementes escuras tiveram melhor desempenho germinativo a 25 °C.

Os resultados obtidos no presente trabalho discordam dos constatados por Bruno *et al.* (2001) em dois aspectos: as sementes verdes germinaram em maior porcentagem a 30 °C e o comportamento germinativo das sementes marrons foi semelhante nas duas temperaturas constantes (TABELAS 1 e 2). Aqueles autores não testaram a temperatura alternada, impossibilitando maior comparação entre os resultados obtidos nos dois trabalhos. Contudo, Torres *et al.* (1994) haviam constatado maior porcentagem de germinação de sementes

não separadas pela coloração na temperatura alternada de 20-30 °C (81%), em comparação com as constantes de 25 °C (76%) e de 30 °C (74%).

Alves *et al.* (2002) e Novembre *et al.* (2007) também não separaram as sementes pela coloração, mas testaram diferentes temperaturas constantes e alternadas. Alves *et al.* (2002) verificaram que a temperatura de 25 °C se mostrou mais adequada para a condução dos testes de germinação e vigor, enquanto Novembre *et al.* (2007) constataram que a condição mais favorável para a germinação foi a temperatura de 30 °C, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho. A faixa de temperatura de 28 a 32 °C, que é favorável para a germinação das sementes de muitas espécies, tem coincidido com uma fase de transição das membranas, como relataram Takaki *et al.* (1981).

Quanto à temperatura alternada, o índice de velocidade de germinação foi inferior ao obtido na temperatura constante, nos três trabalhos. Contudo, Novembre *et al.* (2007) obtiveram nas temperaturas alternadas (15-35 °C e 20-30 °C) porcentagem de germinação semelhante à constatada a 30 °C, enquanto no presente trabalho a porcentagem de germinação na temperatura alternada foi inferior à obtida nas duas temperaturas constantes (TABELA 1). Da mesma forma, quando o teste de germinação foi conduzido entre vermiculita, Alves *et al.* (2002) constataram menor porcentagem de germinação na temperatura alternada (20-30 °C), em comparação com as três temperaturas constantes testadas (20, 25 e 30 °C).

De acordo com Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia (1984), as sementes adaptadas para responder a flutuações da temperatura possuem mecanismos enzimáticos que funcionam a diferentes temperaturas. Assim, apenas quando ocorrem várias temperaturas ao longo do processo catalisado por essas enzimas é possível o pleno desenvolvimento da germinação.

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de; FIGLIOLIA, M. B. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sansão-do-campo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade.

Os resultados obtidos por Alves *et al.* (2002), Novembre *et al.* (2007) e neste trabalho evidenciaram que as sementes de sansão-do-campo não necessitaram de variação da temperatura para germinarem plenamente, ao contrário dos resultados obtidos por Torres *et al.* (1994).

Alguns fatores que prevalecem durante o desenvolvimento das sementes, como o fotoperíodo e a posição das sementes na planta-mãe, podem influenciar o subsequente comportamento germinativo (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1982). Estudando o efeito da temperatura, luz e variabilidade da população na germinação das sementes de sete espécies de *Pinus* que ocorrem na Península Ibérica, Escudero *et al.* (2002) verificaram que as respostas germinativas das sementes à temperatura ou à luz variaram com as diferenças entre populações. Segundo Probert (1993), a resposta germinativa das sementes está relacionada com a distribuição geográfica e ecológica das espécies; quando foram comparadas populações de uma ampla faixa geográfica, foram observadas diferenças marcantes na faixa de temperatura para a germinação.

Essas ponderações podem justificar a diferença entre as melhores temperaturas obtidas, nos diferentes trabalhos, para a germinação das sementes de sansão-do-campo. Torres *et al.* (1994) utilizaram sementes coletadas em Pernambuco, Bruno *et al.* (2001) e Alves *et al.* (2002) na Paraíba e Novembre *et al.* (2007) no Rio Grande do Norte\*,

enquanto no presente trabalho foram utilizadas sementes coletadas no Estado de São Paulo. Trabalhando com sementes dessa espécie coletadas em três municípios do Estado da Paraíba, Alves *et al.* (2005a) constataram que a germinação foi significativamente influenciada pela procedência, em testes conduzidos na mesma temperatura.

### 3.2 Segundo Experimento

No segundo experimento também houve efeito significativo dos dois fatores testados (umidade do substrato e qualidade de luz) e da interação entre esses fatores, para os dois parâmetros avaliados. Foram utilizadas apenas sementes de coloração verde e a temperatura constante de 30 °C, tratamentos estes que conduziram aos melhores resultados no primeiro experimento.

Menor porcentagem de germinação foi constatada na ausência de luz, para os três volumes de água adicionados ao substrato (TABELA 3). Não houve efeito significativo da umidade do substrato sob luz dos espectros vermelho e vermelho-extremo, mas sob luz branca e na ausência de luz as sementes germinaram em menor porcentagem em substrato menos umedecido. Com 45 mL de água maior porcentagem de germinação foi obtida sob luz vermelha, porém, com 60 e 75 mL não houve diferença significativa na germinação obtida sob luz dos espectros branco, vermelho e vermelho-extremo.

TABELA 3 – Porcentagem de germinação das sementes de *Mimosa caesalpinifolia* (sansão-do-campo) incubadas a 30 °C em substrato umedecido com diferentes volumes de água e submetidas a diferentes qualidades de luz.

Umidade do substrato		45 mL	60 mL	75 mL
Qualidade de luz	Branca	70 <i>bB</i>	78 <i>abAB</i>	85 <i>aA</i>
	Vermelha	86 <i>aA</i>	80 <i>aA</i>	82 <i>aA</i>
	Vermelho-extremo	77 <i>abA</i>	80 <i>aA</i>	80 <i>aA</i>
	Ausência	27 <i>cB</i>	64 <i>bA</i>	65 <i>bA</i>

Coefficiente de variação: 10,40%

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

(\*) Vieira, I. G. Coordenador Técnico do Setor de Sementes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, SP. Comunicação pessoal, 2008.

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de; FIGLIOLIA, M. B. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sansão-do-campo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade.

A velocidade de germinação das sementes não foi afetada pela luz, em substrato umedecido com 60 mL de água (TABELA 4). Com 45 mL de água o índice de velocidade de germinação foi menor na ausência de luz e com 75 mL

as sementes germinaram mais rapidamente sob luz branca do que na ausência de luz. Considerando os três volumes de água adicionados ao substrato, não houve diferença significativa entre os valores obtidos sob luz dos espectros branco, vermelho e vermelho-extremo.

TABELA 4 – Índice de velocidade de germinação das sementes de *Mimosa caesalpinifolia* (sansão-do-campo) incubadas a 30 °C em substrato umedecido com diferentes volumes de água e submetidas a diferentes qualidades de luz.

Umidade do substrato		45 mL	60 mL	75 mL
Qualidade de luz	Branca	5,28 <i>aA</i>	5,56 <i>aA</i>	6,06 <i>aA</i>
	Vermelha	6,14 <i>aA</i>	5,70 <i>aA</i>	5,84 <i>abA</i>
	Vermelho-extremo	5,56 <i>aA</i>	5,72 <i>aA</i>	5,68 <i>abA</i>
	Ausência	2,06 <i>bB</i>	4,92 <i>aA</i>	5,00 <i>bA</i>
Coeficiente de variação: 11,13%				

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

As sementes são consideradas fotoblásticas positivas quando a germinação é substancialmente maior na presença do que na ausência de luz; quando ocorre o contrário, elas são denominadas fotoblásticas negativas (Labouriau, 1983). Nos casos em que ocorre considerável germinação tanto na presença como na ausência de luz, Klein & Felipe (1991) ponderaram que este caráter é apenas quantitativo e o comportamento das sementes pode ser considerado como um fotoblastismo preferencial.

Como as sementes de sansão-do-campo germinaram de forma satisfatória na ausência de luz, principalmente quando o substrato foi umedecido com 60 e 75 mL de água, porém de forma mais expressiva na presença de luz, estas podem ser consideradas fotoblásticas positivas preferenciais. Pode-se verificar que mais da metade das sementes se mostrou indiferente ou insensível à luz; de acordo com Takaki (2001), as sementes com este comportamento possuem fitocromo A controlando a germinação através da resposta de fluência muito baixa.

A caatinga não é uma vegetação densa e, após a dispersão, as sementes permanecem principalmente a pleno sol, expostas à luz vermelha. Contudo, se as sementes de sansão-do-campo ficarem sob a vegetação, onde predomina a luz do espectro vermelho-extremo (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1984), elas terão a mesma probabilidade de germinar, uma vez que não houve diferença significativa entre essas duas qualidades de luz, para a porcentagem e a velocidade de germinação.

A vegetação característica da caatinga é xerófila, ocorrendo em clima semi-árido quente, com escassez de chuvas (Carvalho, 2003). Assim, as sementes de sansão-do-campo estão adaptadas para germinar com baixo nível de umidade do solo, pois tanto sob luz vermelha quanto sob luz do espectro vermelho-extremo as sementes apresentaram porcentagem e velocidade de germinação semelhantes, independentemente do volume de água adicionado ao substrato.

Para sementes de outras espécies arbóreas também foram testados diferentes volumes de água destilada adicionados a 30 g de vermiculita e os resultados variaram com a espécie. Silva *et al.* (2007) adicionaram 30, 60 e 90 mL de água e verificaram que as sementes de *Acacia polyphylla* (monjoleiro) germinaram melhor no substrato que recebeu menor quantidade de água (30 mL).

Em outros trabalhos, a vermiculita foi umedecida com 45, 90 e 135 mL de água destilada. Sementes de *Gallesia integrifolia* (pau-d'alho) e de *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) germinaram melhor com 45 e 90 mL de água, como verificaram Barros *et al.* (2005) e Figliolia *et al.* (2006), respectivamente. Sementes de outras espécies germinaram melhor com 90 mL de água, como constataram Figliolia *et al.* (2006) para *Myroxylon peruiferum* (cabreúva-vermelha) e Silva *et al.* (2007) para *Aspidosperma ramiflorum* (guatambu). As sementes de *Lafoensia glyptocarpa* (mirindiba-rosa), por outro lado, germinaram melhor em substratos mais umedecidos (90 e 135 mL de água), como verificaram Figliolia *et al.* (2006).

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de; FIGLIOLIA, M. B. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sansão-do-campo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade.

Em laboratório, o teste de germinação pode ter a duração de 14 dias, utilizando a vermiculita como substrato, umedecida com 75 mL de água destilada. O germinador pode ser regulado para 30 °C, sob luz branca (fotoperíodo de 8 h), que tem efeito semelhante ao da luz vermelha (Borges & Rena, 1993) e é comum nos laboratórios de sementes. Embora de forma não significativa, essa combinação de fatores conduziu aos melhores resultados de porcentagem e velocidade de germinação das sementes de sansão-do-campo.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho com sansão-do-campo permitem concluir que:

1. As sementes de coloração verde são de melhor qualidade fisiológica, germinaram melhor a 30 °C e nesta temperatura se comportaram como fotoblásticas positivas preferenciais;
2. O teste de germinação pode ser conduzido a 30 °C, com fotoperíodo de 8 h sob luz branca, com 30 g de vermiculita umedecida com 75 mL de água destilada, e ter a duração de 14 dias, e
3. Os resultados obtidos permitem supor que, em condições naturais, as sementes sejam capazes de germinar tanto a pleno sol (luz do espectro vermelho) como sob a vegetação (luz do espectro vermelho-extremo).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. U. **Maturação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)**. 2003. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ALVES, E. U. *et al.* Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Rev. Bras. Sem.**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.
- \_\_\_\_\_. Dormência e desenvolvimento de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) Benth. **Rev. Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, p. 655-662, 2004.
- ALVES, E. U. *et al.* Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e o vigor. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 877-885, 2005<sup>a</sup>.
- \_\_\_\_\_. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Rev. Bras. Sem.**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 1-8, 2005b.
- BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'alho) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.
- BARROSO, G. M. *et al.* **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa-MG: Editora UFV, 1999. 443 p.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **Am. Jour. Bot.**, Columbus, v. 75, n. 2, p. 286-305, 1988.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 83-135.
- BRAGA, R. **Plantas da caatinga: especialmente do Ceará**. 3. ed. Fortaleza: Imprensa Oficial, 1976. v. 62, 540 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BRUNO, R. L. A. *et al.* Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Rev. Bras. Sem.**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 136-143, 2001.
- CARVALHO, P. E. R. Aspectos ecológicos. In: \_\_\_\_\_. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 34-41.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa-MG: UFV, 2001. 648 p.
- ESCUADERO, A.; PÉREZ-GARCIA, F.; LUZURIAGA, A. L. Effects of light, temperature and population variability on the germination of seven Spanish pines. **Seed Sci. Res.**, Wallingford, v. 12, n. 4, p. 261-271, 2002.

SILVA, A. da; AGUIAR, I. B. de; FIGLIOLIA, M. B. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (sansão-do-campo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade.

- FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B.; SILVA, A. Germinação de sementes de *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (mirindiba-rosa), *Myroxylon peruiferum* L. f. (cabreúva-vermelha) e *Cedrela fissilis* Vell. (cedro-rosa). **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, n. único, p. 49-58, 2006.
- GARCIA, J.; DUARTE, J. B.; FRASSETO, E. G. Superação de dormência em sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* L.). **Pesq. Agrop. Trop.**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 29-31, 2002.
- GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares.** São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007. p. 157.
- KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes invasoras. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, DF, v. 26, n. 7, p. 955-966, 1991.
- LABOURIAU, L. G. Fotoblastismo. In: \_\_\_\_\_. **A germinação das sementes.** Washington, D.C.: OEA, 1983. p. 79-100.
- LOPES, J. C.; SOARES, A. S. Germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, n. 75, p. 31-38, 2003.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992. p. 179.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Sci.**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARTINS, C. C.; CARVALHO, N. M.; OLIVEIRA, A. P. Quebra de dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Rev. Bras. Sem.**, Brasília, DF, v. 14, n. 1, p. 5-8, 1992.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. The ecology of germination. In: \_\_\_\_\_. **The germination of seeds.** 3. ed. Oxford: Pergamon Press, 1982. p. 167-196.
- NOVEMBRE, A. D. L. C. *et al.* Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. – Fabaceae-Mimosoideae). **Rev. Bras. Sem.**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 42-45, 2007.
- PROBERT, R. J. The role of temperature in germination ecophysiology. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities.** Wallingford: CAB International, 1993. p. 285-325.
- SILVA, A.; FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro) e de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg. (guatambu). **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 353-361, 2007.
- TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 103-107, 2001.
- \_\_\_\_\_.; KENDRICK, R. E.; DIETRICH, S. M. C. Interaction of light and temperature on the germination of *Rumex obtusifolius* L. **Planta**, Berlin, v. 152, n. 3, p. 209-214, 1981.
- TORRES, S. B.; FIRMINO, J. L.; MELLO, V. D. C. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 629-630, 1994.
- VALIO, I. F. M.; SCARPA, F. M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 79-84, 2001.
- VÁZQUES-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiología ecológica de las semillas de árboles de la selva tropical: un reflejo de su ambiente. **Ciencia**, Santo Domingo, n. 35, p. 191-201, 1984.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M. A. M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 4/5, n. 4, p. 57-140, 1965/66.

# LEVANTAMENTO DA FAMÍLIA GENTIANACEAE JUSS. NO NÚCLEO CURUCUTU, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR, SÃO PAULO\*

Allan Carlos PSCHIEDT\*\*  
Paulo AFFONSO\*\*

## RESUMO

Este trabalho apresenta as espécies de Gentianaceae encontradas no Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar. São fornecidas chave de identificação, descrições, observações fenológicas, ilustrações e distribuição geográfica. Foram encontradas duas espécies: *Irlbachia oblongifolia* (Mart.) Maas e *Macrocarpaea rubra* Malme.

Palavras-chave: Gentianaceae; *Irlbachia*; *Macrocarpaea*; Núcleo Curucutu.

## 1 INTRODUÇÃO

A família Gentianaceae Juss. compreende cerca de 87 gêneros e entre 1.615 e 1.688 espécies distribuídas em 6 tribos (Struwe & Albert, 2002). No Brasil a família compreende 28 gêneros e 90 espécies (Cordeiro & Hoch, 2005).

Suas espécies variam de pequenas ervas anuais a arbustos, lianas ou árvores, com alguns representantes saprófitos. Suas inflorescências são em dicásio, raramente racemosas, ou flores solitárias. As flores podem ser amarelas, róseas, ou azuladas (Villarreal, 2001; Maas & Maas, 2005).

A família ocorre principalmente nas regiões temperadas e tropicais montanhosas

## ABSTRACT

This work presents the species of Gentianaceae found at the Curucutu Nucleus, Serra do Mar State Park. The identification key, descriptions, phenological observations, illustrations and geographical distribution are provided. Two species were found: *Irlbachia oblongifolia* (Mart.) Maas and *Macrocarpaea rubra* Malme.

Key words: Gentianaceae; *Irlbachia*; *Macrocarpaea*; Curucutu Nucleus.

(Elias & Robyns, 1975; Mészáros *et al.*, 1996; Maas & Maas, 2005), crescendo em desertos, savanas, pradarias, florestas e tundras (Gilg, 1895; Rork, 1949; Struwe & Albert, 2002).

As espécies neotropicais são as mais diversas da família quanto ao tipo de pólen (mônades, tétrades ou políades), frutos (cápsulas ou bagas), flores (hipocraterimorfais, urceoladas, campanuladas), anteras (versáteis, basifixas, dorsifixas, recurvadas ou eretas), e hábito (ervas, arbustos ou árvores) (Struwe & Albert, 1998).

As Gentianaceae arbustivas dos neotrópicos estão entre as espécies mais representadas em grandes altitudes de florestas tropicais (Sytsma, 1987).

(\*) Parte do trabalho de monografia do primeiro autor. Aceito para publicação em agosto de 2008.

(\*\*) Herbário Unisa, Faculdade de Biologia, Universidade de Santo Amaro, Rua Prof. Enéas de Siqueira Neto, 40, 04829-000, São Paulo, SP, Brasil.  
E-mail: paffonso@unisa.br

Os objetivos deste trabalho foram: dar continuidade ao estudo da flora do Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar; descrever as espécies de Gentianaceae coletadas, incluindo seu estudo fenológico, e confeccionar uma chave de identificação para as espécies; contribuir para a pesquisa em Gentianaceae no Brasil, principalmente para a flora do Estado de São Paulo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: o Núcleo Curucutu localizado no Parque Estadual da Serra do Mar, onde o Herbário UNISA, em parceria com o Herbário Municipal de São Paulo (PMSP), desenvolve o estudo da flora local, possui sua sede administrativa no município de São Paulo, sendo administrado pela Divisão de Reservas e Parques Estaduais do Instituto Florestal do Estado de São Paulo (Garcia & Pirani, 2005).

O Núcleo foi criado como Reserva Florestal em 1960, com 12.090 ha. Foi incorporado ao Parque Estadual da Serra do Mar em 1977, passando atualmente por redefinição fundiária. Ocupa parte dos municípios de Itanhaém, Jquitiba e São Paulo e trata-se de uma das porções menos conhecidas da Serra do Mar, apesar de localizada na capital paulista (Garcia & Pirani, 2005).

O relevo da região é montanhoso, composto de morros altos e médios com declives e vales.

O clima é úmido, com alta pluviosidade e presença de nevoeiros (Garcia & Pirani, 2005). A cobertura vegetal é composta por formação campestre entremeada com matas nebulares e matas de galeria.

Os espécimes foram coletados no período de abril/2005 a outubro/2007 no setor nordeste do Núcleo Curucutu, nas seguintes trilhas: Trilha da Bica, Trilha da Captação, Trilha da Entrada, Trilha da Estrada Principal, Trilha do Campo e Trilha do rio Embu-Guaçu. O procedimento empregado para coleta e herborização segue o descrito por Fidalgo & Bononi (1989).

As análises e identificações das amostras foram realizadas por meio da comparação das mesmas com a literatura (Lindsey, 1940; Ewan, 1948; Cordeiro, 1987; Sytsma, 1987; Caruzo & Cordeiro, 2000; Grant & Weaver Jr., 2003; Cordeiro, 2004; Cordeiro & Hoch, 2005; Grant, 2005) e coleções depositadas nos herbários consultados. A terminologia morfológica utilizada foi a de Radford *et al.* (1976), Harris & Harris (1994) e Barroso *et al.* (1999). Os desenhos foram realizados à mão-livre com o auxílio de um esteriomicroscópio para a análise das estruturas menores.

Foram consultados os acervos dos herbários PMSP, SP, SPF e SPSE, para obtenção de informações sobre a distribuição geográfica e fenologia das espécies.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A família Gentianaceae é representada na área de estudo por apenas duas espécies.

### Chave de identificação para as espécies de Gentianaceae do Núcleo Curucutu

1. Planta herbácea, caule cilíndrico, folhas sésseis, corola hipocraterimorfa.....*Irlbachia oblongifolia*
- 1'. Planta arbustiva, caule tetragonal, folhas pecioladas, corola urceolada.....*Macrocarpaea rubra*

1. *Irlbachia oblongifolia* (Mart.) Maas, Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. 88(4): 410. 1985.

#### FIGURAS 1 A-G.

Nome vulgar: genciana-do-campo.

Erva, 25-78,5 cm alt., glabra. Caule cilíndrico. Folhas opostas, sésseis, espatuladas, 1,4-3,9 cm compr., 1-2,1 cm larg., faces discolores, base cuneada, decorrente no caule, ápice arredondado a levemente retuso, venação acródoma. Inflorescência terminal em dicásio ou flores solitárias axilares, 3-29 cm compr., 1-2 flores por ramo; brácteas inconspícuas, espatuladas, 3-10 mm compr., 1-4 mm larg., sésseis, base cuneada, ápice emarginado; flores 5-meras, 1,8-2,6 cm compr.; cálice campanulado, 5-lobado, 6-9 mm compr., 4-7 mm larg., provido de coléteres digitiformes na porção basal interna, lobos obovados, ca. 5 mm compr., ca. 3 mm larg., ápice arredondado, creme-esverdeado, base esverdeada; corola hipocraterimorfa, 5-(6)-lobada, 15-20 mm compr. no tubo, ca. 3-4 mm larg. no tubo, 15-20 mm larg. no ápice, creme-amarelada, lobos arredondados a obtusos, ca. 6 mm compr., ca. 6 mm larg.; estames 5(6), creme-amarelados, filetes desiguais, não curvados, 2-3 mm compr., achatados, anteras oblongo-lanceoladas, ca. 2 mm compr., ca. 1 mm larg., basifixas; pistilo lageniforme, 9-13 mm compr., ovário 5-8 mm compr., castanho-amarelado, estilete filiforme, 1-2 mm compr., castanho-amarelado, estigma 2-lobado, 2-3 mm compr., castanho-amarelado, disco nectarífero anular; fruto cápsula septicida, obovóide, 1-1,5 cm compr., creme-acastanhado, estilete não persistente, sementes arredondadas, não angulosas, testa foveada, ca. 0,1 mm compr., ca. 0,1 mm larg., acastanhadas.

Material examinado: Trilha do Campo, **R. Simão-Bianchini 889**, fl., 18/01/1996 (PMSP/SP); Trilha da Entrada, **R.J.F. Garcia 1384**, fl., 16/11/1997 (PMSP/UNISA); Trilha do Campo, **R.J.F. Garcia 1451**, fl., 14/12/1997 (PMSP/UNISA); Trilha da Estrada Principal, **C.M. Izumisawa 80**, fl., 17/04/1998 (PMSP/UNISA); Trilha do Campo, **P. Affonso 371**, fl., 18/03/1999 (PMSP/UNISA); Trilha da Mata dos Pinheiros,

**P. Affonso 496**, fl., fr., 13/03/2001 (UNISA); Trilha do Campo, **P. Affonso 638**, fl., fr., 12/05/2004 (UNISA); Trilha do Campo, **P. Affonso 819**, fl., fr., 28/04/2005 (UNISA); Estrada da Entrada, **Pscheidt 3**, fl., 11/12/2006 (UNISA); Estrada da Entrada, **Pscheidt 4**, fl., 11/12/2006 (UNISA); Estrada da Entrada, **Pscheidt 5**, fl., 21/02/2007 (UNISA); Trilha do Campo, **Pscheidt 8**, fr., 09/10/2007 (UNISA); Estrada da Entrada, **Pscheidt 9**, fr., 09/10/2007 (UNISA).

Material adicional: MINAS GERAIS: Caldas, Cascata, **F.C. Hoehne s/n**, fr., 10/01/1919 (SP 2763). SÃO PAULO: São Paulo, Avenida Paulista, **P.A. Usteri s/n**, fl., fr., 02/02/1906 (SP 15838); Bairro Ipiranga, **Luederwaldt 15842**, fl., 02/02/1908 (SP/SPF); Campo Congonhas, **W. Hoehne s/n**, fl., 04/11/1941 (SP 258026).

No presente trabalho foi seguida a circunscrição estabelecida por Maas (1985) para o gênero *Irlbachia*, ou seja, *Helia* é considerado como um dos seus sinônimos.

O gênero *Irlbachia* Mart. ocorre principalmente em campos da América do Sul (Maas & Maas, 2005). No Brasil está presente de norte a sul, em campos rupestres, cerrados e campos alto-montanos, sempre em terrenos úmidos (Cordeiro & Hoch, 2005).

Na área de estudo, a espécie foi observada formando pequenas populações em vegetação campestre, principalmente em barrancos, com incidência de luz direta, em solo úmido; florescendo e frutificando de outubro a maio. Segundo Cordeiro & Hoch (2005), a espécie ocorre nos estados da Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e São Paulo, em campos úmidos.

*Irlbachia oblongifolia* compartilha os campos úmidos no Estado de São Paulo com *I. alata* (Aubl.) Maas, *I. caerulescens* (Aubl.) Griseb. e *I. pedunculata* (Cham. & Schldtl.) Maas. A presença da corola creme-esverdeada e hipocraterimorfa em *I. oblongifolia* diferencia esta espécie das outras três que apresentam corola campanulada, sendo creme-esverdeada em *I. alata*, azul a violácea em *I. caerulescens* e vermelha em *I. pedunculata*. O caule cilíndrico de *I. oblongifolia* também auxilia em sua separação de *I. caerulescens* e *I. pedunculata*, que possuem caule tetragonal.

2. *Macrocarpaea rubra* Malme, Ark. Bot. 22A(2): 3. 1928

FIGURAS 1 H-N.

Nome vulgar: genciana-lunar, genciana-do-Brasil.

Subarbusto, 0,6-2 m alt., glabrescente, esparsamente pubescente nos ramos, folhas, brácteas, inflorescências, pedicelos e cálices. Caule tetragonal. Folhas opostas, pecioladas, elípticas a obovais, 24-25 cm compr., 11-12,5 cm larg., faces descolores, base cuneada, não decorrente no caule, ápice arredondado a levemente acuminado, venação broquidódroma; pecíolo 4-6 cm compr. Inflorescência dicásio, 4,5-10,5 cm compr., 2-6 flores por ramo; brácteas conspicuas, ovais a elípticas, 2,2-3,4 cm compr., 1,7-3 cm larg., sésseis, base levemente cordada, ápice arredondado a levemente acuminado; bractéolas ovais a elípticas, 3-14 mm compr., 3-12 mm larg., sésseis, esverdeadas; flores 5-meras, 2,9-3,2 cm compr.; cálice campanulado, 5-lobado, 12-15 mm compr., 8-10 mm larg., provido de coléteres digitiformes na porção basal interna, lobos ovados, ca. 8 mm compr., ca. 7 mm larg., ápice arredondado creme-esverdeado, base esverdeada; corola urceolada, 5-lobada, 2-2,5 cm compr., 1-1,5 cm larg., creme-amarelada, lobos arredondados, ca. 4 mm compr., ca. 3,5 mm larg.; estames 5, creme-amarelados, filetes desiguais, curvados em direção à face abaxial do tubo, 14-16 mm compr., cilíndricos, anteras oblongas, 4-5 mm compr., 2-3 mm larg., dorsifixas; pistilo lageniforme, 20-23 mm compr., ovário 8-9 mm compr., creme-amarelado, estilete filiforme, 10-11 mm compr., creme-acastanhado, estigma 2-lobado, 2-3 mm compr., creme-acastanhado, disco nectarífero anular; fruto cápsula loculicida, ovóide, 1,5-2,5 cm compr., creme-acastanhado, estilete persistente, sementes achatadas, angulosas, testa papilosa, ca. 1 mm compr., ca. 0,5 mm larg., acastanhadas.

Material examinado: Trilha do rio Embú-Guaçu, **P. Affonso 28**, fr., 08/07/1997 (PMSP/SPF/SPSF/UNISA); Trilha do rio Embú-Guaçu,

**P. Affonso 97**, fl., fr., 22/08/1997 (PMSP/UNISA); Trilha do rio Branco, **R.J.F. Garcia 1664**, fl., fr., 30/10/1998 (PMSP); Trilha do Banquinho, **P. Affonso 341**, fl., fr., 28/01/1999 (PMSP); Trilha da Mata, **M.A.S. Mayworm 138**, fl., 29/10/1999 (PMSP); Trilha do rio Embú-Guaçu, **R.J.F. Garcia 1773**, fl., fr., 29/10/1999 (PMSP/SPF/UNISA); Trilha da Mata, **M.A.S. Mayworm 212**, fl., 22/06/2001 (UNISA); Trilha da Mata, **M.A. Pena 07**, fl., fr., 27/12/2001 (PMSP); Trilha da Bica, **P. Affonso 747**, fl., fr., 24/11/2004 (UNISA); Trilha da Bica, **Pscheidt 1**, fr., 25/09/2006 (UNISA); Trilha da Captação d'água, **Pscheidt 2**, fl., fr., 25/09/2006 (UNISA); Trilha do Banquinho, **Pscheidt 7**, fr., 12/03/2007 (UNISA).

Material adicional: PARANÁ: Morretes, Porto de Cima, **G. Hatschbach 43301**, fl., 22/10/1980 (SPF). RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, Estrada do Sumaré, **A. Ducke s/n**, fr., 21/10/1939 (SP 374387). SÃO PAULO: Bananal, Mata de Encosta, **E.A. Rodrigues 234**, fl., fr., 28/09/1984 (SP).

*Macrocarpaea* (Griseb.) Gilg é o maior gênero dentro da tribo Helieae (Grant & Struwe, 2001). Apresenta espécies herbáceas, subarbutivas, arbustivas e arvoretas (Cordeiro, 1987; Grant & Struwe, 2000, 2001), é exclusivo das regiões neotropicais (Ewan, 1948; Grant & Struwe, 2000; Cordeiro & Hoch, 2005), e sua maior diversidade ocorre na Cordilheira dos Andes na Colômbia, Equador e Peru (Ewan, 1948; Sytsma, 1987; Grant & Struwe, 2001). No Brasil ocorrem quatro espécies, três no Sudeste e uma junto ao escudo das Guianas (Cordeiro & Hoch, 2005).

A espécie foi observada na área de estudo formando pequenas populações ou indivíduos isolados na mata de galeria ou nebulosa em barrancos e locais sombreados; florescendo e frutificando de junho a março. Segundo Cordeiro & Hoch (2005), a espécie ocorre nos estados do Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo, exclusivamente em Mata Atlântica.

*M. rubra* difere de *M. obtusifolia* principalmente quanto à corola urceolada na primeira, e campanulada na última.

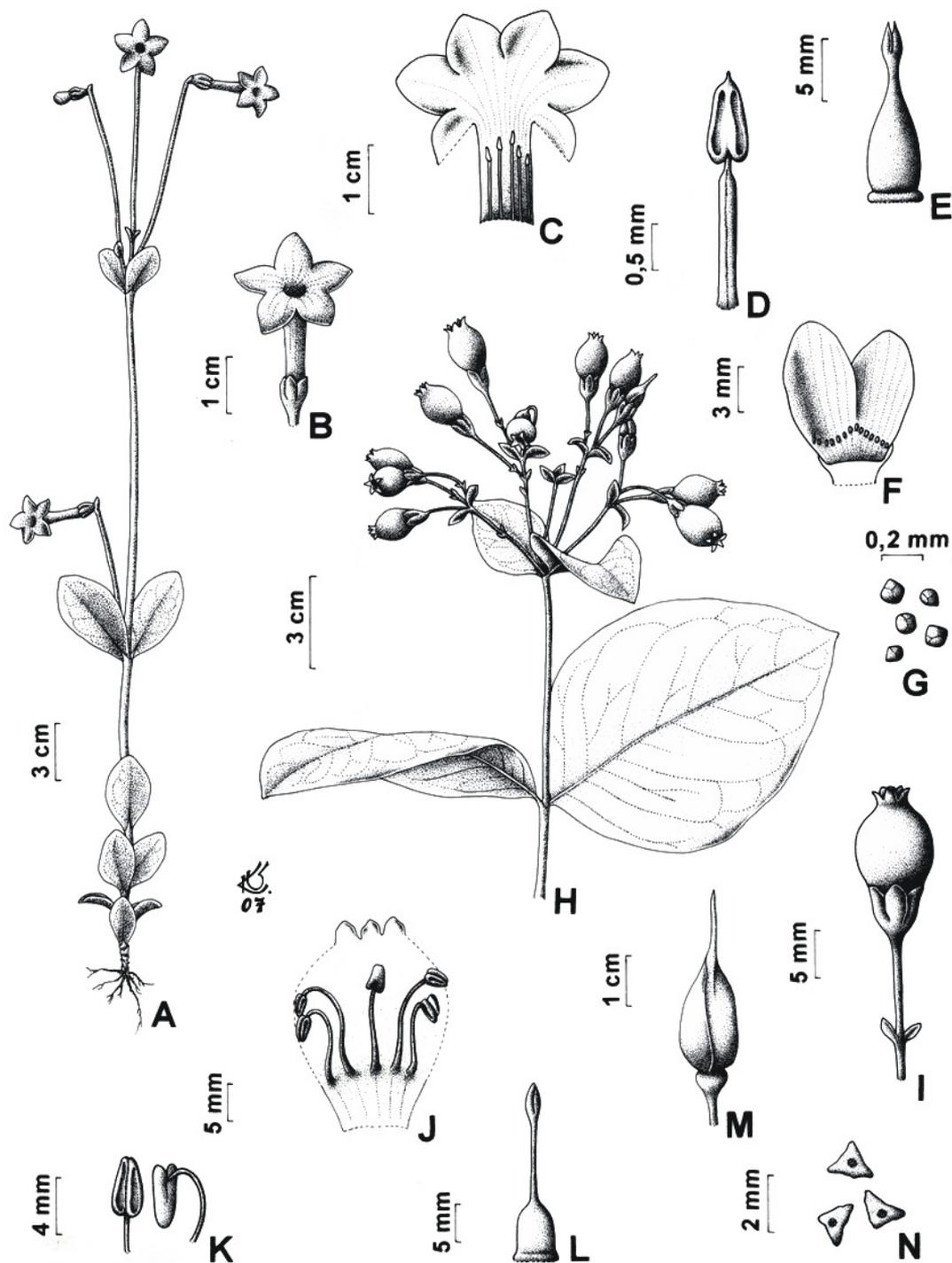


FIGURA 1 – A-G. *Irlbachia oblongifolia*. A. Hábito; B. Flor; C. Corola rebatida; D. Estame; E. Pistilo; F. Corte longitudinal do cálice mostrando coléteres digitiformes; G. Sementes; H-N. *Macrocarpaea rubra*. H. Ramo florido; I. Flor; J. Corola rebatida; K. Estame com detalhe da antera; L. Pistilo; M. Fruto; N. Sementes.

#### 4 CONCLUSÕES

No Núcleo Curucutu a família Gentianaceae está representada por duas espécies. Os caracteres que se mostraram relevantes na identificação das espécies foram o hábito (herbáceo em *I. oblongifolia* e arbustivo em *M. rubra*), caule (cilíndrico em *I. oblongifolia* e tetragonal em *M. rubra*), folhas (sésseis em *I. oblongifolia* e pecioladas em *M. rubra*) e corola (hipocraterimorfa em *I. oblongifolia* e urceolada em *M. rubra*).

#### 5 AGRADECIMENTOS

À Dra. Inês Cordeiro do Instituto de Botânica de São Paulo, à Dra. Lena Struwe da Rutgers University, e à pós-graduanda Maria Fernanda Calió, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo pela atenção, auxílio no levantamento bibliográfico e resolução de dúvidas. Aos curadores dos herbários consultados, por permitirem as pesquisas aos acervos. À Universidade de Santo Amaro pelo apoio financeiro. A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, G. M. *et al.* **Frutos e sementes:** morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas. Viçosa-MG: UFV, 1999. 443 p.

CARUZO, M. B. R.; CORDEIRO, I. Gentianaceae. In: MELO, M. M. da R. F. de *et al.* (Org.). **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil)**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2000. v. 7, p. 93-98, 2000.

CORDEIRO, I. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Gentianaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 9, p. 227-242, 1987.

\_\_\_\_\_. Flora de Grão-Mongol, Minas Gerais: Gentianaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 137-140, 2004.

CORDEIRO, I.; HOCH, A. M. Gentianaceae. In: WANDERLEY, M. G. L. *et al.* (Org.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: RIMA/FAPESP, 2005. v. 4, p. 211- 222.

GRANT, J. R.; WEAVER Jr., R. E. De *Macrocarpaeae Grisebach (Ex Gentianaceis) Speciebus Novis IV*: Eleven new species of *Macrocarpaea* (Gentianaceae: Helieae) from Central and South America, and the first report of the presence of stipules in the family. **Harvard Papers in Botany**, Cambridge, v. 8, n. 1, p. 83-109, 2003.

ELIAS, T. S.; ROBYNS, A. Gentianaceae. In: WOODSON JR., R. E. *et al.* Flora of Panama. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 62, n. 1, p. 61-101, 1975.

EWAN, J. A revision of *Macrocarpaea*, a neotropical genus of shrubby gentians. **Contributions from the United States National Herbarium**, Washington, D.C., v. 29, p. 209-250, 1948.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. (Coord.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, 1989. 62 p.

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

GILG, E. Gentianaceae. In: ENGLER, A.; PRANTL, K. (Ed.). **Die Natürlichen Pflanzenfamilien**. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1895. v. 4, n. 2, p. 50-108.

GRANT, J. R. De *Macrocarpaeae Grisebach (ex Gentianaceis) Speciebus Novis VI*: Seed morphology, palynology, and infrageneric classification, and another twenty-three new species largely from Colombia. **Harvard Papers in Botany**, Cambridge, v. 9, n. 2, p. 305-342, 2005.

\_\_\_\_\_.; STRUWE, L. Morphological evolution and neotropical biogeography in *Macrocarpaea* (Gentianaceae: Helieae). **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 87, p. 131, 2000, suppl.

\_\_\_\_\_. De *Macrocarpaeae Grisebach (Ex Gentianaceis) Speciebus Novis I*: An introduction to the genus *Macrocarpaea* and three new species from Colombia, Ecuador, and Guyana. **Harvard Papers in Botany**, Cambridge, v. 5, n. 2, p. 489-498, 2001.

PSCHIEDT, A. C.; AFFONSO, P. Levantamento da família Gentianaceae Juss. no Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo.

HARRIS, J. G.; HARRIS, M. W. **Plant identification terminology**: an illustrated glossary. Utah: Spring Lake Publishing, 1994. 197 p.

LINDSEY, A. A. Floral Anatomy in the Gentianaceae. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 27, n. 8, p. 640-652, 1940.

MAAS, P. J. M. Nomenclatural notes on Neotropical Lisyiantheae (Gentianaceae). **Proc. Kon- inkl. Nederl. Akad. Wetensch.**, Amsterdam, v. 88, n. 4, p. 405-412, 1985.

MAAS, H.; MAAS, P. J. M. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Gentianaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 86, p. 169-173, 2005.

MÉSZAROS, S.; LAET, J.; SMETS, E. Phylogeny of temperate Gentianaceae: a morphological approach. **Systematic Botany**, Laramie, v. 21, n. 2, p. 153-168, 1996.

RADFORD, A. E. *et al.* **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row, 1976. 891 p.

RORK, C. L. Cytological studies in the Gentianaceae. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 36, n. 9, p. 687-701, 1949.

STRUWE, L.; ALBERT, V. A. *Lisianthus* (Gentianaceae), its probable homonym *Lisyanthus*, and the priority of *Helia* over *Irlbachia* as its substitute. **Harvard Papers in Botany**, Cambridge, v. 3, n. 1, p. 63-71, 1998.

STRUWE, L.; ALBERT, V. A. **Gentianaceae – systematics and natural history**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 670 p.

SYTSMA, K. J. The shrubby gentian genus *Macrocarpaea* in Panama. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 74, p. 310-313, 1987.

VILLARREAL, J. A. **Flora de Veracruz: Gentianaceae**. Xalapa: A.C, 2001. 67 p.



# VARIABILIDADE GENÉTICA DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *Dipteryx alata* Vog. POR MEIO DE CARACTERES NUTRICIONAIS EM SEMENTES<sup>1</sup>

Daniela Silvia de Oliveira CANUTO<sup>2</sup>

Alexandre Marques da SILVA<sup>3</sup>

Marcela Aparecida de MORAES<sup>3</sup>

Cristina Lacerda Soares Petrarolha da SILVA<sup>3</sup>

Mario Luiz Teixeira de MORAES<sup>3</sup>

Marco Eustáquio de SÁ<sup>4</sup>

## RESUMO

*Dipteryx alata* Vog. – Leguminosa Faboidaceae (baru) é uma espécie arbórea que ocorre distribuída amplamente no cerrado. Suas árvores fornecem sombra e alimento para o gado. O fruto é rico em nutrientes, assim como a semente, que é consumida na forma de doces ou torradas. Devido à fragmentação, o bioma Cerrado apresenta apenas 20% de sua vegetação original. Isso levou à perda de alelos, diminuindo a potencialidade dessas populações em se manterem sob novas condições ambientais. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade genética inter e intrapopulacional de três populações naturais de baru localizadas nos estados de Minas Gerais (Campina Verde), Goiás (Itarumã) e Mato Grosso do Sul (Brasilândia), utilizando caracteres nutricionais da semente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 48 tratamentos (progênies) na população de Minas Gerais, 28 na população de Goiás e 41 na população de Mato Grosso do Sul, e três repetições (nos caracteres nutricionais das sementes). As médias obtidas em  $\text{g.kg}^{-1}$  em sementes para os macronutrientes foram: 38,89 (nitrogênio); 4,62 (fósforo); 9,52 (potássio); 4,22 (cálcio); 1,87 (magnésio); 2,38 (enxofre) e para o micronutriente zinco foi  $39,30 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Para a maioria dos caracteres estudados a maior parte da variabilidade genética se encontra dentro de populações. Portanto, a coleta de sementes para conservação *ex situ* de *D. alata* pode ser realizada dentro das populações e *in situ* são necessárias medidas que proporcionem o aumento de fluxo gênico entre as populações, como os corredores ecológicos.

Palavras-chave: baru; cerrado; nutrientes; variabilidade genética.

## ABSTRACT

*Dipteryx alata* Vog. – Leguminosa Faboidaceae is a tree species that is distributed thoroughly at the Cerrado. The tree is leafy; it supplies shade and food for the cattle. The fruits are rich in nutrients, as well as the seeds, that are consumed in the form of candies or toasts. Actually, in Cerrado there are only 20% of original vegetation and consequently the populations of the native tree species were fragmented. This caused the loss of alleles, the ones that possibly guaranteed the capacity of these populations of staying under new environmental conditions. Due to this situation, the objectives of this study had been to evaluate the genetic variability into and among three natural populations of *D. alata* located in Minas Gerais, Goiás and Mato Grosso do Sul State, using nutrient seed traits. The trial was established in a completely random design with 48 treatments (progenies) from Minas Gerais, 28 from Goiás and 41 from Mato Grosso do Sul populations, and three replications. The averages of the populations for the macronutrient in  $\text{g.kg}^{-1}$  of seed had been analyzed: nitrogen (38.89), phosphorus (4.62), potassium (9.52), calcium (4.22), magnesium (1.87) and sulphur (2.38) and the micronutrient zinc (39.30) in  $\text{mg.kg}^{-1}$ . For the majority of the studied traits, the genetic variability was found within populations. Thus, for seeds collections for *ex situ* conservation of *D. alata*, seeds can be harvested within populations, and for *in situ* conservation is necessary to increase the genetic connectivity among populations, using for example ecological corridors.

Keywords: baru; cerrado; genetic diversity; nutrients.

(1) Aceito para publicação em agosto de 2008.

(2) Agronomia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP e bolsista da CAPES, Av. Brasil Centro, 56, Caixa Postal 31, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: dsocanuto@aluno.feis.unesp.br

(3) Laboratório de Genética de Populações e Silvicultura, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP. E-mails: amsilva@agr.feis.unesp.br; ma\_apmoraes@yahoo.com.br; cristina@agr.feis.unesp.br; teixeira@agr.feis.unesp.br

(4) Laboratório de Análise de Sementes, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP. E-mail: marcosa@agr.feis.unesp.br

## 1 INTRODUÇÃO

*Dipteryx alata* pertence à família Leguminosa Faboidaceae e é comumente conhecido como cumbaru, cumaru e coco de anta. A espécie é arbórea, oferece um fruto de casca fina, com polpa farinácea e um endocarpo rígido, com uma amêndoa dura e comestível, sendo este, seu principal atrativo para homens e animais. As sementes são nutritivas e recomenda-se a torrefação antes de serem consumidas (Togashi, 1993). Quando maduros, os frutos caem com facilidade da árvore e são consumidos pelos rebanhos criados extensivamente, funcionando como excelente complemento alimentar no período da estiagem (Silva, 1996). Dos frutos também são produzidos comercialmente a farinha, a castanha e o carvão ecológico (Silva & Egito, 2005).

As constituições químicas de sementes e frutos de espécies arbóreas não são bem conhecidas, especialmente naquelas utilizadas por extrativismo. Essas espécies são fundamentais para a sobrevivência da fauna, muitas têm uso medicinal pelas populações locais (Abdala *et al.*, 2002).

A espécie ocorre no Cerradão Mesotrófico e Mata Mesofítica, Floresta Estacional Semidecídua, principalmente no Cerrado, proliferando-se na região do Planalto Central, mais precisamente no norte de Minas Gerais, Goiás e centro de Mato Grosso, estendendo-se até a costa atlântica do Maranhão (Pio Corrêa, 1984; Lorenzi, 1998; Durigan *et al.*, 2002). Sua ampla distribuição geográfica é um indicativo da possibilidade de a espécie apresentar altos níveis de diversidade genética, conferindo assim capacidade de ocupar diferentes habitats (Kageyama *et al.*, 2003).

Entretanto, com a expansão das fronteiras agrícolas, as populações naturais vêm sendo fragmentadas e, conseqüentemente, reduzindo o tamanho das populações e levando a um risco de erosão genética. Assim, é fundamental a conservação genética *in situ* e *ex situ* da espécie a fim de preservar este recurso genético para as futuras gerações. Para isso, é fundamental conhecer a magnitude relativa de variação genética existente entre e dentro de populações, de modo a preservar o máximo da variabilidade das populações naturais (Dias & Kageyama, 1991). 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 espécie (Kageyama & Dias, 1982), como por exemplo, teores de nutrientes presentes em tecidos vegetais para determinar os parâmetros genéticos, sendo a análise química de nutrientes um meio útil de determinação da quantidade relativa dos vários elementos necessários para o crescimento normal de diferentes espécies vegetais (Raven *et al.*, 1996).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição da variação genética entre e dentro de três populações naturais de *D. alata*, por meio dos teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e do micronutriente Zn presente nas sementes para fins de sua conservação *in situ* e *ex situ*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Coleta e Armazenamento

As sementes de *D. alata* foram coletadas em três diferentes populações, localizadas em Campina Verde (MG), Itarumã (GO) e Brasilândia (MS). Utilizou-se o sistema GPS (*Global Position System*) para localização das populações naturais obtidas pelo aparelho do modelo Garmim III (TABELA 1).

As populações naturais de *D. alata* estão em região de domínio de Cerrado com perturbação antrópica em áreas destinadas à produção pecuária onde as matrizes são remanescentes da vegetação natural, para fornecer alimentação e sombra para o gado. As árvores matrizes foram marcadas, respeitando-se uma distância mínima de 100 m entre elas (Sebbenn, 2002). Os frutos foram coletados em 48 árvores matrizes na população de Campina Verde – MG, 26 em Itarumã – GO e 41 em Brasilândia – MS, de acordo com a quantidade de árvores remanescentes de cada local. Os frutos foram coletados nos meses de julho a setembro de 2004 e armazenados em sacos de poliéster trançados, aberto em condições naturais de ambiente, por aproximadamente seis meses até serem beneficiados. Para romper o endocarpo rígido foi utilizado prensa hidráulica, visando causar baixo nível de impacto na semente (Botzelli *et al.*, 2000).

TABELA 1 – Posicionamento geográfico das populações naturais de *Dipteryx alata* obtida por GPS.

Localização das populações			
Municípios	Estado	Latitude S	Longitude W
Campina Verde	MG	19° 31' 04''	50° 01' 22''
Itarumã	GO	18° 45' 40''	51° 20' 38''
Brasilândia	MS	21° 14' 02''	52° 01' 12''

Distâncias entre populações (km)			
		Itarumã	Brasilândia
Campina Verde	–	162,37	280,66
Itarumã	–	–	271,99

## 2.2 Análise de Teores de Nutrientes

As análises dos teores dos macronutrientes: nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg), e enxofre (S), e do micronutriente zinco (Zn), foram realizadas nas sementes colhidas das árvores matrizes das três populações naturais de *D. alata*, obedecendo-se os procedimentos descritos por Malavolta *et al.* (1997) e Silva (1999). Assim, procedeu-se à digestão sulfúrica para o caráter N e determinada pelo método semimicro-Kjeldahl e digestão nítrico-perclórica para os teores de P, K, Ca, Mg, S e Zn. As determinações quantitativas foram realizadas por espectrofotometria com amarelo-de-vanadato (P), fotometria de chama (K) e técnicas espectrofotométricas de absorção atômica (EAA) para as análises dos teores de Ca, Mg, S e Zn. Os teores dos macronutrientes foram obtidos em g.kg<sup>-1</sup> e do zinco em mg.kg<sup>-1</sup> de sementes.

Os teores destes nutrientes foram corrigidos para um grau de umidade padrão a 13%, de forma a permitir uma posterior comparação equitativa. O grau de umidade das sementes de *D. alata* foi obtido pelo método de estufa a 105 ± 3°C, descrita por Brasil (1992).

## 2.3 Análise Estatística e Distribuição da Variação Genética

Para ver se existiam diferenças significativas para os caracteres nas populações e progênies dentro de populações, foram utilizadas análises de variância em nível de plantas individuais (TABELA 2). Os efeitos de progênies e populações foram considerados aleatórios. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com 48 árvores (progênies) na população de Campina Verde (MG), 28 na população de Itarumã (GO) e 41 na população de Brasilândia (MS), e três repetições.

TABELA 2 – Análises de variância dentro de cada população de *Dipteryx alata*, para os caracteres nutricionais em semente.

FV	GL	QM	E (QM)
Progênies	(p-1)	Q <sub>1</sub>	$\sigma^2 + r\sigma_p^2$
Erro	p(r-1)	Q <sub>2</sub>	$\sigma^2$
Total	(p.r)-1		

Das análises de variância foram estimados os componentes de variância, os quais foram utilizados para a estimativa de parâmetros genéticos e não genéticos como: Coeficiente de Variação Genética ( $CV_g$ ), Coeficiente de Variação Fenotípico em nível de Média ( $CV_{Fm}$ ), Razão ( $\hat{b}$ ) entre o  $CV_g/CV$  e a Herdabilidade em nível de média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ). Assim com as análises estatística: a média ( $\hat{m}$ ), o erro padrão da média [ $s(\hat{m})$ ] e o teste F, para os caracteres nutricionais foram obtidas em nível de totais de parcelas, com base em Vencovsky & BARRIGA (1992) e Pimentel-Gomes & Garcia (2002).

A análise conjunta das populações (TABELA 3) foi empregada para avaliar as diferenças entre as populações e verificar, com base em Hamrick (1976), como a variância genética se distribui entre e dentro de populações. Assim,  $\hat{\sigma}_T = \hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_{p/s}^2 + \hat{\sigma}_s^2$  corresponde à variância total.

Desse modo,  $\hat{\sigma}_s^2 / \hat{\sigma}_T$  é a proporção da estimativa da variância entre populações e  $(\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_{p/s}^2) / \hat{\sigma}_T$  é a proporção da estimativa da variância dentro de populações. As análises de variância individual e conjunta foram realizadas, utilizando o procedimento *proc glm* do SAS (SAS, 1990).

TABELA 3 – Análises de variância conjunta, envolvendo as três populações de *Dipteryx alata*, para os caracteres nutricionais de semente.

FV	GL	QM	E (QM)
Populações (S)	(s-1)	Q <sub>1</sub>	$\sigma^2 + r\sigma_{p/s}^2 + p\sigma_s^2$
Progênies/S	(p-1)s	Q <sub>2</sub>	$\sigma^2 + r\sigma_{p/s}^2$
Erro	ps(r-1)	Q <sub>3</sub>	$\sigma^2$
Total	prs-1		

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos teores de macronutrientes nas sementes de *D. alata*, verificou-se a ocorrência de predominância de teores semelhantes nas populações de Campina Verde – MG, Itarumã – GO e Brasilândia – MS (TABELA 4), o nutriente de maior teor foi o nitrogênio, vindo a seguir os teores de potássio, fósforo, cálcio, enxofre e magnésio. Estes resultados são concordantes como os obtidos por Vallilo *et al.* (1990) e Takemoto *et al.* (2001), cujas sementes de *D. alata* são provenientes, respectivamente, do Estado de São Paulo e de Goiás.

As sementes das populações Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul apresentaram teores de zinco (33,50, 43,52, 44,12 mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente) superiores aos encontrados por Vallilo *et al.* (1990) (10,8 mg.kg<sup>-1</sup>) e por Takemoto *et al.* (2001) (41 mg.kg<sup>-1</sup>), provavelmente estes teores são maiores devido à localização das populações.

O coeficiente de variação (CV) expressou a precisão experimental nas três populações naturais de *D. alata* avaliada. Os valores apresentaram baixa magnitude, variando de 1,24% a 10,83%, o que revelou alta precisão no controle ambiental. A aplicação do teste-F evidenciou diferença significativa entre as progênies dentro das populações, o que indicou boas perspectivas de obtenção de ganhos genéticos por métodos de seleção desses materiais. Esses resultados indicaram que estas populações se constituem uma amostra potencial para a utilização na conservação genética *ex situ*.

A estimativa do coeficiente de correlação devido ao ambiente comum da parcela ( $\hat{C}^2$ ) foi alta para os caracteres N, K e Ca nas três populações, exceto Ca, na população de Goiás. Os demais caracteres avaliados nas sementes de *D. alata* apresentaram  $\hat{C}^2$  inferiores a 15%, o que, segundo Resende (2002), é uma condição propícia para a estimativa de parâmetros genéticos livres dos efeitos da correlação devida ao ambiente comum da parcela, ou seja, com um menor erro experimental.

TABELA 4 – Estimativa de parâmetros estatísticos de caracteres nutricionais de sementes das três populações naturais de *Dipteryx alata*.

Pop	Caráter	$\hat{m} \pm s(\hat{m})$	F <sub>(prog)</sub>	CV(%)	$\hat{C}^2$
MG	N (g.kg <sup>-1</sup> )	39,47 ± 0,25	8,02**	3,04	0,2494
	P (g.kg <sup>-1</sup> )	5,01 ± 0,04	117,11**	1,63	0,0256
	K (g.kg <sup>-1</sup> )	9,73 ± 0,21	14,03**	10,83	0,2138
	Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	4,24 ± 0,05	4,98**	9,52	0,6028
	Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	1,75 ± 0,03	35,27**	4,72	0,0846
	S (g.kg <sup>-1</sup> )	2,46 ± 0,05	204,44**	2,81	0,0147
	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	33,50 ± 0,62	186,62**	1,82	0,0107
GO	N (g.kg <sup>-1</sup> )	39,19 ± 0,35	9,07**	2,20	0,2204
	P (g.kg <sup>-1</sup> )	3,69 ± 0,11	624,36**	1,46	0,0048
	K (g.kg <sup>-1</sup> )	11,46 ± 0,45	63,39**	5,74	0,0473
	Ca (g/kg)	3,05 ± 0,09	14,48	8,78	0,2071
	Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	1,79 ± 0,07	129,49**	3,86	0,0232
	S (g.kg <sup>-1</sup> )	2,48 ± 0,06	138,46**	2,62	0,0217
	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	43,52 ± 2,15	272,81**	2,35	0,0073
MS	N (g.kg <sup>-1</sup> )	38,09 ± 0,25	5,16**	3,40	0,3874
	P (g.kg <sup>-1</sup> )	4,52 ± 0,04	107,45**	1,52	0,0279
	K (g.kg <sup>-1</sup> )	8,49 ± 0,13	6,88**	9,09	0,4360
	Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	4,64 ± 0,06	15,15**	5,49	0,1980
	Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	2,03 ± 0,03	26,12**	5,24	0,1148
	S (g.kg <sup>-1</sup> )	2,25 ± 0,03	48,34**	4,03	0,0621
	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	44,12 ± 1,22	814,31**	1,24	0,0025

POP: populações; MG: Minas Gerais (Campina Verde); GO: Goiás (Itarumã); MS: Mato Grosso do Sul (Brasilândia); F<sub>(prog)</sub>: teste F para o efeito de progênie; CV: coeficiente de variação experimental;  $\hat{C}^2$ : coeficiente de correlação devida ao ambiente comum da parcela.

Os coeficientes de variação genética e fenotípica (TABELA 5) apresentaram valores altos quando comparados a caracteres silviculturais de *D. alata*, encontrados por Siqueira *et al.* (1993). A estimativa da razão  $\hat{b}$  foi alta para a maioria dos caracteres analisados, indicando boas perspectivas para o melhoramento genético dos caracteres por seleção, sendo que o caráter mais favorável à seleção nas populações MG e MS é o zinco (9,63 e 20,17, respectivamente) e na população GO é o fósforo (14,41).

O coeficiente de herdabilidade foi alto para todos os caracteres estudados, variando de 0,81, para o teor de nitrogênio na população de MS

a 1,00 para o teor de enxofre na população MG, fósforo e zinco na população de GO e zinco na população MS. Isto mostra que o controle genético dos caracteres foi alto, sendo sua expressão fenotípica determinada em maior parte pela variância genética, o que no caso de melhoramento genético significa que métodos simples de seleção podem proporcionar ganhos consideráveis para os caracteres estudados. Assim, conhecer a distribuição da variação genética destes caracteres entre e dentro de populações é fundamental para o êxito da utilização destas populações em programas de conservação genética *ex situ* e de melhoramento.

TABELA 5 – Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres nutricionais em sementes de três populações naturais de *Dipteryx alata*.

Pop	Caráter	CV <sub>g</sub> (%)	CV <sub>Fm</sub> (%)	$\hat{b}$	$\hat{h}_m^2$
MG	N (g.kg <sup>-1</sup> )	5,70	6,10	1,87	0,88
	P (g.kg <sup>-1</sup> )	10,11	10,16	6,22	0,99
	K (g.kg <sup>-1</sup> )	22,58	23,43	2,08	0,93
	Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	10,96	12,26	1,15	0,80
	Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	16,02	16,25	3,39	0,97
	S (g.kg <sup>-1</sup> )	23,17	23,23	8,23	1,00
	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	17,49	17,53	9,63	0,99
GO	N (g.kg <sup>-1</sup> )	4,43	4,69	2,01	0,89
	P (g.kg <sup>-1</sup> )	21,11	21,13	14,41	1,00
	K (g.kg <sup>-1</sup> )	26,16	26,37	4,56	0,98
	Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	18,62	19,30	2,12	0,93
	Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	25,28	25,38	6,54	0,99
	S (g.kg <sup>-1</sup> )	17,76	17,82	6,77	0,99
	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	27,43	27,48	11,66	1,00
MS	N (g.kg <sup>-1</sup> )	4,90	5,46	1,44	0,81
	P (g.kg <sup>-1</sup> )	9,11	9,15	5,96	0,99
	K (g.kg <sup>-1</sup> )	12,73	13,77	1,40	0,85
	Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	11,93	12,34	2,17	0,93
	Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	15,17	15,47	2,89	0,96
	S (g.kg <sup>-1</sup> )	16,03	16,19	3,97	0,98
	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	25,08	25,10	20,17	1,00

Pop: populações; MG: Minas Gerais (Campina Verde); GO: Goiás (Itarumã); MS: Mato Grosso do Sul (Brasilândia); CV<sub>g</sub>: coeficiente de variação genética; CV<sub>Fm</sub>: coeficiente de variação fenotípico em nível de média;  $\hat{b}$ : razão entre o CV<sub>g</sub>/CV;  $\hat{h}_m^2$ : herdabilidade em nível de média de progênies.

As médias encontradas para os macronutrientes na análise conjunta (TABELA 6) seguem a mesma seqüência de teores das populações MG e GO. Os valores do CV apresentaram-se baixos, o que mostrou um bom controle experimental e uma boa confiabilidade nas estimativas dos parâmetros genéticos. Na maioria dos caracteres avaliados nas sementes de *D. alata* a distribuição da variação genética encontra-se dentro de populações, em média 72,40%, ficando abaixo do que foi apresentado por Moraes (1992), que avaliou caracteres quantitativos e izoenzimáticos em populações de *Myracrodruon urundeuva* e encontrou 96,3% da variabilidade genética dentro de populações. Gusson *et al.* (2005) também encontraram elevado percentual de variabilidade dentro de populações de *Eschweilera ovata* (97,9%). Tais resultados estão de acordo com Hamrick (1983) que cita o fato de que altos níveis de variabilidade genética dentro de populações têm

sido detectados para a maioria das espécies arbóreas temperadas e tropicais, avaliadas a partir de caracteres quantitativos e de dados de marcadores genéticos.

Com base nos fatores ecológicos que determinam a estrutura genética em populações de plantas (Loveless & Hamrick, 1984), esperava-se que as populações de *D. alata* tivessem valores maiores para a variabilidade genética dentro de populações. Esta expectativa pautava-se no fato da espécie em questão apresentar uma série de características ecológicas que favorecem o alto fluxo gênico entre populações e, portanto, altos níveis de variabilidade intrapopulacionais. Entre estas características pode-se citar: reprodução sexuada, alogamia, dispersão dos frutos via animais, com manutenção da integridade das sementes, flores hermafroditas polinizadas por abelhas e outros pequenos insetos (Melhen, 1972; Siqueira *et al.*, 1993; Carvalho, 1994; Pádua *et al.*, 1998; Macedo *et al.*, 2000; Durigan *et al.*, 2002).

Para os teores de P e Ca a variação genética foi maior entre populações do que dentro de populações. Tais resultados sugerem que estas variações entre populações sejam dadas por variação ambiental como é observado nos resultados do  $\hat{C}^2$ , já que no solo do cerrado ocorrem altas variações no pH e na disponibilidade de nutrientes e água.

A variabilidade genética entre populações foi em média 27,60%, segundo Sebbenn *et al.* (2001),

valores maiores que 5% são encontrados quando são estudadas muitas populações, representando uma grande diversidade de habitats de ocorrência das espécies e/ou existem grandes diferenças na taxa de cruzamento entre populações. As populações naturais de *D. alata* estão isoladas por barreiras naturais como os rios que separam os Estados de suas ocorrências, e a distância entre as populações em estudo (TABELA 1).

TABELA 6 – Análise de variância conjunta e parâmetros genéticos para os caracteres nutricionais em sementes, envolvendo as três populações naturais de *Dipteryx alata*.

Caracteres	N (g.kg <sup>-1</sup> )	P (g.kg <sup>-1</sup> )	K (g.kg <sup>-1</sup> )	Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	S (g.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )
Média	38,89	4,62	9,52	4,22	1,87	2,38	39,30
F	6,77**	154,14**	113,2**	8,16**	4,19**	38,62**	388,34**
CV (%)	3,08	1,58	9,45	7,92	4,87	3,28	1,69
ENTRE	0,0895	0,5305	0,2352	0,5278	0,1829	0,0425	0,3236
DENTRO	0,9105	0,4695	0,7648	0,4722	0,8171	0,9575	0,6764

#### 4 CONCLUSÕES

1. As sementes das três populações naturais de *D. alata* estudadas apresentaram elevados teores dos macronutrientes nitrogênio, magnésio, fósforo potássio e o micronutriente zinco.
2. Existe variação genética significativa entre e dentro das populações, indicando a possibilidade de obter-se ganhos genéticos com a seleção.
3. A maior parte da diversidade genética encontra-se dentro das populações e as três populações naturais de *D. alata* apresentam diversidade genética potencial para a conservação *ex situ*, cuja amostragem deve ser feita dentro das populações, utilizando um grande número de árvores e sementes por árvores.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à FUNDUNESP pelo apoio financeiro. Ao Aguinaldo José Freitas Leal e seus pais (Campina Verde – MG); Rodrigo Rodrigues Bernardes Palazzo (Itarumã – GO)

e José Cambuim pelo apoio na coleta dos frutos. À Selma Maria Bozzite Moraes pelo apoio nas análises laboratoriais e a Profa. Dra. Ana Lilia Alzate Marin pelas sugestões ao trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, L. *et al.* Biochemical traits useful for the determination of genetic variation in a natural population of *Myracrodruon urundeuva*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 909-916, 2002.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992. 365 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 199-204.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Variação genética em espécies arbóreas e conseqüências para o melhoramento florestal. **Agrotropica**, Itabuna, v. 3, n. 3, p. 119-127, 1991.

DURIGAN, G. *et al.* **Sementes e mudas de árvores tropicais.** São Paulo: Páginas & Letras, 2002. 65 p.

GUSSON, E.; SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y. Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Eschweilera ovata*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 123-135, 2005.

HAMRICK, J. L. Variation and selection in western montane species II. Variation within and between populations of white fir an elevational transect. **Theoretical and Applied Genetics**, Asheville, v. 47, p. 27-34, 1976.

\_\_\_\_\_. The distribution of genetic variation within and among natural plant population. In: SCHONE-WALD-COX, C. M. *et al.* **Genetics and conservation.** Menlo Park: Benjamin Cummings, 1983. p. 335-348.

KAGEYAMA, P. Y.; DIAS, I. S. Aplicação da genética em espécies florestais nativas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 782-791. (**Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v.16A, pt. 2, 1982, Edição especial).

KAGEYAMA, P. Y. *et al.* Diversidade e autocorrelação genética espacial em populações de *Ocotea odorifera* (Lauraceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 108-119, 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 368 p.

LOVELESS, M. D.; HAMRICK, J. L. Ecological determinants of structure in plant populations. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 15, p. 65-95, 1984.

MACEDO, M.; FERREIRA, A. R.; DA SILVA, C. J. Estudos da dispersão de cinco espécies-chave em um capão no Pantanal de Poconé, Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 3., Corumbá, 2000. Corumbá: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA-CPAP, 2000. p. 229-229.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MELHEM, T. S. **Fisiologia do desenvolvimento de *Dipteryx alata* Vog.:** contribuição ao seu estudo. 1972. 215 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MORAES, M. L. T. **Variabilidade genética por isoenzimas e caracteres quantitativos em duas populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão – Anacardiaceae (Syn: *Astronium urundeuva* (Fr. Allemão) Engler).** 1992. 139 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PÁDUA, J. G. *et al.* Diversidade e estrutura genética de três procedências de baru (*Dipteryx alata* Vog.) por meio de RAPD. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA - CICESAL, 11., Lavras, 1998. Lavras: CICESAL, 1998. p. 129.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais:** exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil.** Rio de Janeiro, 1984. v. 2, 707 p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Kooga: 1996. 728 p.

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

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide:** version 6. 4. ed. Cary, 1990. v. 2.

CANUTO, D. S. de O. *et al.* Variabilidade genética de populações naturais de *Dipteryx alata* Vog. por meio de caracteres nutricionais em sementes.

SEBBENN, A. M. Número de árvores matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamento com espécies nativas. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 115-132, 2002.

\_\_\_\_\_. *et al.* Estrutura genética em populações de *Tabebuia cassinoides*: implicações para o manejo florestal e a conservação genética. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 99-113, 2001.

SILVA, A. K.; EGITO, M. Rede de comercialização solidária de agricultores familiares e extrativismo do Cerrado: um novo protagonismo social. **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 14-16, 2005.

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, S. **Frutos no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 1996. 233 p.

SIQUEIRA, C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cumbaru *Dipteryx alata* Vog. – Leguminosae. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 231-243, 1993.

TAKEMOTO, E. *et al.* Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

TOGASHI, M. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1993. 108 f. Tese (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VALLILO, M. I. *et al.* Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) – caracterização do óleo da semente. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 115-125, 1990.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.



# VARIAÇÃO GENÉTICA PARA CARACTERES QUANTITATIVOS EM POPULAÇÃO DE *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms.\*

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

## RESUMO

Este estudo avaliou a variação genética para os caracteres quantitativos crescimento, sobrevivência e forma do fuste em um teste de progênies de *Galesia integrifolia* procedente de Alvorada do Sul (PR), na Estação Experimental de Luiz Antônio (SP). O teste de progênies foi implantado no delineamento experimental de blocos casualizados, com 25 progênies de polinização aberta, cinco plantas por parcela e seis blocos. O ensaio foi mensurado para os caracteres DAP, altura total, volume, forma do tronco e sobrevivência aos 20 anos de idade. Pela análise de variância detectaram-se diferenças significativas entre progênies para todos os caracteres, indicando a presença de variação genética entre progênies. Os coeficientes de variação genética foram relativamente altos para os caracteres DAP (6,75%) e volume (7,70%), moderado para altura (3,47%) e baixo para forma do tronco (1,41%) e sobrevivência (0,54%). Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais e dentro de progênies foram baixos (0,009 a 0,07), indicando poucas possibilidades de melhoramento genético por seleção massal e dentro de progênies. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies variou de baixo a alto (0,09 a 0,67), o que indica um bom controle genético dos caracteres para seleção. Os resultados foram discutidos com ênfase na produção de sementes para restauração ambiental.

Palavras-chave: conservação genética; *Galesia integrifolia*; teste de progênie; espécie arbórea tropical; genética quantitativa.

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie *Galesia integrifolia* Vell. Moq., popularmente conhecida como pau d'alho, pertence à família das Phytolaccaceae, apresenta ampla distribuição natural, indo desde o Estado do Ceará (latitude 04° S) até o Paraná (latitude 25° 30' S). Esta ampla distribuição geográfica envolvendo ambientes

## ABSTRACT

This study evaluated the genetic variation for quantitative traits growth, survival and form in a progeny test of *Galesia integrifolia* from Alvorada do Sul (PR). The trial was established in the Luiz Antônio Experimental Station (SP) in a random block design, with 25 open pollinated progenies, five trees per plot and six blocks. The trees were measured for DBH, total height, volume, stem form and survival at 20 years of age. The variance analysis detected significant differences among progenies for all traits, indicating genetic variation among progenies. The coefficients of genetic variation were relatively high for DBH (6.75%) and volume (7.70%), intermediate for height (3.47%) and low for stem form (1.41%) and survival (0.54%). The coefficients of heritabilities at individual plants and within progeny levels were low for all traits (ranging from 0.009 to 0.07), indicating difficulties of improvement by massal selection and within progenies. The coefficients of heritabilities at progenies level were generally high for the traits (0.09 a 0.67), indicating an appropriate genetic control for selection. The results were discussed emphasizing the seed production for environmental restoration.

Key words: genetic conservation; *Galesia integrifolia* progeny test; Brazilian tree species; quantitative genetics.

com características edafoclimáticas muito diferentes é um indicativo de alta variação genética na espécie. Nestes ambientes, a árvore pode apresentar alturas que variam de 5 a 20 m e diâmetro à altura do peito (DAP) variando de 40 a 80 cm. Sua madeira é empregada principalmente em serrarias e produção de energia, prestando-se também para a fabricação de celulose e papel (Carvalho, 1994).

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

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

(\*\*\*) Graduada em Agronomia da FEIS/UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil.

Contudo, a espécie encontra-se na lista das espécies arbóreas em risco de extinção da Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (FAO, 1996), devido à forte pressão antrópica em sua área de ocorrência natural. Apesar de sua utilidade, poucos esforços vêm sendo feitos para conservar populações desta importante espécie arbórea endêmica brasileira.

Dentro deste contexto, um dos poucos esforços para conservar populações de *G. integrifolia* tem sido o do Instituto Florestal de São Paulo, que vem desde o final da década de 1970, aplicando a estratégia de conservação *ex situ* em populações sob risco de extinção. Bancos de germoplasma com o intuito de conservar os recursos genéticos de essências nativas, em razão do rápido desaparecimento dessas espécies, foram implantados em forma de testes de procedências e progênies em diversas Unidades do Instituto Florestal. Atualmente, além de *G. integrifolia*, outras 234 espécies arbóreas de ocorrência no território brasileiro estão sendo conservadas *ex situ* (Gurgel-Garrido *et al.*, 1997; Sebbenn *et al.*, 2001a).

O monitoramento da variabilidade genética nesses testes tem sido geralmente realizado pela avaliação de caracteres silviculturais de crescimento e forma do fuste, suportado por estudos de genética quantitativa, visto que fornece parâmetros que permitem inferir sobre a eficiência da amostragem, além de conhecer o controle genético dos caracteres estudados. Entre os diversos parâmetros genéticos estimados em testes de progênies, destacam-se o coeficiente de herdabilidade e o coeficiente de variação genético, que quantificam, respectivamente, a herança e a quantidade de variação genética presente na variação fenotípica total (Sebbenn *et al.*, 1998). Coeficientes de herdabilidade são parâmetros próprios de uma população em determinado ambiente, não sendo um caráter de uma espécie, podendo variar em diferentes idades e ambientes (Vencovsky & Barriga, 1992; Falconer & Mackay, 1997), de forma que para conhecer a extensão do controle genético de um caráter, é fundamental sua estimação em diferentes fases de desenvolvimento das plantas, em especial em espécies de ciclo vital longo como as arbóreas.

Assim, este trabalho teve por objetivos quantificar a variação genética de um teste de progênies de *G. integrifolia*, aos 20 anos de idade, a partir de caracteres quantitativos. Adicionalmente, objetivou-se avaliar a eficiência amostral adotada para a conservação genética *ex situ* e conhecer a herança dos principais caracteres de crescimento, a fim de dar subsídios para propor um esquema de seleção que combine pequenos ganhos genéticos em termos de adaptação e manutenção de ampla base genética.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Amostragem e Delineamento Experimental

Sementes de polinização aberta foram coletadas em 25 árvores matrizes de uma população natural de *G. integrifolia* em Alvorada do Sul, Estado do Paraná. O experimento foi estabelecido na Estação Experimental de Luiz Antonio, SP, do Instituto Florestal de São Paulo. A E. E. de Luiz Antonio localiza-se nas coordenadas 21° 40' S, 47° 49' W a uma altitude de 550 m acima do nível do mar. O clima da região é tropical (Cwa), a temperatura média anual do mês mais quente é de 22,7 °C e a do mês mais frio de 17,2 °C, o inverno é seco, a precipitação média anual é de 1.280 mm e o solo é do tipo Latossolo Vermelho. O teste foi instalado no delineamento experimental de blocos casualizados, com seis repetições, 25 progênies e cinco plantas por parcela, no espaçamento de 3 x 3 m. Também foi adotada uma bordadura externa de duas linhas da mesma espécie. As mudas foram plantadas em outubro de 1985 e o ensaio foi mensurado aos 20 anos de idade para os caracteres: diâmetro à altura do peito (DAP, em cm), altura total (h, em m), forma do fuste (variando de 1 – fuste muito tortuoso e bifurcado a 5 – fuste reto sem bifurcação, danos e doenças) e sobrevivência. Para a análise de variância, os valores da forma do fuste foram transformados em raiz quadrada. O volume real individual foi calculado conforme a expressão  $Vr = 0,40(\pi DAP^2 / 4)h$ .

## 2.2 Análise Estatística e Estimação de Parâmetros Genéticos

As análises de variância foram calculadas pelo procedimento GLM e a estimativa de componentes de variância pelo procedimento VARCOMP, utilizando o método de REML (*Restricted Maximum Likelihood*), ambos os procedimentos disponíveis no programa estatístico SAS (SAS, 1999). Para a análise de variância e estimativa de componentes de variância, adotou-se o seguinte modelo estatístico:

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

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

Das análises de variância, foram estimados os componentes:  $\sigma_p^2$  = variância genética entre progênies;  $\sigma_e^2$  = variância devido à interação entre progênies e repetições (ambiental);  $\sigma_d^2$  = variância fenotípica dentro de progênies;  $\sigma_F^2$  = variância fenotípica total ( $\sigma_F^2 = \sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2$ ); a variância genética aditiva ( $\sigma_A^2$ ) foi calculada com base na expressão:  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$ , sendo  $r_{xy}$  a estimativa do coeficiente de parentesco ou co-variância genética aditiva entre plantas dentro de progênies. Como não existem estimativas do coeficiente de parentesco entre plantas dentro de progênies de polinização aberta para a presente espécie, população e evento reprodutivo, assumiu-se um coeficiente de coancestria ( $\Theta_{xy}$ ) de 0,221, conforme estimativa média calculada para diversas espécies arbóreas tropicais polinizadas por animais (Sebbenn, 2006), como *G. integrifolia*.

Assim, assumindo ausência de endogamia, o coeficiente de parentesco foi estimado por  $r_{xy} = 2\Theta_{xy}$  e a variância genética aditiva por  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / 0,442$ .

As definições e cálculos dos coeficientes de herdabilidade, coeficientes de variação e medidas de correlações entre caracteres seguem Namkoong (1979). Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ), entre progênies ( $h_m^2$ ), dentro de progênies ( $h_d^2$ ) e coeficiente de variação genética ( $CV_g\%$ ) foram estimados por:

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2}, \quad \hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\bar{K}}}$$

$$\hat{h}_d^2 = \frac{(1 - \hat{r}_{xy})\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}, \quad \text{e} \quad CV_g\% = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\hat{m}} \cdot 100.$$

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

As correlações genéticas entre os caracteres foram calculadas de acordo com a expressão:

$$\hat{r}_{g_{xy}} = \frac{\hat{\sigma}_{f_x f_y}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{f_x}^2 \hat{\sigma}_{f_y}^2}}$$

em que  $r_{g_{xy}}$  é o coeficiente de correlação genética entre os caracteres;  $\sigma_{f_x f_y}$  é o produto genético dos caracteres  $x$  e  $y$ ;  $\sigma_{f_x}^2$ ,  $\sigma_{f_y}^2$  são as variâncias genéticas entre progênies para os caracteres  $x$  e  $y$ , respectivamente.

O tamanho efetivo antes e após a seleção ( $N_e$ ) foi estimado a partir do coeficiente de coancestria de grupo ( $\Theta_{xy}$ ) pela expressão:

$$\hat{N}_e = \frac{0,5}{\hat{\Theta}_{xy}} \quad (\text{Cockerham, 1969}).$$

O coeficiente de coancestria de grupo ( $\Theta_{xy}$ ) foi estimado por:

$$\hat{\Theta}_{xy} = \frac{0,5(1 + \hat{F}_p)mn + \hat{\theta}_{xy}mn(n-1)}{(nm)^2} \quad (\text{Lindgren et al., 1996}),$$

em que  $n$  é o número de plantas por progênie (variando de 1 a 30),  $m$  é o número de progênies (25),  $F_p$  é o coeficiente de endogamia na geração parental, assumido como zero, e  $\Theta_{xy}$  é o coeficiente de coancestria médio dentro de progênies, assumido como 0,221 (Sebbenn, 2006).

TABELA 1 – Quadrados médios, média e incremento médio anual (IMA) para DAP, altura (ALT), volume (VOL), forma do fuste (FOR) e sobrevivência (SOB) aos 20 anos de idade em teste de progênies de *Gallesia integrifolia* em Luiz Antônio, SP.

Fonte de Variação	Quadrados Médios				
	DAP (cm)	ALT (m)	VOL (m <sup>3</sup> )	FOR	SOB (%)
Blocos	4,1151**	5,5345**	0,0052**	0,0056**	0,4659ns
Progênies	0,9601**	0,2240*	0,0003*	0,0004*	0,2247**
Resíduo	0,5536	0,6535	0,0012	0,0064	0,6616
Média	21,89	13,63	0,2381	1,34	87,60
IMA	1,09	0,68	0,0119	–	–

\*:  $P \leq 0,05$ ; \*\*:  $P \leq 0,01$ ; ns: não significativo.

O teste F da análise de variância detectou diferenças altamente significativas ( $P \leq 0,001$ ) entre blocos para todos os caracteres avaliados, com exceção de sobrevivência (TABELA 1), demonstrando que o delineamento experimental utilizado foi adequado para controlar o ambiente. Igualmente, foram detectadas diferenças significativas entre progênies para todos os caracteres, indicando a existência de variabilidade genética para os caracteres quantitativos estudados. Este resultado sugere que a estratégia amostral foi efetiva para detectar a variabilidade genética da população, além de indicar a possibilidade de manipulação da variação genética pela seleção entre progênies.

### 3.2 Taxa de Crescimento

O incremento médio anual (IMA) estimado para os caracteres aos 20 anos de idade pode ser

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Sobrevivência e Variação Genética

A sobrevivência de plantas no ensaio (TABELA 1) foi alta aos 20 anos de idade (87,6%), sugerindo uma boa adaptação da população nas condições ambientais da Estação Experimental de Luiz Antônio. Estes valores são superiores em termos absolutos aos observados no mesmo local para as espécies *Cariniana legalis* aos 17 anos (85,7%; Sebbenn *et al.*, 2001b), *Balfourodendron riedelianum* aos 21 anos (81,5%; Sebbenn *et al.*, 2001b), *Cordia trichotoma* aos 19 anos (78,9%; Freitas *et al.*, 2006) e *Myracrodruon urundeuva* aos 17 anos de idade (74%; Freitas *et al.*, 2007).

considerado relativamente alto, em comparação ao crescimento observado em outras espécies arbóreas tropicais (TABELA 1). Por exemplo, os IMAs em DAP (1,09 cm) e em altura (0,68 m) são maiores do que os observados em procedências e progênies de *Myroxylon peruiferum* (DAP = 0,74 cm e altura = 0,50 cm, Sebbenn *et al.*, 1998) e progênies de *M. urundeuva* (DAP = 0,77 cm e altura = 0,68 cm; Freitas *et al.*, 2007). Em contrapartida, o resultado do IMA foi inferior ao observado em *C. legalis* e *C. trichotoma*, em que ambos os experimentos apresentaram DAP = 1,32 cm e altura = 1,17 cm, respectivamente para os trabalhos de Sebbenn *et al.* (2001b) e Freitas *et al.* (2006). Comparativamente a algumas espécies exóticas, o IMA de *G. integrifolia* foi superior em DAP e altura em relação à espécie *Cordia alliodora* (Sebbenn *et al.*, 2007a), mas inferior a *Eucalyptus resinifera* (Sato *et al.*, 2007).

Por outro lado, embora a espécie tenha uma alta taxa de sobrevivência e relativamente alta taxa de crescimento, a forma do fuste não é geralmente adequada para produção de madeira. Contudo, com exceção da forma, os outros caracteres são adequados para sua utilização em reflorestamentos ambientais, dada a alta taxa de adaptação e crescimento. Vale ressaltar que adaptação e crescimento são fortemente influenciados pelas condições ambientais.

### 3.3 Estimativas de Parâmetros Genéticos

Os coeficientes de variação genética (TABELA 2) variaram de baixos a relativamente altos. Valores baixos foram encontrados para forma do fuste e sobrevivência (1,41% e 0,54%, respectivamente), moderados para altura (3,47%) e relativamente altos para os caracteres DAP (6,75%) e volume real (7,7%).

Os resultados obtidos para esta população de *G. integrifolia* são comparáveis aos relatados a partir de estudos efetuados com outras espécies arbóreas, com pequenas variações entre os caracteres. Mostraram-se superiores para DAP e altura àqueles encontrados em *B. riedelianum* (3,98% e 1,02%; Sebbenn *et al.*, 2007b), *E. resinifera* (2,6% e 3,0%; Sato *et al.*, 2007), *E. camaldulensis* (5,39% e 3,36%; Moraes *et al.*, 2007) e *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* (1,93% e 1,47%; Sebbenn *et al.*, 2005). Valores muito próximos foram detectados para *M. urundeuva* (6,33% para DAP; Freitas *et al.*, 2007). Os coeficientes de variação genéticos relativamente altos para DAP e volume reforçam os resultados da análise de variância, em que a estratégia amostral foi eficiente para reter grande parte da variabilidade genética existente na população original.

TABELA 2 – Estimativa de parâmetros genéticos para os caracteres DAP, altura (ALT), volume (VOL), forma do fuste (FOR) e sobrevivência (SOB) aos 20 anos de idade em teste de progênies de *Gallesia integrifolia* em Luiz Antonio, SP.

Parâmetros	DAP (cm)	ALT (m)	VOL (m <sup>3</sup> )	FOR	SOB
Coeficiente de variação genética – $CV_g$ (%)	6,75	3,47	7,70	1,41	0,54
Herdabilidade individual – $h_i^2$	0,0585	0,0740	0,0356	0,0124	–
Herdabilidade entre progênies – $h_m^2$	0,3884	0,3921	0,2534	0,0954	0,6709
Herdabilidade dentro de progênies – $h_d^2$	0,0407	0,0565	0,0256	0,0093	–

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais e dentro de progênies foram baixas para todos os caracteres, variando de 0,0093 a 0,0740 (TABELA 2). Em termos de conservação genética, estes resultados sugerem que estes caracteres têm baixo potencial genético nesta população para responder à seleção natural. Igualmente, em uma perspectiva de melhoramento florestal, tais resultados sugerem que a estratégia de seleção massal pode ser pouco efetiva para a capitalização de ganhos genéticos.

Por outro lado, o coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies foi relativamente alto para os caracteres de crescimento e para a sobrevivência (variando de 0,0954 e 0,6709), sugerindo considerável influência genética para estes caracteres. As progênies de *Gallesia integrifolia* apresentaram variação genética substancial para responder tanto à seleção natural como à seleção artificial. Isso se deve, provavelmente, ao fato de que os caracteres avaliados nesse trabalho não foram previamente selecionados na população e apresentam ampla base genética.

A alta herdabilidade média entre progênies observada para sobrevivência evidencia o forte controle genético dessa característica na população. Isto pode estar associado a algum processo de endogamia, como autofecundação ou cruzamento entre parentes e pode indicar que algumas das árvores matrizes que deram origem às sementes utilizadas neste ensaio apresentam maior carga genética, em termos de alelos letais. Não foram encontrados na literatura relatos de estudos de auto-incompatibilidade e da taxa de cruzamento nesta espécie. Entretanto, é possível que parte das sementes tenha sido produzida por autofecundação, sendo uma das causas da maior mortalidade em sementes de algumas progênies. Além disso, pode ter ocorrido o cruzamento entre parentes devido à presença de estrutura genética espacial. Populações naturais, geralmente apresentam algum grau de estruturação genética interna, devido à dispersão das sementes muitas vezes ocorrerem nas vizinhanças das árvores matrizes (Sebbenn, 2006).

O caráter forma do fuste apresentou baixos coeficientes de herdabilidade. A espécie apresenta uma forma muito ruim, com tronco acentuadamente tortuoso. A nota média da forma, em uma escala de um a cinco (melhor forma) foi de apenas 1,34 (TABELA 1), sendo uma característica natural desta espécie. Como não foi realizada nenhuma seleção massal na coleta das sementes, ou seja, estas não foram coletadas de árvores com boa ou má forma, em especial, as baixas herdabilidades refletem as condições naturais da população onde foi realizada a coleta de sementes. Possivelmente, essa característica tortuosidade representou no passado alguma vantagem evolutiva e por isso, o caráter foi praticamente fixado na população, reduzindo a variância genética aditiva. Isto pode explicar os baixos valores de herdabilidade observados para esse caráter.

### 3.4 Correlações Genéticas Entre Caracteres

As correlações genéticas foram positivas, relativamente altas e significativas entre os caracteres DAP e volume (0,98;  $P < 0,01$ ) e altura e volume (0,62;  $P < 0,01$ ), mostrando fortes efeitos pleiotrópicos entre estes caracteres ou efeito de ligação gênica entre os locos, controlando o desenvolvimento destes caracteres.

Portanto, a possibilidade de seleção em um caráter e a obtenção de ganhos indiretos em outro é relativamente alta, ou seja, tanto DAP como altura da árvore são bons preditores do desempenho em volume. Por outro lado, a correlação entre DAP e altura foi relativamente baixa e não significativa (0,37;  $P > 0,05$ ), embora positiva. Isso sugere que tanto o DAP como a altura não são bons preditores para ganhos indiretos. Em geral, o observado em espécies arbóreas são altas correlações genéticas entre DAP e altura. No presente trabalho, a acentuada tortuosidade do fuste pode ser a causa da alteração da relação hipsométrica usualmente observada em plantas arbóreas.

### 3.5 Tamanho Efetivo e Perspectiva para a Produção de Sementes

Duas informações fundamentais na conservação *ex situ* de populações são o coeficiente médio de coancestria entre plantas ( $\Theta_{xy}$ ) e o tamanho efetivo ( $N_e$ ) retido no teste de progênies. O coeficiente médio de coancestria indica o nível de endogamia que pode ser gerado na população por cruzamentos aleatórios, enquanto o tamanho efetivo indica o potencial evolutivo da população conservada. O coeficiente médio de coancestria estimado na população foi menor do que 1% (0,009; FIGURA 1), sugerindo que sob cruzamentos aleatórios pode se esperar pouca endogamia nas sementes deste banco. O tamanho efetivo, por sua vez, indicou que as 657 árvores do teste de progênies representam 55 árvores não endogâmicas e parentes entre si (FIGURA 2). A baixa relação  $N_e/n$  ( $55/657 = 0,08$ ) é normal para estrutura de progênies, principalmente considerando o alto coeficiente de coancestria assumido dentro de progênies (0,221). O potencial evolutivo de um tamanho efetivo de 55 plantas não endogâmicas e parentes é considerado razoável para a conservação a curto prazo (10 gerações) em espécies em gerações discretas (Frankel & Soulé, 1981). Contudo, para espécies com sobreposição de gerações, como as arbóreas, é necessário um tamanho efetivo de 150 árvores para atender os objetivos de conservação a curto prazo.

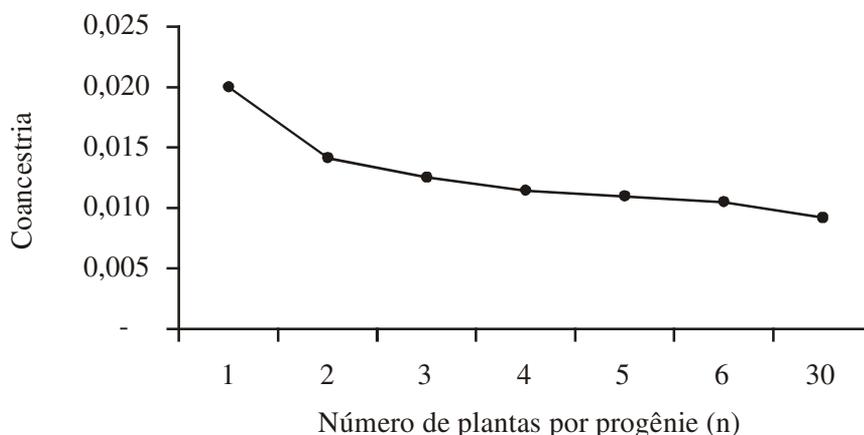


FIGURA 1 – Estimativa do coeficiente de coancestria para diferentes situações de seleção de árvores dentro de parcelas em teste de progênies de *Galesia integrifolia* na Estação Experimental de Luiz Antônio.

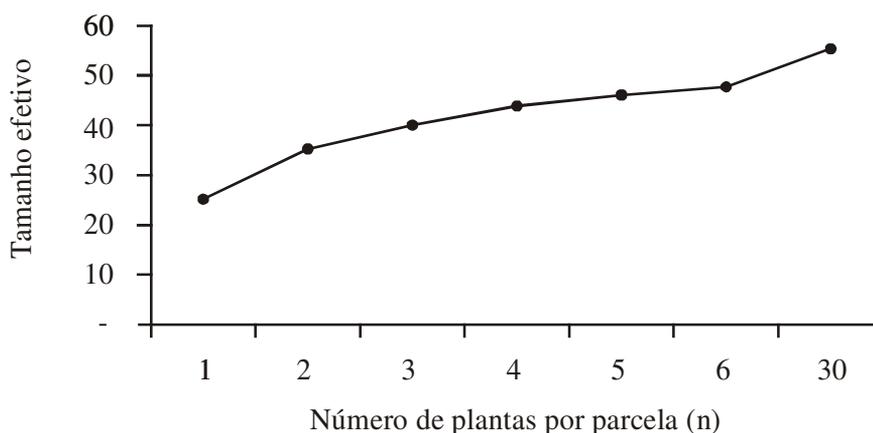


FIGURA 2 – Estimativa do tamanho efetivo para diferentes situações de seleção de árvores dentro de parcelas em teste de progênies de *Galesia integrifolia* na estação Experimental de Luiz Antônio.

A propagação, tanto via sementes como via propágulos vegetativos de material genético submetido à conservação, aumenta a chance de efetivamente conservar-se o material. Dentro desse contexto, a utilização de bancos para a conservação genética e produção de sementes é fundamental. No entanto, não é recomendada a coleta de sementes em testes de progênies sem prévia seleção (desbaste), para evitar endogamia biparental nas sementes, advinda do cruzamento entre árvores irmãs dentro das parcelas. Cruzamentos biparentais podem aumentar substancialmente o coeficiente de endogamia nas sementes. Por isso, neste trabalho,

simulou-se o desbaste tanto dentro como entre as parcelas. Dentro das parcelas foi selecionada uma única planta e entre parcelas, de uma a seis parcelas. O último ponto na FIGURA 1 refere-se ao teste sem o desbaste. O coeficiente de coancestria reduziu de aproximadamente 2% para 1,1% com a seleção de uma planta em cada parcela. Por sua vez, o tamanho efetivo aumentou de 25 para 47 árvores. O primeiro caso indicou que as 25 árvores mantidas na seleção corresponderiam a 25 árvores não parentes e endogâmicas e, no segundo caso, que as 150 árvores (25 x 6 repetições) corresponderiam a 55 árvores não parentes e endogâmicas.

Assim, a melhor estratégia seria a escolha da última situação, ou seja, a seleção de uma planta de cada progênie em cada parcela, procurando evitar parcialmente o cruzamento entre parentes e manter maior tamanho efetivo. Para fins de conservação, a seleção dentro das parcelas poderia ser aleatória. Portanto, o presente banco poderia ser usado para a produção de sementes com relativamente ampla base genética para recuperação ambiental.

#### 4 CONCLUSÕES

1. Existe variação genética entre progênies na população para crescimento, forma do fuste e adaptação;
2. Os caracteres DAP, altura, volume e sobrevivência apresentam controle genético substancial;
3. Existem altas correlações genéticas entre os caracteres DAP e volume e entre altura e volume;
4. As estimativas do tamanho efetivo indicam que o teste de progênies retém um tamanho efetivo abaixo do ideal para uma espécie arbórea. Contudo, se submetido a um desbaste, poderia produzir sementes para a recuperação ambiental com baixos níveis de endogamia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

COCKERHAM, C. C. Variance of gene frequencies. **Evolution**, Lancaster, v. 23, n. 1, p. 72-84, 1969.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics.** Harlow: Longman Scientific & Technical, 1997. 469 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Panel of experts on forest gene resources.** Ninth Session. Roma, 1996. 64 p.

FRANKEL, O. H.; SOULÉ, M. S. **Conservation and evolution.** Cambridge: Cambridge University Press, 1981. 327 p.

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

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

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

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

MORAES, M. A. *et al.* Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antônio, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 113-118, 2007.

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

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

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

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

\_\_\_\_\_. Conservação *ex situ* e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 101-112, 2007b.

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

FREITAS, M. L. M. *et al.* Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Gallsia integrifolia* (Spreng.) Harms.

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

SEBBENN, A. M.; KAGEYANA, P. Y.; ZANATTO, A. C. S. Estrutura genética de populações de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) por caracteres quantitativos e isoenzimas. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 13, n. 2, 121-134, 2001c.

SEBBENN, A. M. *et al.* Variação genética em procedências e progênies de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* no noroeste do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2005.

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

SEBBENN, A. M. *et al.* Parâmetros genéticos na conservação da Cabreúva - *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 53, p. 31-38, 1998.

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



# INFLUÊNCIA DO DESBASTE E DA FERTILIZAÇÃO NOS ÍNDICES DE RACHAMENTO APÓS DESDOBRO E SECAGEM EM MADEIRA SERRADA DE *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden\*

Israel Luiz de LIMA\*\*  
José Nivaldo GARCIA\*\*\*

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência do manejo florestal no rendimento e na qualidade tecnológica da madeira serrada de uma população plantada de *Eucalyptus grandis*, de 21 anos de idade, manejada pelo sistema de desbastes seletivos, com aplicação de fertilizantes na época do início dos desbastes. Os fatores utilizados foram três intensidades de desbastes seletivos (37, 50 e 75%), presença ou ausência de fertilizantes, duas classes de diâmetro, duas posições verticais ao longo da altura do fuste comercial e três posições radiais. As influências dos fatores e de suas combinações nas tensões de crescimento das árvores foram avaliadas de forma indireta por meio da análise das rachaduras de extremidade observadas em tábuas verdes e secas. De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que as rachaduras de extremidade de tábua seca ou verde sofreram influências dos fatores classe de diâmetro e posição radial. O fator fertilizante influenciou somente as rachaduras de extremidade seca. O índice de rachadura de tábuas verde ou seca diminuiu da medula para a casca. Foi obtida uma boa relação positiva entre rachadura de tábua seca e rachadura de tábua verde.

Palavras-chaves: rachadura; madeira serrada; eucalipto; tensão de crescimento.

## 1 INTRODUÇÃO

As exportações brasileiras de produtos de base florestal vêm melhorando a cada ano. O volume total exportado em 2003, que inclui móveis, madeira, papel e celulose, resultou na receita de US\$ 5,6 bilhões. A exportação de madeira serrada chegou a US\$ 647,9 milhões e encontra-se em ascensão (Exportações..., 2004).

*Eucalyptus* e *Pinus* são os gêneros mais utilizados atualmente, no Brasil, para produção de madeira via reflorestamentos se destinam

## ABSTRACT

The goal of this work was the study of the influence of forest thinning on the some yield and technological quality indicators of sawn wood from a 21 year old grown *Eucalyptus grandis* stand managed by selective thinning, with the application of fertilizers of the beginning of the thinning. Thinning intensities (37, 50 and 75%), the application or not of fertilizers, two diameter classes, two vertical positions along the stem commercial height and three radial positions were evaluated. The influences of the factors treatments and their combinations on tree growth stresses were evaluate indirectly through green and dry lumber end splitting. According with the results obtained, it was concluded that the green and dry lumber were influenced by diameter class and longitudinal position along the tree radius. Dry lumber end splitting were influenced by fertilization. The index end splitting of green or dry lumbers decreases of pith to bark. It was observed strong relationship between end splitting of dry lumber and green lumber.

Key words: splitting; sawn wood; eucalyptus; growth stresses.

principalmente à produção de carvão, energia, celulose, painéis e serraria. O gênero *Eucalyptus* apresenta grande potencial para a indústria da madeira, devido ao seu rápido crescimento, à boa adaptação às condições ambientais brasileiras, à produção madeira de boas propriedades físicas e mecânicas e de fácil trabalhabilidade, além de se poder produzir madeira a baixos custos. O gênero apresenta uma grande variedade de cores agradáveis, o que contribui para destacar e valorizar algumas espécies desse gênero (Lima *et al.*, 2006).

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

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

(\*\*\*) Universidade de São Paulo, Departamento de Ciências Florestais da ESALQ, Caixa Postal 9, 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: jngarcia@esalq.usp.br

No entanto, como madeira serrada, o gênero *Eucalyptus* apresenta algumas características que podem dificultar o seu uso. Essas dificuldades não são, todavia, maiores do que aquelas apresentadas pela maioria das madeiras. A principal característica que, de alguma maneira, pode dificultar o seu processamento são as rachaduras, que são manifestações da presença de tensões residuais elevadas nas toras. (Malan, 1995; Ponce, 1996). Portanto, as tensões de crescimento podem causar defeitos que forcem a redução das dimensões das peças obtidas, principalmente o comprimento (Kubler, 1987; Malan & Hoon (1992).

Segundo Kubler (1987), a madeira do gênero *Eucalyptus* exige cuidados durante o desdobro e no processo de secagem, pela presença de tensões internas de crescimento que são responsáveis pelos baixos rendimentos no processamento da madeira. Durante o desdobro essas tensões podem acarretar no rachamento das toras antes e durante o seu desdobro, pelo cerne quebradiço e pelas deformações que surgem na madeira serrada durante o processo de secagem. Entretanto, Crêspo (2000) verificou que, para *E. grandis*, a maior parte das rachaduras de extremidade das tábuas ocorrem durante o processo de desdobro.

De um modo geral, pode-se melhorar, modificar, controlar ou minimizar os fatores que afetam a quantidade e a qualidade da madeira, por meio de tratamentos silviculturais. Entre os tratamentos silviculturais que possibilitam alterações nas condições e taxas de crescimento das árvores pode-se destacar a aplicação de fertilizantes e os desbastes que são freqüentemente utilizados para aumentar-se a quantidade e qualidade da madeira produzida (Simões *et al.*, 1981; Couto, 1995).

Segundo Malan (1984), na África do Sul, em geral, para populações de eucaliptos em sítio de melhor qualidade ocorre um aumento da rachadura e em sítio de pior qualidade ocorre uma diminuição de rachadura na madeira.

Miranda & Nahuz (1999), em um estudo sobre a influência do espaçamento sobre os índices de rachamento após o desdobro e após a secagem de *E. saligna*, concluíram que o espaçamento influenciou esses índices. Porém, não foi possível estabelecer a relação entre o espaçamento e a rachadura das tábuas após o desdobro e secagem.

Malan & Hoon (1992) analisaram um povoamento de *E. grandis* de 34 anos de idade, em diferentes séries de desbastes sucessivos. Concluíram que os desbastes gradativos não apresentaram uma tendência sistemática em reduzir ou aumentar as rachaduras das tábuas.

Lima *et al.* (2000) estudando uma população de *E. grandis* de 18 anos de idade, verificaram que não houve interação entre a intensidade do desbaste e o índice de rachadura, independentemente da posição longitudinal da tora, demonstrando, então, que não existe variação nesse índice no sentido da base para o topo.

Trugilho *et al.* (2003), em um estudo sobre tensão de crescimento de *E. urophylla*, observaram que a deformação residual longitudinal é mais acentuada nas tábuas de origem mais externa às toras, indicando a influência do gradiente de tensão.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar a influência da fertilização e de diferentes intensidades de desbaste nas rachaduras da madeira serrada, após o desdobro e após a secagem, de uma população de *Eucalyptus grandis* de 21 anos de idade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado nesta pesquisa foi obtido de uma população experimental de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, de 21 anos de idade, procedência Botucatu (origem Coff's Harbour), com nível de Melhoramento de P.S.C. (Pomar de Semente Clonal), localizada no município de Lençóis Paulista/SP e pertencente à Ripasa S/A Celulose e Papel. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, de textura média e o clima é do tipo CWa, segundo a classificação de Köppen (Stape & Martini, 1991).

O experimento, contendo seis parcelas de 900 m<sup>2</sup> foi plantado em 16/12/1982 em espaçamento de (3,0 x 1,5) m, totalizando 2.222 árvores/ha. Inicialmente foram aplicados 222 kg/ha de NPK 6:30:6, distribuídos nos sulcos de plantio. Em 1987, foram iniciados desbastes do tipo seletivo nas intensidades de 37, 50 e 75%. Após o desbaste foi realizada uma adubação com 1000 kg/ha de NPK 12:06:12 e 100 kg/haja de lama-cal, distribuídos nas entrelinhas de apenas três das parcelas, caracterizando, portanto, tratamentos com e sem adubo.

LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N. de. Influência do desbaste e da fertilização nos índices de rachamento após desdobro e secagem em madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden.

Em seguida à adubação foi efetuada uma gradagem leve para incorporar o adubo ao solo. Após o último dos três desbastes que ocorreu aos 8,5 anos, o experimento foi mantido sem alteração até o início do presente estudo. Na população em estudo não foram realizadas desramas artificiais.

Inicialmente realizou-se um inventário do experimento e a partir da distribuição diamétrica obtida, foram eleitas duas classes de DAPs (diâmetro à altura do peito, 1,3 m acima do solo) para o estudo, sendo: Classe mediana composta de árvores com DAP entre 25 e 30 cm e a Classe superior composta de árvores com DAP entre 30 e 35 cm.

Dentro de cada uma das seis parcelas foram tomadas oito árvores, sendo quatro em cada uma das classes definidas, totalizando 48 árvores, que foram devidamente identificadas no campo.

Foram retiradas duas toras de cada uma das árvores selecionadas, sendo a tora 1, de 3 m de comprimento, retirada à altura de 1,70 m a 4,7 m e a tora 2, de 3 m de comprimento retirada à altura de 6,4 a 9,40m.

A TABELA 1 mostra os tratamentos da população experimental que foram selecionados para o presente estudo.

TABELA 1 – Tratamentos selecionados dentro de uma população experimental de *E. grandis* de 21 anos de idade.

Parcela	Adubação aos 5 anos	(%) Desbaste	Idade no 1º desbaste	Idade no 2º desbaste	Idade no 3º desbaste	Nº de árvores/ha aos 21 anos
1	N	37%	5	6,5	8,5	549
2	S	37%	5	6,5	8,5	521
3	N	50%	5	7,5	–	535
4	S	50%	5	7,5	–	556
5	N	75%	5	–	–	535
6	S	75%	5	–	–	535

Obs.: N: não adubado; S: adubado.

O desdobro das toras 1 e 2 foi realizado na serraria comercial da CAF Florestal em Martinho Campos/MG, segundo a estratégia de desdobro praticada pela empresa na produção de peças serradas de dimensões comerciais. Essa serraria foi escolhida para esta pesquisa porque a mesma processa comercialmente toras de eucalipto e tem grande experiência nesta atividade. Essa operação foi iniciada e concluída dentro da semana da derrubada das árvores no campo.

Para a realização do desdobro foi utilizada uma serra de fita dupla, seguida de uma serra circular múltipla, conforme esquema mostrado na FIGURA 1.

A espessura da tábua (h) foi fixada em 2,5 cm e a largura (b) variou de 10 a 20 cm em função do diâmetro da tora (FIGURA 1). Todas as peças serradas foram cuidadosamente identificadas e estratificadas por tora tomando-se o cuidado de mapear suas posições espaciais no volume da tora de onde foram retiradas.

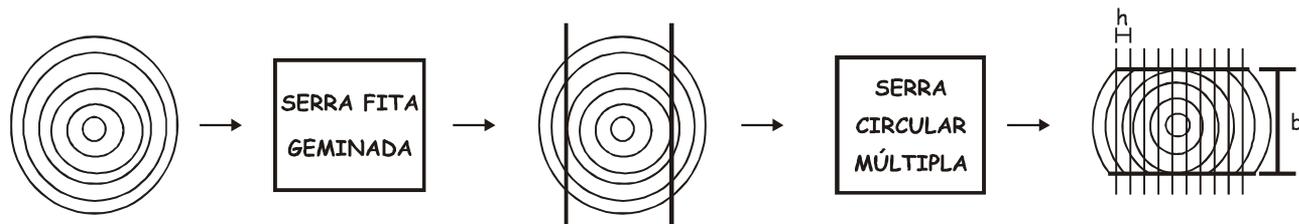


FIGURA 1 – Esquema de desdobro comercial efetuado para liberação equilibrada de tensões.

As tábuas foram então separadas e medidas de acordo com sua posição relativa na tora e também na posição horizontal, ou seja, de acordo com a variação medula-casca.

Com o objetivo de estudar a variação medula-casca, foram utilizados três pontos de amostragem, ao longo do raio da tora, ou seja, 0, 50 e 100% do raio. As toras produziram de 3 a 5 tábuas - devido a esse fato, adotou-se o seguinte critério para a avaliação dos três pontos: nas produções ímpares utilizou-se a peça do meio e as duas laterais, nas produções pares utilizou-se a média das duas centrais e as duas laterais.

Nas tábuas resultantes do desdobro determinaram-se os índices de rachadura de extremidade de tábua na condição verde e seco, de acordo com a norma (ABNT, 1986).

## 2.1 Índice de Rachaduras de Extremidade de Tábua Verde (IRTV)

Esse índice representa a média, na tora, dos comprimentos acumulados das rachaduras das duas extremidades de cada uma das tábuas serradas no estado verde e foi calculado pela equação (1):

$$IRTV = \frac{\sum_{i=1}^n (C_1 + C_2)_i}{n} \quad (1),$$

em que:

IRTV: Índice de rachaduras de extremidade de tábua verde (cm);

$C_1$  e  $C_2$ : comprimento das rachaduras respectivas das extremidades 1 e 2 da tábua na condição verde (cm);

n: nº de tábuas serradas obtidas da tora.

## 2.2 Índice de Rachaduras de Extremidade de Tábua Seca (IRTS)

As tábuas na condição verde passaram por um processo de secagem em uma estufa solar, por um período de 28 dias. Após esse período de secagem, foi avaliado o índice de rachaduras de extremidade de tábua seca (IRTS) que representa a média, na tora, dos comprimentos acumulados das rachaduras das duas extremidades de cada uma das tábuas no estado seco, calculado pela equação (2):

$$IRTS = \frac{\sum_{i=1}^n (C_1 + C_2)_i}{n} \quad (2),$$

em que:

IRTS: índice de rachaduras de extremidade de tábua seca (cm);

$C_1$  e  $C_2$ : comprimento das rachaduras respectivas das extremidades 1 e 2 das tábuas na condição seca (cm);

n: nº de tábuas serradas obtidas da tora.

Na avaliação do experimento, foi efetuado inicialmente o teste de homogeneidade de variância e para isso utilizou-se o teste de Hartley. Posteriormente, aplicou-se o teste F de análise de variância segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado, adotando-se o esquema fatorial 3 x 2 x 2 x 2x 3 (desbaste x adubo x classe x tora x posição radial).

Aplicou-se o teste de Tukey sempre que observada diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos. Os resultados obtidos das variáveis foram analisados estatisticamente com o auxílio do procedimento estatístico PROC GLM (SAS, 1999).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TABELA 2 e nas FIGURAS 2 e 3, encontram-se o resumo dos resultados das análises estatísticas realizadas para as variáveis IRTV e IRTS.

Observou-se que para o índice de rachaduras de extremidade de tábua verde (IRTV) não ocorreram diferenças significativas entre as três intensidades de desbaste. Isso demonstra que as intensidades estudadas não foram suficientes para influir significativamente no IRTV e que, de acordo com Fernandes (1982), Malan & Hoon (1992) e Lopes *et al.* (2004), existe um alto controle genético nas rachaduras de extremidade de tábua, ou seja, o fator ambiental tem pouca influência sobre a intensidade das rachaduras. Esses resultados estão de acordo com Malan & Hoon (1992), que não verificaram efeitos de diferentes intensidades de desbastes no comprimento de rachaduras de extremidade de tábua, em diferentes classes de DAP, em uma população de *E. grandis*. Lima *et al.* (2000) também observaram que diferentes intensidades de desbastes não influenciaram significativamente nos índices de rachaduras de extremidade de tábua em *E. grandis*.

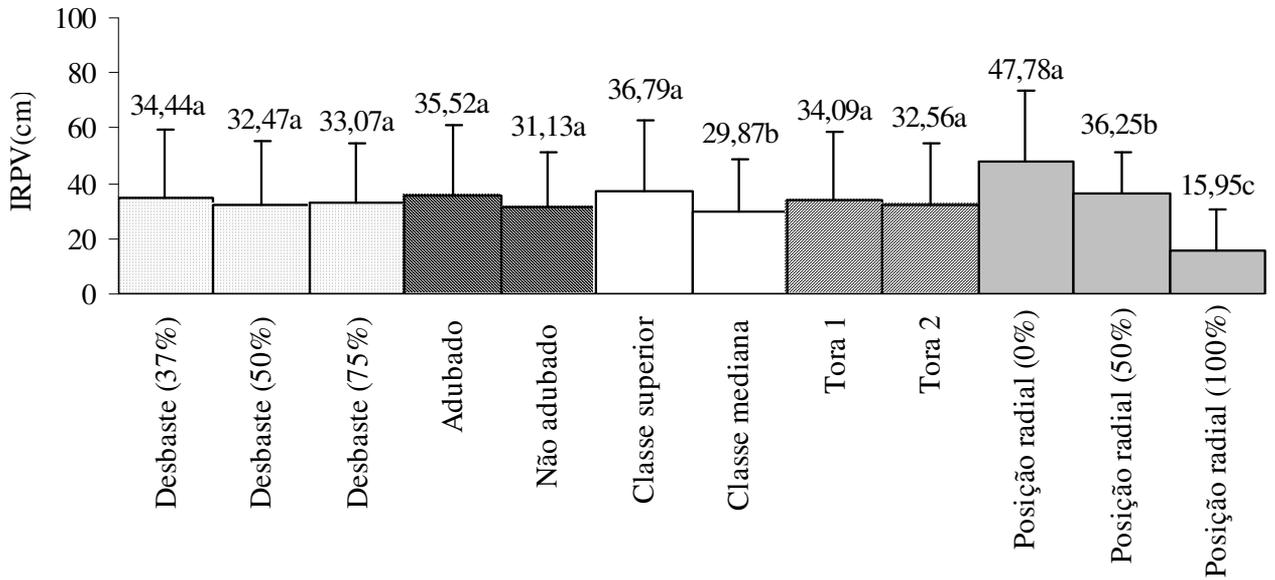
LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N. de. Influência do desbaste e da fertilização nos índices de rachamento após desdobro e secagem em madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden.

TABELA 2 – Resumo de análise de variância efetuada para os índices de rachaduras de extremidade de tábua verde (IRPV) e seca (IRPS) de *E. grandis* de 21 anos de idade.

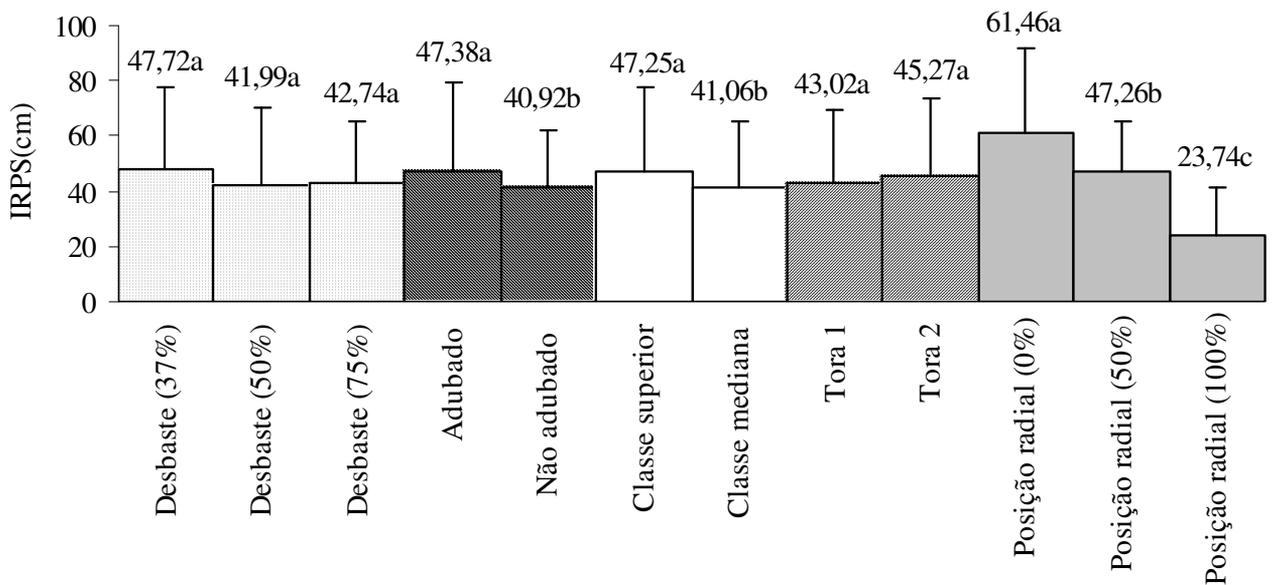
Causa de variação	GL	Quadrados médios	
		IRTV (cm)	IRTS (cm)
Desbaste (D)	2	96,98 <sup>n.s.</sup>	926,59 <sup>n.s.</sup>
Adubo (A)	1	1384,26 <sup>n.s.</sup>	3000,28**
Classe (C)	1	3447,27**	2760,62**
Tora (T)	1	169,59 <sup>n.s.</sup>	363,38 <sup>n.s.</sup>
Posição radial (P)	2	24933,75**	34863,49**
(D) x (A)	2	614,44 <sup>n.s.</sup>	1016,67 <sup>n.s.</sup>
(D) x (C)	2	708,76 <sup>n.s.</sup>	1109,84 <sup>n.s.</sup>
(D) x (T)	2	16,08 <sup>n.s.</sup>	769,12 <sup>n.s.</sup>
(D) x (P)	4	297,96 <sup>n.s.</sup>	622,36 <sup>n.s.</sup>
(A) x (C)	1	9,07 <sup>n.s.</sup>	478,28 <sup>n.s.</sup>
(A) x (T)	1	234,54 <sup>n.s.</sup>	377,90 <sup>n.s.</sup>
(A) x (P)	2	350,44 <sup>n.s.</sup>	952,91 <sup>n.s.</sup>
(C) x (T)	1	47,29 <sup>n.s.</sup>	859,74 <sup>n.s.</sup>
(C) x (P)	2	224,42 <sup>n.s.</sup>	751,77 <sup>n.s.</sup>
(T) x (P)	2	313,91 <sup>n.s.</sup>	100,92 <sup>n.s.</sup>
(D) x (A) x (C)	2	1055,22 <sup>n.s.</sup>	710,74 <sup>n.s.</sup>
(D) x (A) x (T)	2	756,36 <sup>n.s.</sup>	646,26 <sup>n.s.</sup>
(D) x (A) x (P)	4	187,33 <sup>n.s.</sup>	256,40 <sup>n.s.</sup>
(D) x (C) x (T)	2	253,40 <sup>n.s.</sup>	1152,69 <sup>n.s.</sup>
(D) x (C) x (P)	4	178,83 <sup>n.s.</sup>	232,83 <sup>n.s.</sup>
(D) x (T) x (P)	4	438,34 <sup>n.s.</sup>	280,95 <sup>n.s.</sup>
(A) x (C) x (T)	1	38,28 <sup>n.s.</sup>	249,39 <sup>n.s.</sup>
(A) x (C) x (P)	2	26,24 <sup>n.s.</sup>	54,66 <sup>n.s.</sup>
(A) x (T) x (P)	2	83,32 <sup>n.s.</sup>	73,12 <sup>n.s.</sup>
(C) x (T) x (P)	2	258,52 <sup>n.s.</sup>	850,88 <sup>n.s.</sup>
(D) x (A) x (C) x (T)	2	43,25 <sup>n.s.</sup>	556,59 <sup>n.s.</sup>
(D) x (A) x (C) x (P)	4	173,06 <sup>n.s.</sup>	60,24 <sup>n.s.</sup>
(D) x (A) x (T) x (P)	4	239,41 <sup>n.s.</sup>	52,88 <sup>n.s.</sup>
(D) x (C) x (T) x (P)	4	113,98 <sup>n.s.</sup>	357,01 <sup>n.s.</sup>
(A) x (C) x (T) x (P)	2	142,80 <sup>n.s.</sup>	240,07 <sup>n.s.</sup>
(D) x (A) x (C) x (T) x (P)	4	32,43 <sup>n.s.</sup>	490,66 <sup>n.s.</sup>
Resíduo	216	360,22	485,62
CVexp		18,98	22,34

Em que: \*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade; n. s. = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; CVexp = coeficiente de variação experimental.

LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N. de. Influência do desbaste e da fertilização nos índices de rachamento após desdobro e secagem em madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden.



Obs: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.  
 FIGURA 2 – Índice de rachaduras de extremidade de tábua verde (IRTV) de *E. grandis* de 21 anos de idade.



Obs: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.  
 FIGURA 3 – Índices de rachaduras de extremidade de tábua seca (IRTS) de *E. grandis* de 21 anos de idade.

Em um trabalho com *E. delegatensis* e *E. nitens*, Ferrand (1983) verificou que desbastes moderados não influenciaram na deformação de crescimento, que indica de forma indireta o nível de tensão de crescimento, que é a causa principal de rachaduras de extremidade, tanto de tora quanto de tábua, porém, desbastes precoces e pesados influenciaram significativamente. Segundo esse autor, isso ocorreu porque a deformação de crescimento é fortemente relacionada com a competição entre árvores. Wilkins & Kitahara (1991) verificaram que desbastes efetuados em uma população de *E. grandis* de 12,5 anos de idade provocaram aumento da taxa de crescimento e diminuíram o nível de deformação de crescimento.

Para o fator adubo observou-se que não houve diferença significativa entre as parcelas adubadas e não adubadas. Deve-se, então, considerar que a adubação efetuada aos 5 anos de idade, após o primeiro desbaste, não foi suficiente para interferir significativamente nas rachaduras de peça serrada verde.

No caso do fator classe de DAP, verificou-se que houve diferença significativa entre as classes superior e mediana. A classe superior apresentou maior intensidade de rachadura. A diferença entre os níveis de significância da classe superior e mediana deve-se ao fato de que a relação entre a largura da tábua e o diâmetro da tora foi maior na classe mediana. Crêspo (2000) também encontrou, em populações de *E. grandis* e *E. saligna*, valores maiores de rachaduras de extremidade de tábua na classe superior e, a partir disso, concluiu que tal fato pode ser explicado devido à tendência dessa classe em produzir tábuas de larguras maiores do que aquelas obtidas de classes inferiores. Para a posição da tora na altura da árvore não foram verificadas diferenças significativas entre posições na altura da árvore, mesma tendência observada por Lima *et al.* (2000).

Na FIGURA 2 está apresentada a variação radial da rachadura de extremidade de tábua verde onde foram verificadas diferenças significativas entre as posições radiais, podendo-se observar que há uma tendência significativa das rachaduras diminuírem no sentido da medula para a casca. Del Menezzi (1999) observou a mesma tendência para *E. grandis* e *E. cloeziana*. A diminuição da intensidade de rachadura no sentido medula-casca pode ser explicada pelo fato de ocorrer nas tábuas da região próxima à medula um efeito combinado de dois fatores importantes.

O primeiro deles é que a madeira central, por ser predominantemente composta de madeira juvenil, apresenta menor resistência à tração normal às fibras e o segundo é que as componentes transversais originárias da tensão de crescimento longitudinal quando esta é liberada no desdobro, são as máximas possíveis e coincidem com a direção paralela às faces, provocando, portanto, tração normal máxima (Garcia, 1995). Dessa forma pode-se entender a afirmativa de Kubler (1987) de que a madeira da região próxima da medula apresenta menor resistência aos efeitos das tensões de crescimento que se manifestam na forma de rachadura. Ferreira *et al.* (2004) também observaram que as rachaduras nos pranchões centrais ocorreram próximas à região da medula.

Para o índice de rachaduras de extremidade de tábua seca não foram observadas diferenças significativas entre as três intensidades de desbaste (TABELA 2 e FIGURA 3). Resultado diferente foi encontrado por Miranda & Nahuz (1999), que observaram que espaçamentos maiores provocaram menores índices de rachaduras das tábuas após a secagem.

No caso do fator fertilizante foi observado que ocorreram diferenças significativas entre as parcelas adubadas e não adubadas. Pode-se considerar, então, que a adubação provoca um efeito de facilitar as rachaduras de extremidade de tábua seca, o que não acontece com a rachadura de extremidade de tábua verde. Trata-se de um fato complexo que necessita de uma análise mais profunda.

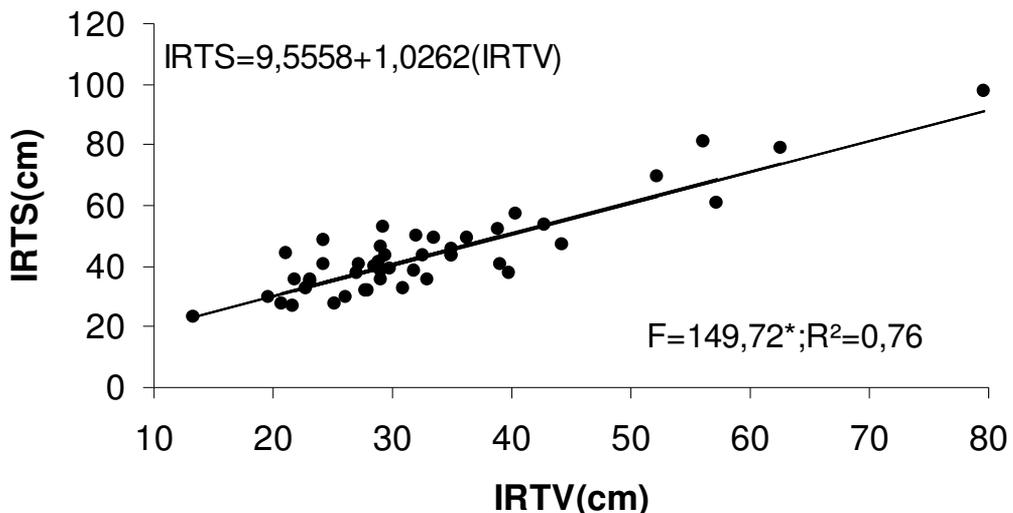
Para o fator classe, foi verificado que houve diferenças significativas entre a classe superior e mediana, podendo ser aceita a mesma discussão efetuada para o caso da IRTV. No caso, da posição da tora, na altura da árvore não se verificou diferenças significativas, mesma tendência de IRTV. Observou-se que o IRTS também diminui significativamente no sentido da medula para a casca (FIGURA 3).

Quando se compara o valor médio de IRTV (33,33 cm) com o valor médio de IRTS (44,15 cm) verifica-se que houve um aumento médio de 10,82 cm no comprimento da rachadura de extremidade de tábua devido à propagação da rachadura que existia na peça verde durante o processo de secagem.

Pode-se, então, concluir para na situação do presente trabalho, que as tábuas perdem 33,33 cm de comprimento devido aos efeitos quase que exclusivo das tensões de crescimento e mais 10,82 cm, de tábua seca, devido às tensões de secagem, perdendo, então, no total 44,15 cm, devido a um efeito complexo e combinado de tensões de crescimento com tensões de secagem.

Miranda & Nahuz (1999) verificaram para o *E. saligna* de 9 anos de idade que tábuas de 4 m de comprimento perderam, em média, de 24 a 28 cm desse valor no processo de desdobro e secagem.

Neste estudo também foi feita análise de correlações entre as variáveis, onde foi testado o modelo linear. A FIGURA 4 mostra graficamente a regressão linear que foi estatisticamente significativa.



Obs.: \* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 4 – Relação entre índice de rachaduras de extremidade de tábua verde (IRTV) e índice de rachaduras de extremidade de tábua seca (IRTS) para *E. grandis* de 21 anos de idade.

Uma forte dependência foi obtida entre rachaduras de tábua seca e verde, o que permite estimar com certa segurança, a perda de comprimento que a tábua terá por efeito do processo de secagem. Lima *et al.* (2000) e Malan (2000) estudaram o mesmo fenômeno em *E. grandis* e obtiveram a mesma forma de relação entre essas variáveis. Procedeu-se uma análise do comportamento dos resíduos para regressão e verificou-se que os resíduos se encontravam bem distribuídos em torno da linha de zero.

#### 4 CONCLUSÕES

Os índices de rachaduras de tábuas verdes e secas não foram influenciados significativamente pelas diferentes intensidades de desbaste e posições das toras na altura da árvore.

Os índices de rachaduras de tábuas verdes e secas foram influenciados significativamente pelas diferentes classes de DAP e pela posição radial na tora.

O índice de rachadura de tábua verde não foi influenciado pela adubação feita aos 5 anos de idade, porém o índice de rachadura de tábuas seca foi.

A rachadura longitudinal mais extensa de extremidade de tábua verde ou seca diminui no sentido da medula para a casca.

Existe uma relação positiva entre rachaduras de tábua verde e rachaduras de tábua seca.

A estimativa do comprimento de rachadura propagado durante o processo de secagem é muito boa.

LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N. de. Influência do desbaste e da fertilização nos índices de rachamento após desdobro e secagem em madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden.

## 5 AGRADECIMENTOS

Às empresas RIPASA S/A Celulose e Papel Ltda e CAF Florestal, pelo fornecimento do material de estudo e o inestimável apoio logístico que propiciou o pleno desenvolvimento do presente trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Classificação de madeira serrada de folhosas**: NBR 94987. São Paulo, 1986. 53 p.

COUTO, H. T. Z. Manejo de florestas e suas utilizações em serraria. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF; IPT; IUFRO; ESALQ, 1995. p. 20-30.

CRÊSPO, E. A. **Tensão de crescimento e suas conseqüências, controláveis e não controláveis, no desdobro e secagem do *Eucalyptus grandis* e *E. saligna***. Muell. 2000. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DEL MENEZZI, C. H. **Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a produção de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *E. cloeziana* F. Muell.** 1999. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

EXPORTAÇÕES batem recorde de US\$ 5,6 bilhões. **Revista da Madeira**, São Paulo, p. 6-14, jun. 2004. Edição especial.

FERNANDES, P. S. **Variações de densidade da madeira e suas relações com as tensões de crescimento em progênies de *Eucalyptus urophylla*** S. T. Blake. 1982. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERRAND, J. Ch. Growth stresses and silviculture of *Eucalyptus*. **Australian Forest Research**, Melbourne, v. 13, p. 175-81, 1983.

FERREIRA, S. *et al.* Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 10-21, 2004.

GARCIA, J. N. Técnicas de desdobro de eucalipto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF; IPT; IUFRO; ESALQ, 1995. p. 59-67.

KUBLER, H. Growth stresses in trees and related wood properties. **Forestry Abstracts**, Oxford, v. 48, p. 131-189, 1987.

LIMA, I. L. *et al.* Efeito do desbaste e da fertilização nas tensões de crescimento em *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 171-183, 2006.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N.; NOGUEIRA, M. C. S. Influência do desbaste nas tensões de crescimento de *E. grandis* Hill ex-Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 58, p. 111-125, 2000.

LOPES, M. C. *et al.* Agrupamentos de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 133-144, 2004.

MALAN, F. S. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF; IPT; IUFRO; ESALQ, 1995. p. 1-19.

\_\_\_\_\_. The wood properties and sawn board quality of the *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* hybrid. **South African Forestry Journal**, Pretoria, v. 188, p. 29-35, 2000.

\_\_\_\_\_.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, Pretoria, v. 163, p. 13-20, 1992.

LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N. de. Influência do desbaste e da fertilização nos índices de rachamento após desdobro e secagem em madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden.

MALAN, F. S. **Studies on the phenotypic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South African grown *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden)**. 1984. 258 f. Thesis (Ph.D.) - University of Stellenbosch, Stellenbosch.

MIRANDA, M. J. A. C.; NAHUZ, M. A. R. Estudo da influência do espaçamento de plantio de *Eucalyptus saligna* Smith nos índices de rachamento após o desdobro e após a secagem. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 55, p. 107-116, 1999.

PONCE, R. H. Perspectivas do eucalipto na substituição de madeiras nativas. In: SEMADER - SEMINÁRIO SOBRE PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO, 4., 1996, Curitiba,. **Anais...** Curitiba: ABPM, 1996. p. 41-46.

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

SIMÕES, J. W. *et al.* **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Brasília, DF: IBDF, 1981. 131 p.

STAPE, J. L.; MARTINI, E. L. Desbaste de *Eucalyptus*: opção de manejo para áreas com limitações ambientais ao corte raso. In: ENCONTRO TÉCNICO FLORESTAL, 5., 1991, Belo Horizonte. Belo Horizonte: ABRACAVE, 1991. p. 30-50.

TRUGILHO, P. F. *et al.* Relação entre as rachaduras de toras e tábuas com a tensão de crescimento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 2003. 2 CD-ROM.

WILKINS, A. P. KITAHARA, R. Silvicultural treatments and associated growth rates, growth strains and wood properties in 12.5-year-old *Eucalyptus grandis*. **Australian Forestry**, Canberra, v. 54, n. 1/2, p. 99-104, 1991.

**VARIAÇÃO GENÉTICA PARA A DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA  
E CARACTERES SILVICULTURAIS EM UMA POPULAÇÃO BASE DE  
*Eucalyptus camaldulensis* DEHNH\***

Fernando Wergles SANTOS\*\*  
Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM\*\*\*  
Israel Luiz de LIMA\*\*\*  
Ellen Su Ching TUNG\*\*  
Janete Motta da SILVA\*\*  
Miguel Luiz Menezes FREITAS\*\*\*  
Mario Luiz Teixeira de MORAES\*\*  
Alexandre Magno SEBBENN\*\*\*

**RESUMO**

Os objetivos deste trabalho foram determinar a variação genética e estimar os ganhos esperados na seleção para caracteres de crescimento, forma do fuste - FOR e densidade básica da madeira - DB em uma população base de *E. camaldulensis* procedente da Austrália, visando a sua transformação em uma Área de Produção de Sementes - APS. Os caracteres de crescimento avaliados foram: diâmetro à altura do peito - DAP, altura total - ALT, volume - VOL, altura da bifurcação - AB e brotação de cepa - BC. Foram detectadas diferenças significativas entre progênes para todos os caracteres estudados, exceto para os caracteres relacionados à densidade básica, e altos coeficientes de variação genética para os caracteres de crescimento, o que sugere a existência de variabilidade genética na população base e a possibilidade de melhoramento genético pela seleção das melhores progênes. As herdabilidades, em nível de plantas individuais, foram medianas para os caracteres AB, FOR e DB na posição intermediária (0,20, 0,16 e 0,49, respectivamente) e baixas para os demais caracteres. Já as herdabilidades em nível de médias de progênes variaram de médias para DB a altas para todos os demais caracteres, demonstrando um alto controle genético na variação fenotípica desses caracteres. A eficiência no ganho da seleção foi estimada para DB na posição intermediária e comparada para três estratégias de seleção, utilizando-se o índice de Multi-efeitos: i) seleção massal no experimento; ii) seleção massal dentro de progênes e; iii) seleção entre e dentro de progênes. Observou-se que, tanto a seleção massal no experimento quanto a seleção entre e dentro de progênes tiveram maior eficiência do que a seleção massal apenas dentro de progênes. Finalmente, os resultados indicaram que esta população base de *E. camaldulensis* tem potencial para ser transformado em APS.

Palavras-chave: variabilidade genética; herdabilidade; ganho genético; melhoramento florestal; reflorestamento.

**ABSTRACT**

The goals of this work were determine the genetic variation and to estimate the expected gains in selection for growth, form - FOR and wood density - DB traits in an *E. camaldulensis* base population from Australia, aiming your transformation in a Seedling Seed Orchard - APS. The studied growth traits were diameter at breast height - DBH, total height - ALT, volume - VOL, bifurcation height (AB) and trunk sprouting - BC. Significant differences among progenies for all studies traits except for the characters related to the basic density and high coefficient of genetic variation for growth traits were detected, suggesting the existence of genetic variability in the base population and the possibility of tree breeding by selection of the best progenies. The heritability in level of individual plants were median for the traits AB, FOR and DB in the intermediary position (0.20, 0.16 and 0.49, respectively) and low for other traits. In contrast, the heritability in level of progenies ranging from means for DB to high for the other traits, showing a high genetic control in the phenotypic variation of these traits. The efficiency of the gain in the selection was estimated for DB in the intermediary position and compared for three selection strategies, using Multi-effect index: i) massal selection in the trial; ii) massal selection within progenies and; iii) selection among and within progenies. It was observed that both massal selections in the trial and among and within progenies have higher efficiency than the massal selection within progenies. Finally, the results indicate that the present *E. camaldulensis* base population has potential for to be transformed in a SPA.

Key words: genetic variability; heritability; genetic gains; tree breeding; reforestation.

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

(\*\*) Faculdade de Engenharia da Ilha Solteira, UNESP, Caixa Postal 31, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil.

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

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os gêneros de espécies florestais que apresentam madeira dura, o *Eucalyptus* é um dos mais extensamente cultivados em regiões tropicais e subtropicais do mundo, principalmente devido a sua importância econômica. Essas plantações têm sido ampliadas em muitos países pela excelência das suas propriedades da madeira na fabricação de papel e outros usos (Downes *et al.*, 1997). Este sucesso reflete em grande parte a adaptabilidade deste gênero a uma variedade de condições climáticas e edáficas, seu crescimento rápido, e a versatilidade da utilidade de sua madeira para aplicações industriais (Santos *et al.*, 2004).

Atualmente, as plantações de *Eucalyptus* ocupam no Brasil uma área de cerca de três milhões de hectares, instaladas principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná, destacando-se, também, Santa Catarina, Bahia e Espírito Santo. Neste contexto, as florestas plantadas com o gênero merecem destaque no setor florestal brasileiro, visto que nos últimos anos, a sua silvicultura alcançou alto nível de desenvolvimento tecnológico, e neste avanço destaca-se o melhoramento genético, que propiciou ganhos de grande magnitude, principalmente na produtividade volumétrica (Caixeta *et al.*, 2003). A despeito de todo este avanço, alguns autores consideram que o *Eucalyptus* encontra-se ainda em estágios iniciais de melhoramento, de tal forma que as principais modificações genéticas que se seguem ao período de domesticação ainda não foram realizadas (Grattapaglia, 2004). Alguns questionamentos têm surgido a respeito das populações introduzidas no Brasil, quanto à sua origem e ao conhecimento em termos de sua divergência genética entre populações, pois estes materiais foram introduzidos a partir de populações de plantios naturais da Austrália e da África do Sul, e aqui pode ou não ter ocorrido um processo de redução desta diversidade genética em razão de cruzamento entre indivíduos aparentados ou do pequeno número efetivo de indivíduos utilizados nos locais de coleta de sementes (Caixeta *et al.*, 2003).

O *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH é a espécie do gênero *Eucalyptus* com maior distribuição na Austrália continental, sendo encontrada em todos os estados, com exceção da Tasmânia.

Cresce em formações vegetais tropicais secas a floresta úmida. Ocorre em regiões com 250 a 625 mm de precipitação, suporta estação seca de quatro a oito meses, em temperaturas de 20 a 28 °C e altitudes variando desde o nível do mar até 1.000 m. Na Colômbia a espécie foi plantada em precipitações entre 600 e 2900 mm (Lima, 1984; Ferreira *et al.*, 1987; Nieto & Rodriguez, 2003). A árvore tem crescimento rápido, possui forma reta, atinge de 25 a 30 m de altura e 1 m de diâmetro à altura do peito (DAP), possuindo também uma copa muito densa. O sistema radicular é bastante vigoroso pela presença de lignotubérculos, o que explica sua resistência ao frio e à seca, chegando a suportar uma temperatura mínima de -6,7 °C e máxima de 52,8 °C, o que demonstra nesta espécie a existência de grande variabilidade genética. A brotação da cepa é boa, apresenta grande resistência ao vento, e do ponto de vista ornamental é excelente, sobretudo a variedade *pendula* (Pryor, 1976; Nieto & Rodriguez, 2003).

Quanto aos solos, a espécie adapta-se a diversos tipos, resiste parcialmente ao salitre e inundações periódicas ou encharcamentos longos de quatro a cinco meses. Também cresce em solos compactados por pastejo excessivo, ou com baixa umidade anual, porém nestes o crescimento não é ótimo. Mudanças no tipo de solo dentro de curtas distâncias resultam em mudanças muito extremas em crescimento. O crescimento radicular é impedido em solos raso ou compactado. O crescimento das plântulas é rápido, de forma que num período de 16 a 18 semanas alcançam 40 a 50 cm de altura, porém os talos devem ser podados para induzir mais lignificação (Nieto & Rodriguez, 2003).

Tradicionalmente, a madeira de *E. camaldulensis* é dura, empregada na construção civil, porém pode ser utilizada na fabricação de papel, celulose, painéis a base de madeira, e também em trabalhos de marcenaria e carpintaria, postes de transmissão, lenha, carvão e dormentes. A espécie é também plantada como sombreamento, quebra-ventos, e é importante para a produção de flores na apicultura, produzindo mel de excelente qualidade (Lima, 1984; Resende, 1999; Nieto & Rodriguez, 2003).

O *E. camaldulensis* vem sendo melhorado por várias empresas florestais privadas, que via de regra, estão associadas às indústrias de papel e celulose, de móveis, siderúrgicas, dentre outras. Tais programas têm como principais objetivos: o aumento da produtividade, a obtenção da matéria-prima de maior qualidade, a melhoria nas condições adaptativas das espécies, a tolerância a pragas e doenças, assim como a manutenção da variabilidade genética, requisito fundamental para a obtenção de ganhos genéticos em longo prazo. No entanto, para a obtenção de ganhos genéticos ressalta-se a importância do monitoramento da base genética, a fim de evitar perdas excessivas de variabilidade, o que compromete os objetivos do programa de melhoramento (Mori, 1993).

A densidade básica é uma das propriedades físicas mais importantes na caracterização tecnológica da madeira, visto que sua variação afeta a resistência mecânica e a estabilidade dimensional da madeira, além de estar altamente correlacionada com a produção de polpa de celulose (Mitchel, 1958; Arganbright, 1971).

O presente estudo teve os seguintes objetivos: i) estimar a variação genética de *E. camaldulensis* para a densidade básica da madeira e para os caracteres silviculturais como DAP, altura total, forma do fuste, volume, altura da bifurcação e brotação de cepa; ii) e estimar possíveis ganhos na seleção para a densidade básica da madeira e para caracteres silviculturais, por meio da utilização do Índice Multi-efeitos e baseado no tamanho efetivo, visando transformar a população base em uma Área de Produção de Sementes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Instalação do Ensaio

A população base estudada de *E. camaldulensis* é proveniente de sementes produzidas por polinização livre de 25 árvores matrizes originárias da região de Katherine River, no estado de Queensland, Austrália.

Essa população foi instalada em 26/04/1986, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria-MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 25 tratamentos (progênies), 60 repetições, uma planta por parcela, totalizando 1.500 indivíduos, no espaçamento de 4 x 4 m.

### 2.2 Coleta de Dados Quantitativos

A coleta de dados, referentes aos caracteres quantitativos foi realizada nas 25 progênies, contudo, utilizando quatro plantas por progênie (quatro repetições). Os caracteres analisados foram: a) altura total de plantas; b) DAP; c) volume cilíndrico; d) forma do fuste das árvores, sendo esta obtida com base em uma escala de notas de 1 (tortuosidade acentuada) a 5 (perfeitamente reto), e) altura da bifurcação; f) brotação de cepa e f) densidade básica da madeira. Para a determinação da densidade básica da madeira foi utilizado o método da balança hidrostática conforme Foelkel *et al.* (1971) e, para isso foram retirados discos do tronco das árvores na posição do DAP. De cada disco, foram retirados corpos-de-prova de 2,0 x 3,0 x 5,0 cm, em três posições radiais, no sentido medula-casca (FIGURA 1).

Os corpos-de-prova foram imersos em água, onde permaneceram por um período aproximado de três meses, até ficarem saturados. De cada corpo-de-prova, foram obtidos os pesos úmidos (saturado) e imerso (empuxo), com o auxílio de uma balança digital. Posteriormente os mesmos foram secos em estufa até atingirem a massa seca constante a  $105 \pm 3$  °C. Na determinação da densidade básica da madeira (DB em  $g/cm^3$ ) foi utilizada a seguinte equação:

$$DB = \frac{P_s}{P_u - P_i},$$

em que:  $P_s$ : massa da madeira a 0% de umidade (g);  $P_u$  : massa da madeira úmida (saturada) (g) e;  $P_i$  : massa imersa da madeira (g).

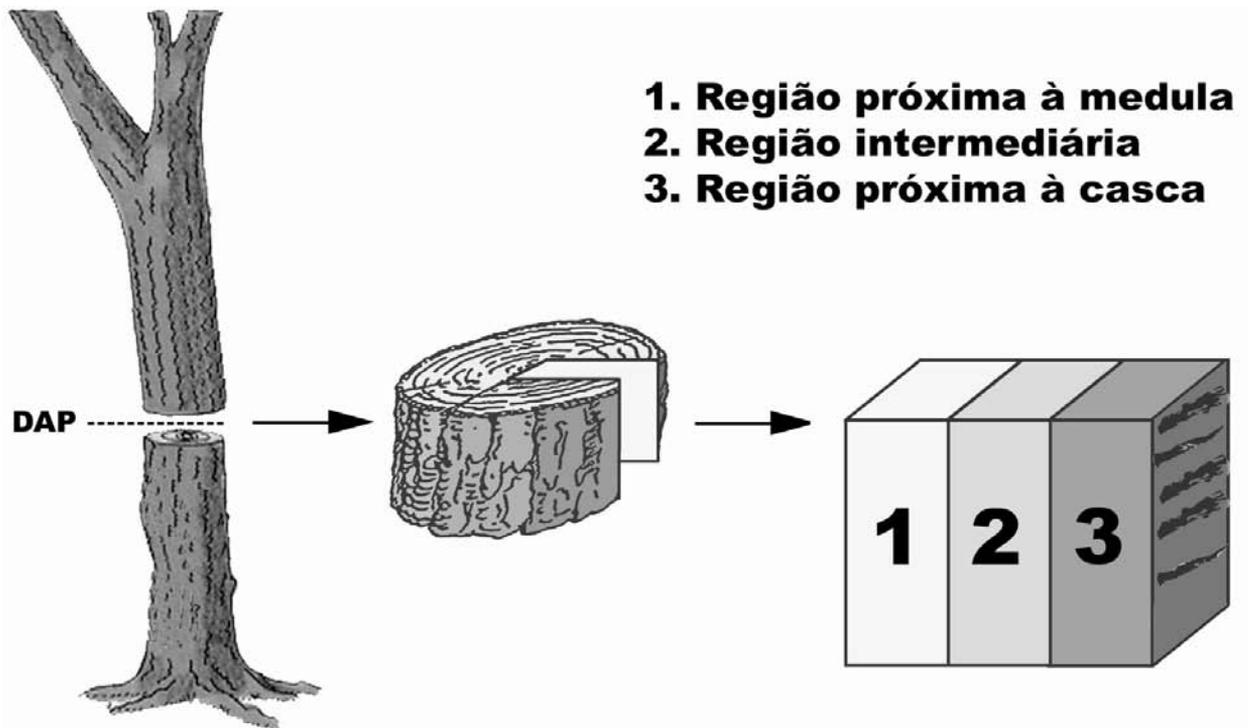


FIGURA 1 – Representação esquemática da retirada dos corpos-de-prova das árvores.

### 2.3 Estimativa de Parâmetros Genéticos e Estatísticos

As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita e melhor predição linear não viciada (REML/BLUP), a partir de dados desbalanceados, empregando-se o software genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2002b). Para utilizar os modelos propostos pelo programa foi preciso assumir que as progênies de polinização livre de *E. camaldulensis* eram parentes no grau de meios-irmãos.

As variáveis quantitativas foram analisadas pela metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado)-REML/BLUP, aplicado aos testes de progênies de meios-irmãos, delineamento blocos ao acaso, uma planta por parcela, um só local e uma única população, seguindo o procedimento proposto por Resende (2002a):

$$y = Xr + Za + e$$

em que:  $y$  = vetores de dados;  $r$  = vetores dos efeitos de repetições (fixos) somados à média geral;  $a$  = vetores dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatórios);  $e$  = vetores dos efeitos de erros (aleatórios);  $X$  e  $Z$  = matrizes de incidência para os referidos efeitos.

### 2.4 Ganho na Seleção pelo Método do Índice Multi-efeitos

A estimativa de ganhos na seleção foi realizada objetivando a seleção de indivíduos com ganhos inferiores para o desbaste, com base no DAP e empregando o Índice Multi-efeitos - IME, segundo metodologia proposta por Resende (2002a). Uma das vantagens da seleção pelo método multi-efeito é a redução do peso dado à média geral das progênies, permitindo assim uma melhor distribuição dos indivíduos selecionados nas várias progênies. O Índice Multi-efeitos adotado foi o baseado na expressão:

$$\hat{I} = \hat{b}_1 Y_{ijk} + (\hat{b}_2 - \hat{b}_3) \bar{Y}_{i..} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_1) \bar{Y}_{ij.} - \hat{b}_3 \bar{Y}_{.j.} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_2) \bar{Y}_{...}$$

em que:  $\bar{Y}_{...}$ : média geral do ensaio;  $Y_{ijk}$ : valor individual;  $\bar{Y}_{i..}$ : média da matriz no ensaio;  $\bar{Y}_{.ij}$ : média da matriz em determinado bloco (média da parcela);  $\bar{Y}_{.j.}$ : média do bloco;

$\hat{b}_1 = \hat{h}_d^2$ : herdabilidade no sentido restrito, dentro de parcelas:  $\hat{h}_d^2 = \frac{(3/4)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}$ ;  $\hat{b}_2 = \hat{h}_m^2$ :

herdabilidade média entre progênies (sentido restrito):  $\hat{h}_m^2 = \frac{[(3+nb)/(4nb)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{b} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n.b}}$ ;  $\hat{b}_3 = \hat{h}_p^2$ :

herdabilidade média dentro de parcelas (sentido restrito):  $\hat{h}_p^2 = \frac{[3/(4.n)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n}}$ . Também, foram

estimados os coeficientes de variação experimental:  $CV_e = \frac{100.\sqrt{QMR}}{\hat{m}}$ ; da variação

genética, em nível de plantas:  $CV_{gi} = \frac{100.\sqrt{\hat{\sigma}_A^2}}{\hat{m}}$ ;

de parcelas:  $CV_{gp} = \frac{100.\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\hat{m}}$ ; e da variação

relativa:  $CV_r = \frac{CV_{gp}}{CV_e}$

O tamanho efetivo populacional ( $N_e$ ) foi também obtido com base em Resende (2002a):

$$N_e = (4.N_f.\bar{k}_f) / [\bar{k}_f + 3 + (\hat{\sigma}_{kf}^2 / \bar{k}_f)]$$

em que:  $\bar{k}_f$  = número médio de indivíduos selecionados por matriz;  $\hat{\sigma}_{kf}^2$  = variância do número de indivíduos selecionados por matriz;  $N_f$  = número de plantas selecionadas.

A diversidade genética (D), após a seleção, foi quantificada conforme Wei & Lindgren (1996):  $D = N_{ef} / N_{fo}$ , em que  $0 < D \leq 1$ ;  $N_{fo}$  = número original de progênies antes da

seleção, que no presente trabalho corresponde a 25;  $N_{ef}$  = número efetivo de matrizes selecionadas, sendo dado por:  $N_{ef} = (\sum k_f)^2 / \sum k_f^2$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Coeficientes de Variação Experimental, Teste F e Médias

Os valores encontrados para o coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ) foram menores para a densidade básica da madeira, nas três posições avaliadas, do que para os demais caracteres estudados (TABELA 1). Os valores do  $CV_e$  variaram de médios a altos para todos os caracteres altura, DAP, volume, altura de bifurcação, brotação de cepa e forma do fuste. O caráter volume teve os maiores  $CV_e$ , com média de 73,97%, o que era esperado, pois o caráter é composto basicamente pelo produto das variáveis: altura total de plantas e DAP, e também em função das condições de variabilidade existente entre as progênies. Teoricamente, tais resultados indicariam que a densidade básica da madeira é o caráter que sofre menor influência do ambiente em relação aos demais caracteres analisados. No entanto, apesar dos baixos valores de  $CV_e$  encontrados, não foram observadas diferenças significativas entre as progênies para o caráter nas três posições analisadas. Uma possível explicação para tal situação é que o tamanho amostral não foi suficiente para detectar as diferenças existentes entre as progênies. Em vista disso, sugere-se que em outros estudos, que envolvam a densidade da madeira sejam utilizados número maior de plantas por progênies, a fim de amenizar o efeito ambiental, de tal forma que seja possível detectar a expressão da variação genética existente nas progênies para o caráter em questão.

TABELA 1 – Estimativas da média [ $\hat{m} \pm s(\hat{m})$ ], coeficiente de variação experimental ( $CV_{exp}$ ) e teste F para os caracteres silviculturais: altura total de plantas, altura de bifurcação, diâmetro à altura do peito (DAP), forma do fuste, volume e densidade básica na posição do DAP, em população base de *E. camaldulensis*, aos 21 anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	$\hat{m} \pm s(\hat{m})^1$	$CV_{exp}$ (%)	F
Altura (m)	22,85 $\pm$ 0,16	24,60	2,38**
Altura de bifurcação das árvores (m)	9,00 $\pm$ 0,16	58,81	4,14**
DAP (cm)	25,93 $\pm$ 0,24	31,59	3,13**
Forma do Fuste	3,82 $\pm$ 0,03	27,17	3,43**
Volume (m <sup>3</sup> /árv.)	1,19 $\pm$ 0,03	73,97	2,38**
Densidade Básica na posição da medula (g/cm <sup>3</sup> )	0,64 $\pm$ 0,0005	10,83	1,12 <sup>ns</sup>
Densidade Básica na posição intermediária (g/cm <sup>3</sup> )	0,76 $\pm$ 0,0006	9,28	1,55 <sup>ns</sup>
Densidade básica na posição da casca (g/cm <sup>3</sup> )	0,83 $\pm$ 0,0009	11,17	1,11 <sup>ns</sup>

(1)  $s(\hat{m})$ : erro-padrão da média (m); \*\*:  $P < 0,01$ ; <sup>ns</sup>: valor não significativo.

Verificou-se que as árvores apresentaram um aumento da densidade básica da madeira em função da posição radial, no sentido medula-casca (FIGURA 2) o que também foi observado por Oliveira & Silva (2003), em árvores de *E. saligna*. Ainda em relação à densidade básica da madeira, os valores médios observados na população base de *E. camaldulensis* foram de  $0,64 \pm 0,0005$  g/cm<sup>3</sup>,

para a posição da medula,  $0,76 \pm 0,0006$  g/cm<sup>3</sup> para a posição intermediária e  $0,83 \pm 0,0009$  g/cm<sup>3</sup> para a posição da casca. Desse modo, com base na classificação de Scanavaca Junior & Garcia (2004), as progênes podem ser classificadas como de alta densidade básica. Tais valores foram também maiores do que os encontrados por Sturion *et al.* (1987) e Martins *et al.* (2002) para a mesma espécie.

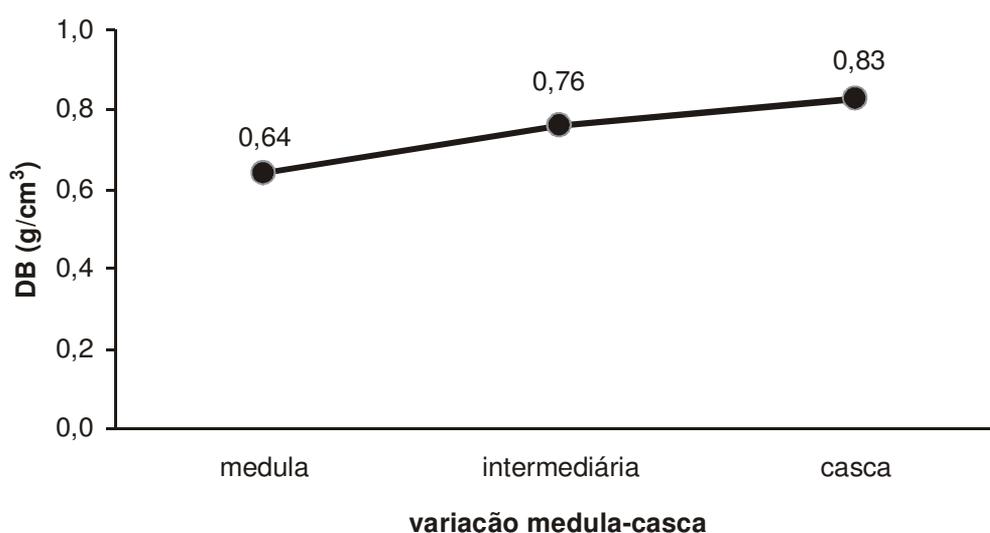


FIGURA 2 – Variação radial da densidade básica (DB) no sentido medula-casca, na posição do DAP, para uma população base de *E. camaldulensis*, aos 21 anos de idade, em Selvíria-MS.

Diferenças significativas entre progênies foram observadas pelo teste F entre progênies para todos os caracteres quantitativos (TABELA 1), exceto para os caracteres relacionados à densidade básica (na posição da medula, intermediária e da casca). Para os caracteres que apresentaram diferença significativa, essas informações sugerem que há variabilidade genética na população e, portanto, a possibilidade de melhoramento genético pela seleção dos melhores genótipos. Diferenças significativas entre progênies de *E. camaldulensis* para os caracteres altura, DAP e forma do fuste foram também observados por Moraes *et al.* (2007) em Luiz Antonio--SP, reforçando que a espécie tem alto potencial para o melhoramento genético via seleção.

O crescimento médio anual das progênies foi considerado relativamente alto, com incremento médio anual (IMA) de 1,09 m para altura total de plantas; 0,43 m para altura de bifurcação; 1,23 cm para DAP; e 0,06 m<sup>3</sup>/árvore para volume cilíndrico. Os IMA para altura e DAP são superiores ao observados por Moraes *et al.* (2007) para a mesma espécie em Luiz Antônio--SP, aos 19 anos de idade (IMA<sub>Altura</sub> = 0,94 m; IMA<sub>DAP</sub> = 0,96 cm). Isto indica uma boa adaptação e um alto potencial da espécie para reflorestamentos comerciais na região de Selvíria--MS.

Para o caráter forma do fuste, as progênies demonstraram desempenho regular (nota 3,82), ou seja, tronco com defeito bastante visível e tortuosidade média. Provavelmente isso ocorreu em função das condições edafo-climáticas da área experimental, assim como a influência de fatores de interação entre procedência x local e progênie x local. Contudo, isto pode ser considerado como fato esperado em populações de *E. camaldulensis* não domesticadas, como é o caso da população base estudada. O caráter forma do fuste é de fácil melhoramento, visto as altas herdabilidades associadas e um ou dois ciclos de seleção massal tem sido suficientes para praticamente exaurir toda variabilidade genética para este caráter (Zobel & Talbert, 1984).

As diferenças significativas detectadas entre progênies para forma do fuste sugerem,

como anteriormente comentado, a possibilidade de capitalizar-se ganhos genéticos na seleção das progênies com melhor forma. A seleção para o caráter pode ser ainda incrementada pela seleção dentro das progênies de melhor desempenho para o caráter.

### 3.2 Estimativa de Parâmetros Genéticos

As estimativas do coeficiente de variação genética individual ( $CV_{gi}$ ) foram maiores do que do coeficiente de variação genética de progênies ( $CV_{gp}$ ), para todos caracteres analisados (TABELA 2). O caráter altura de bifurcação foi o que apresentou maiores coeficientes de variação genéticos, o que expressa uma maior variação genética, tanto entre os indivíduos dentro de progênies quanto entre as progênies, em relação aos demais caracteres analisados. Tal resultado é mais um indicativo da existência de variação genética na população e do potencial desta população para o melhoramento genético.

As herdabilidades individuais, no sentido restrito, ( $\hat{h}^2$ ) foram baixas para os caracteres altura total, volume, DAP e densidade básica nas posições da medula e da casca ( $0,09 \pm 0,05$ ;  $0,09 \pm 0,05$ ;  $0,14 \pm 0,06$ ,  $0,12 \pm 0,21$  e  $0,11 \pm 0,20$ , respectivamente), e medianas para os caracteres altura de bifurcação, forma do fuste e densidade básica na posição intermediária ( $0,20 \pm 0,07$ ,  $0,16 \pm 0,06$  e  $0,49 \pm 0,42$ , respectivamente), sugerindo baixa possibilidade de sucesso no melhoramento da população pela seleção massal no primeiro grupo de caracteres e relativamente alta no segundo grupo. Já as herdabilidades médias entre progênies no sentido restrito ( $\hat{h}_m^2$ ) foram altas para os caracteres: altura de plantas, altura de bifurcação, DAP, forma do fuste e volume, sendo o caráter altura de bifurcação o que apresentou o maior valor (0,76) e médias para a densidade básica da madeira nas três posições analisadas. Considerando uma seleção combinada entre e dentro de progênies, tais resultados indicam que a seleção com base na média de progênies é mais indicada do que a seleção massal dentro de progênies e massal no experimento.

TABELA 2 – Estimativas do coeficiente de variação genética individual ( $CV_{gi}$ ) e genética entre progênies ( $CV_{gp}$ ), coeficiente de variação relativa ( $CV_r$ ), herdabilidade no sentido restrito em nível de indivíduos ( $\hat{h}^2$ ), herdabilidade média entre progênies ( $\hat{h}_m^2$ ) e acurácia ( $\hat{r}_{aa}$ ), em população base de *E. camaldulensis*, aos 21 anos de idade, em Selvíria–MS.

Caracteres	$CV_{gi}$ (%)	$CV_{gp}$ (%)	$CV_r$ (%)	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{r}_{aa}$
Altura (m)	7,46	3,73	0,15	0,09 ± 0,05	0,58	0,76
Altura Bif. (m) <sup>1</sup>	26,90	13,45	0,23	0,20 ± 0,07	0,76	0,87
DAP (cm)	11,91	5,95	0,19	0,14 ± 0,06	0,68	0,82
Forma Fuste	10,93	5,47	0,20	0,16 ± 0,06	0,71	0,84
Volume (m <sup>3</sup> /árv.)	22,46	11,23	0,15	0,09 ± 0,05	0,58	0,76
D.B. med. (g/cm <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	3,75	1,88	0,17	0,12 ± 0,21	0,11	0,33
D.B. int. (g/cm <sup>3</sup> ) <sup>3</sup>	6,89	3,45	0,37	0,49 ± 0,42	0,36	0,60
D.B. cas. (g/cm <sup>3</sup> ) <sup>4</sup>	3,70	1,85	0,17	0,11 ± 0,20	0,10	0,31

(1) Altura Bif.: altura de bifurcação das árvores (m).

(2) D.B. med.: densidade básica da madeira na posição da medula (g/cm<sup>3</sup>).

(3) D.B. int.: densidade básica da madeira na posição intermediária (g/cm<sup>3</sup>).

(4) D.B. cas.: densidade básica da madeira na posição da casca (g/cm<sup>3</sup>).

A acurácia da seleção de progênies ( $\hat{r}_{aa}$ ), que representa a relação entre o valor genético verdadeiro e o estimado foi alta para os caracteres altura de plantas, altura de bifurcação, DAP, forma do fuste, volume e densidade básica da madeira na posição intermediária, sendo maior para o caráter altura de bifurcação (0,87). Tais resultados indicam uma alta precisão na seleção para estes caracteres. Já para a densidade básica da madeira nas posições da medula e da casca, a acurácia da seleção de progênies foi considerada baixa, com valores de 0,33 e 0,31, respectivamente, indicativos de que a precisão na seleção para tais caracteres é também baixa. Este último resultado pode estar associado ao problema amostral (apenas quatro plantas de cada progênie foram avaliadas) ou a falta de variação genética natural na população sob estudo.

Para efeito de comparação entre a eficiência no ganho de seleção, foram propostas três estratégias de seleção, utilizando-se o índice de Multi-efeitos (IME): seleção com base nos indivíduos, (30% dos indivíduos), seleção massal

dentro de progênies e seleção entre e dentro de progênies, como pode se observar na TABELA 3. O caráter escolhido para a seleção foi a densidade básica da madeira na posição intermediária, pois este foi o que apresentou maior coeficiente de variação relativa ( $CV_r$ ; TABELA 2) em relação aos demais caracteres. Observou-se que, tanto a seleção massal no experimento quanto a seleção entre e dentro de progênies, tiveram maior eficiência do que a seleção massal apenas dentro de progênies. Em programas de melhoramento que visem à maximização dos ganhos genéticos, a seleção massal no experimento é a mais recomendada, pois o ganho genético é maior (5,44%), em detrimento da redução da diversidade genética ( $D = 0,56$ ). Já se o objetivo for à conservação genética da espécie, é mais recomendada a seleção dentro de progênies, que garante a máxima diversidade genética ( $D = 1$ ), porém com menores ganhos na seleção. A terceira estratégia, seleção entre e dentro de progênies, é uma saída para programas que visam obter ganho genético, sem que haja grande redução na diversidade genética.

SANTOS, F. W. *et al.* Variação genética para a densidade básica da madeira e caracteres silviculturais em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH.

#### 4 CONCLUSÕES

1. Existe variação genética significativa entre as progênes da população base de *E. camaldulensis* para todos os caracteres avaliados, com exceção da densidade básica da madeira, na posição do DAP, para as três posições radiais analisadas.
2. O controle genético dos caracteres, em nível de média de progênes, é alto para os caracteres de crescimento, indicando a possibilidade de obter-se ganhos pela seleção das melhores progênes.
3. Em termos gerais, os resultados obtidos indicam que há possibilidade de se transformar a população base de *E. camaldulensis* em uma Área de Produção de Sementes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGANBRIGHT, D. G. Influence of extractives on bending strength of redwood (*Sequoia sempervirens*). **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 2, n. 4, p. 367-372, 1971.

CAIXETA, R. P. *et al.* Variações genéticas em populações de *Eucalyptus* spp. detectadas por meio de marcadores moleculares. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 357-363, 2003.

DOWNES, G. M. *et al.* **Sampling plantation eucalypts for wood and fibre properties**. Melbourne: CSIRO Publishing, 1997. 132 p.

FERREIRA, J. E. M. *et al.* Teste de procedência de *Eucalyptus* para a região subúmida do Estado do Maranhão. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 15, p. 41-48, 1987.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p. 65-74, 1971.

GRATTAPAGLIA, D. Integrating genomics into *Eucalyptus* breeding. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 3, n. 3, p. 369-379, 2004.

LIMA, P. C. F. Espécies potenciais para reflorestamento em regiões semi-áridas. **Silvicultura**, São Paulo, v.10, n. 37, p. 28-32, 1984.

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

MITCHEL, H. L. Wood quality evaluation from increment cores. **Tappi**, Atlanta, v. 41, n. 4, p. 150-156, 1958.

MORAES, M. A. *et al.* Variação genética para caracteres silviculturais em progênes de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antônio-SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 113-118, 2007.

MORI, E. S. **Variabilidade genética isoenzimática em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetida a diferentes intensidades de seleção**. 1993. 119 f. Tese (Doutorado em Genética) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NIETO, V. M.; RODRIGUEZ, J. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. In: VOZZO, J. A. **Tropical Tree Seed Manual**. Part II – Species descriptions. Washington, D.C.: USDA Forest Service, 2003. p. 466-467.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003.

PRYOR, L. D. **Biology of *Eucalyptus***. London: Esward Arnold, 1976. 82 p.

RESENDE, M. D. V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 589-647.

\_\_\_\_\_. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002a. 975 p.

\_\_\_\_\_. **Software SELEGEN - REML/BLUP**. Colombo. EMBRAPA – CNPF, 2002b. 67 p. (Série documentos, 77).

SANTOS, P. E. T.; GERALDI, I. O.; GARCIA, J. N. Estimates of genetic parameters of wood traits for sawn timber production in *Eucalyptus grandis*. **Genetics Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 27, n. 4, p. 567-573. 2004.

SANTOS, F. W. *et al.* Variação genética para a densidade básica da madeira e caracteres silviculturais em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 120-129, 2004.

STURION, J. A. *et al.* Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 14, p. 28-38, 1987.

WEI, R. P.; LINDGREN, D. Effective family number following selection with restrictions. **Biometrics**, Arlington, v. 52, p. 198-208, 1996.

ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 496 p.

# AVIFAUNA DO PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖFGREN–SÃO PAULO: DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS PARA A CONSERVAÇÃO\*

Alexsander Zamorano ANTUNES\*\*  
Marilda Rapp de ESTON\*\*\*

## RESUMO

O Parque Estadual Alberto Löfgren, reconhecido internacionalmente como uma Área Importante para a Conservação das Aves - IBA, é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral de 174 ha, localizada na zona norte do município de São Paulo. Sua vegetação é constituída por um mosaico de remanescentes da Mata Atlântica e reflorestamentos experimentais de espécies arbóreas exóticas. É apresentada a distribuição das espécies de aves nas diferentes fitofisionomias e o status de conservação. As aves foram amostradas pelo Método de Trajetos, entre agosto de 2005 e agosto de 2008. Foram registradas para esse Parque 182 espécies de aves silvestres. Entre estas, constatou-se a presença de 8 espécies ameaçadas e de 31 endêmicas à Mata Atlântica. Foram observadas também, cinco espécies exóticas com populações residentes estabelecidas no local. Apesar de ser um parque estadual que recebe intensa visitação pública e sofre diversos impactos ambientais, apresenta uma diversidade faunística apreciável e todos os esforços devem ser realizados para garantir sua efetiva proteção.

Palavras-chave: Mata Atlântica; endemismo; espécies ameaçadas; espécies exóticas.

## 1 INTRODUÇÃO

As aves são importantes para a manutenção dos ecossistemas por desempenharem funções básicas e estruturais, participando da teia alimentar como presas, predadoras e decompositoras, e atuando como polinizadoras e dispersoras de sementes. Além disso, o conhecimento adequado da avifauna de uma dada área pode oferecer subsídios para o monitoramento da qualidade ambiental e para ações de manejo, já que as aves são bioindicadores extremamente eficientes (Alves & Silva, 2000; Antas & Almeida, 2003).

A maioria das Unidades de Conservação implantadas no bioma Mata Atlântica, além de

## ABSTRACT

The Alberto Löfgren State Park, internationally recognized as an Important Area for the Conservation of Birds – IBA, is a Conservation Unit of Integral Protection of 174 hectares, located in the northern city of São Paulo, Southeastern Brazil. Its vegetation consists of a mosaic of remnants of Atlantic rainforest and reforestation of exotic tree species. The distribution of the bird species in different vegetation and the status of conservation are shown. The birds were sampled by Transects between August 2005 and August 2008. They were recorded for the Park 182 species of wild birds. Among these, it is the presence of 8 endangered species and 31 endemic to the Atlantic Forest. There were also five exotic species with resident populations established. In spite of being a State Park that receives an intense public visitation and suffers different environmental impacts, it shows a considerable faunistic diversity and every effort should be made to ensure their effective protection.

Key words: Atlantic Forest; endemism; species threatened; exotic species.

sofrerem inúmeras pressões antrópicas, apresentam área insuficiente para a manutenção de populações viáveis a longo prazo para a maioria das espécies de aves (Franklin, 1980; Marsden *et al.*, 2005).

A esperança de conservar o maior número possível de espécies da Mata Atlântica reside na preservação de “redes” de remanescentes florestais grandes interligados a outros fragmentos, através de corredores ecológicos, idealmente incluindo várias fitofisionomias e gradientes altitudinais, já que muitas espécies são especializadas quanto aos habitats ocupados (Goerck, 1997; Marsden & Whiffin, 2003) ou ocorrem apenas em determinadas faixas de altitude (Bencke & Kindel, 1999; Goerck, 1999; Buzzetti, 2000).

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

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

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

Além disso, certas espécies realizam deslocamentos sazonais em busca de recursos, necessitando de florestas em diferentes altitudes ou de diferentes fisionomias para sua sobrevivência (Pizo *et al.*, 1995; Galetti *et al.*, 1997a, b, 2000; Sick, 1997; Willis & Oniki, 2003).

O Parque Estadual Alberto Löfgren - PEAL é um mosaico de remanescentes da Mata Atlântica e reflorestamentos experimentais de espécies arbóreas nativas e exóticas, contíguo ao Parque Estadual da Cantareira. Ambos são reconhecidos internacionalmente como uma Área Importante para a Conservação das Aves - IBA (Bencke *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho foi o de caracterizar a avifauna do PEAL e contribuir com propostas para a sua melhor conservação.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O Parque Estadual Alberto Löfgren localiza-se na zona norte do município de São Paulo (23° 27' 41" S, 46° 37' 54" W), totalizando uma área de 174 ha, dos quais 35 ha estão abertos à visitação pública (Clauset, 1999). O PEAL é circundado por área urbana, havendo uma conexão com o Parque Estadual da Cantareira na sua porção nordeste.

O solo dessa Unidade de Conservação é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (Ventura *et al.*, 1965/66; Pfeifer *et al.*, 1977/78), a altitude média é de 776 m e o clima é do tipo Cfb, temperado de inverno seco, segundo a classificação climática de Köppen. A vegetação predominante é constituída por talhões de espécies arbóreas nativas e exóticas, tais como *Eucalyptus* spp., *Pinus* spp. e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que apresentam sub-bosque em variados graus de regeneração, constituído por espécies vegetais da Floresta Ombrófila Densa e exóticas. Ocorrem, também, açudes e brejos, áreas de vegetação herbáceo-arbustiva, jardins, pomares e gramados próximos às edificações.

As aves foram amostradas pelo Método de Trajetos (Willis, 1979) entre agosto de 2005 e agosto de 2008, totalizando 523 horas de esforço amostral. Foram percorridos carregadores entre os talhões, trilhas, picadas e ruas. As espécies foram identificadas através de vocalizações e visualizações, com auxílio de binóculo 8x40. A presença de algumas espécies foi documentada através de gravações de vocalizações, com gravador de

fita de rolo Nagra E, e microfone direcional Sennheiser MKH 816 T, ou de fotografias obtidas com câmera fotográfica de seis mega pixels de resolução e aumento de três vezes. As trilhas e demais caminhos foram georeferenciados com GPS. Além disso, foram consultadas as publicações que apresentam dados sobre a avifauna do PEAL (Graham, 1992; Sales & Eston, 2000; Cerisola *et al.*, 2007; Fonseca & Antunes, 2007). Entretanto, foram excluídos os registros obtidos por Graham (1992) através de entrevistas.

O conceito de Mata Atlântica utilizado é o mais amplo, incluindo as Florestas Ombrófilas Densa e Mista, as Florestas Estacionais Semidecíduais e Decíduais, os campos de altitude, brejos, etc. (Pacheco & Bauer, 2000; Silva *et al.*, 2004). A nomenclatura científica adotada é a do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2008). Os nomes populares apresentados são, na sua maioria, os sugeridos por Willis & Oniki (1991). As espécies endêmicas foram obtidas em Pacheco & Bauer (2000) e as listas de espécies ameaçadas consultadas foram: a lista oficial do Estado de São Paulo (São Paulo, 2008), a lista brasileira (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 2003) e a lista global (lista vermelha) da International Union for Conservation of Nature and Natural Resources - IUCN (2008).

A distribuição das espécies nas fitofisionomias foi baseada em observações pessoais, complementadas pelas informações obtidas em Sick (1997) e Willis & Oniki (2003).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas para o PEAL 182 espécies de aves silvestres (TABELA 1). Além dessas, quatro espécies domésticas foram encontradas nos lagos da área de uso público: o pato *Cairina moschata* (Linnaeus, 1758), o marreco *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758, o ganso-comum *Anser anser* Linnaeus, 1758 e o ganso-sinaleiro *Anser cygnoides* (Linnaeus, 1758). A riqueza encontrada é inferior à registrada para o contíguo Parque Estadual da Cantareira, que abriga em torno de 220 espécies, e também aos valores relatados para outras unidades de conservação da Mata Atlântica paulista, como a Estação Ecológica Juréia-Itatins e o Parque Estadual Intervales (Bencke *et al.*, 2006). Isso se deve tanto à pequena área do PEAL quanto à sua vegetação alterada.

Foram encontradas duas espécies não referidas anteriormente para o município de São Paulo (Figueiredo & Lo, 2000; Figueiredo, 2003; Willis & Oniki, 2003). O corocoró *Mesembrinibis cayennensis* foi registrado entre 15 de agosto de 2005 e 3 de abril de 2007, um único indivíduo vocalizando em vôo ao amanhecer, próximo à hospedaria do Instituto Florestal (23° 27' 08" S 46° 38' 08" W, 707 m de altitude). Entretanto, em 11 de abril de 2008, nessa mesma área, foram observados três indivíduos voando juntos, indicando o início de um provável processo de colonização.

Já para a choca-barrada *Thamnophilus doliatus*, foi observado uma única vez um macho vocalizando em meio a uma moita de bambu *Phyllostachys* sp., em 13 de janeiro de 2006, às 6h43min, na área administrativa do Instituto Florestal (23° 27' 08" S 46° 38' 00" W, 663 m).

Ambas as espécies apresentam ampla distribuição pelo interior do Estado de São Paulo (Willis & Oniki, 2003), utilizam áreas com vegetação natural degradada e fragmentada e apresentam boa capacidade de dispersão. A primeira espécie é dependente da presença de corpos d'água com vegetação arbórea nas margens, onde se alimenta de invertebrados bentônicos e se abriga em meio à vegetação, forrageando inclusive em rios e açudes poluídos por esgoto doméstico. *Thamnophilus doliatus* é encontrado em jardins, quintais e praças em cidades do interior (Oniki, 1988), podendo ser considerado vagante na área de estudo. Contudo, por suas características ecológicas e comportamentais, é capaz de colonizar a região.

Por meio da avaliação dos dados secundários, foram detectadas duas espécies que ocorrem no interior do Estado, e que provavelmente foram registradas para o PEAL em razão do encontro de indivíduos vagantes, ou mesmo soltos no local. São elas: a fogo-apagou *Columbina squammata* e o balança-rabo-de-máscara *Polioptila dumicola*. Em relação a esta última, um erro de identificação não pode ser descartado.

Trinta e uma espécies registradas (17%) são endêmicas à Mata Atlântica, e seis estão ameaçadas de extinção (TABELA 1). A presença dessas espécies mais sensíveis às alterações ambientais certamente é resultado da proximidade do PEAL ao Parque Estadual da Cantareira. A araponga e o pavó só foram encontrados no PEAL no período em que os frutos da palmeira-juçara *Euterpe edulis* Mart. estavam maduros, entre maio e início de setembro (Cerisola *et al.*, 2007; Fonseca & Antunes, 2007).

Outras duas espécies não ameaçadas, o tucano-de-bico-preto *Ramphastos vitellinus* e o sabiá-una *Turdus flavipes*, também só foram detectados nesse período. Essas observações indicam que as palmeiras-juçaras plantadas no PEAL se tornaram um importante recurso para populações de algumas espécies de aves do Parque Estadual da Cantareira, que se deslocam para o PEAL durante o inverno para utilizar tal fonte de alimento.

Cinco espécies exóticas apresentam populações residentes estabelecidas no PEAL (TABELA 1). É interessante notar que uma delas, a maracanã-pequena *Diopsittaca nobilis*, é considerada em perigo crítico de extinção no Estado de São Paulo. É espécie nativa do interior do Estado e visada por traficantes de animais, tendo se estabelecido no município de São Paulo a partir de escapes e solturas.

As espécies exóticas que ocorrem no PEAL por serem espécies sinantrópicas não ameaçam as espécies nativas. A única que causa problemas é o pombo-doméstico *Columba livia*, por transmitir uma série de patógenos importantes do ponto de vista de saúde pública. A população de pombos é muito grande, devido ao hábito dos visitantes alimentarem estes animais na área de uso público. Para se reduzir os riscos associados à presença do pombo, são necessárias campanhas educativas regulares.

A avifauna florestal do PEAL não parece ser influenciada pela composição florística do dossel. Espécies territorialistas, geralmente insetívoras do interior da floresta, estão em florestas multi-estratificadas com sub-bosque escuro e úmido. Espécies que utilizam recursos mais variáveis sazonalmente e espacialmente, como frutos e flores, apresentam grande capacidade de deslocamento e podem buscá-los em diferentes manchas.

Outro aspecto a ser considerado é a utilização de habitats específicos dentro das fitofisionomias. Assim, há espécies florestais que vivem somente às margens dos riachos, e espécies das moitas de taquara no interior da mata. Apenas uma espécie registrada no PEAL é restrita às margens de riachos florestados, o joão-do-riacho *Lochmias nematura*. Moitas de taquara nativa são escassas e apenas duas espécies foram observadas utilizando este habitat, a dituí *Drymophila ferruginea* e o limpa-folha-quiete *Syndactyla rufosuperciliata*.

TABELA 1 – Aves constatadas no Parque Estadual Alberto Löfgren, por ambiente utilizado e *status* de conservação.

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat		Status	
				FS/IN	FS/DO IN	SP	BR IUCN
Tinamiformes							
Tinamidae							
<i>Tinamus solitarius</i> (Vieillot, 1819)	macuco	END	P	FS/IN		VU	
Anseriformes							
Anatidae							
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	P	P	AB			
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	ananaí	P	P	AB			
Galliformes							
Cracidae							
<i>Penelope obscura</i> Temminck, 1815	jacuguacu	P	P	FS/DO IN			
Odontophoridae							
<i>Odontophorus capueira</i> (Spix, 1825)	uru-capueira	END	P	FS/IN			
Podicipediformes							
Podicipedidae							
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	mergulhão-pompom	S	S	AB			
Pelecaniformes							
Phalacrocoracidae							
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	biguá-una	P	P	AB			
Ciconiiformes							
Ardeidae							
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	garça-dorminhoca	P	P	AB			
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	P	P	AB			
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça-moura	P	P	AB			
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça-branca-grande	P	P	AB			
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garcinha-branca	P	P	AB			
Threskiornithidae							
<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	coro-coro	P	P	AB			
Cathartiformes							
Cathartidae							
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-preto	P	P	FS/CB PG			

continua

continuação – TABELA 1

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat		Status	
				SP	BR	IUCN	IUCN
Falconiformes							
Accipitridae							
<i>Accipiter striatus</i> Vieillot, 1808	gavião-miúdo		P		FS/DO		
<i>Leucopternis lacernulatus</i> (Temminck, 1827)	gavião-pombo-pequeno	END	P		FS/DO	VU	VU
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó		P		FS/DO PG		
<i>Buteo brachyurus</i> Vieillot, 1816	gavião-de-cauda-curta		P		FS/DO		
Falconidae							
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	caracará		P		FS/CB PG		
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro		P		FS/CB PG		
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	falcão-relógio		P		FS/IN		
Gruiformes							
Rallidae							
<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825)	saracura-da-mata	END	P		AB FS/CB PG		
<i>Laterallus melanophaius</i> (Vieillot, 1819)	sanã-parda		S		AB		
<i>Pardirallus nigricans</i> (Vieillot, 1819)	saracura-preta		P		AB		
<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	galinha-d'água		P		AB		
Charadriiformes							
Jacaniidae							
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã		P		AB		
Charadriidae							
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero		P		PG		
Columbiformes							
Columbidae							
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa		P		PG		
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou		S		PG		
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	pombo-doméstico	EXO	P		PG		
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	asa-branca		P		FS/DO PG		
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu		P		FS/IN		
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	juriti-gemeadeira		P		FS/IN		

continua

continuação – TABELA 1

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat	Status
					SP BR IUCN
Psittaciformes					
Psittacidae					
<i>Diopsittaca nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	maracanã-pequena	EXO	P	FS/DO PG	CR
<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1817)	tiriba-de-testa-vermelha		P	FS/DO PG	
<i>Forpus xanhoterygius</i> (Spix, 1824)	tuim-de-asa-azul		P	FS/DO PG	
<i>Brotogeris tirica</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rico	END	P	FS/DO PG	
<i>Pionopsitta pileata</i> (Scopoli, 1769)	cuiú-cuiú	END	P	FS/DO	
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca-verde		P	FS/DO PG	
<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio-verdadeiro	EXO	P	FS/DO PG	
Cuculiformes					
Cuculidae					
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato		P	FS/DO	
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto		P	PG	
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco		S	PG	
Strigiformes					
Tytonidae					
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	suindara		S	PG	
Strigidae					
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	corujinha-orelhuda		P	FS/DO	
<i>Pulsatrix koenigswaldiana</i> (Bertoni & Bertoni, 1901)	coruja-de-garganta-branca	END	S	FS/DO	
<i>Athene cucularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira		P	PG	
Caprimulgiformes					
Nyctibiidae					
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	urutau		S	FS/DO PG	
Caprimulgidae					
<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789)	tuju		S	FS/DO	
<i>Chordeiles</i> sp.	bacurau		S	PG	
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	curiango-comum		P	FS/CB PG	
Apodiformes					
Apodidae					
<i>Streptoprocne zonaris</i> (Shaw, 1796)	taperuçú-de-coleira		P	FS/DO PG	

continua

continuação – TABELA 1

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat	Status
				SP	BR IUCN
<i>Chaetura meridionalis</i> Hellmayr, 1907	taperá-do-temporal		P	FS/DO PG	
Trochilidae					
<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)	rabo-branco-acanelado		P	FS/CB PG	
<i>Phaethornis eurynome</i> (Lesson, 1832)	rabo-branco-de-garganta-rajada	END	P	FS/IN PG	
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura		P	FS/CB PG	
<i>Aphantochroa cirrochloris</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-cinza	END	P	FS/DO PG	
<i>Florisuga fusca</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-preto		P	FS/DO PG	
<i>Lophornis chalybeus</i> (Vieillot, 1823)	topetinho-verde		S	FS/DO PG	
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	esmeralda-de-bico-vermelho		P	FS/CB PG	
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-testa-violeta	END	P	FS/IN PG	
<i>Leucochloris albicollis</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-papo-branco		S	FS/DO PG	
<i>Amazilia versicolor</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-banda-branca		P	FS/IN PG	
<i>Amazilia lactea</i> (Lesson, 1832)	beija-flor-de-peito-azul		P	FS/CB PG	
Trogoniformes					
Trogonidae					
<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucuá-variado	END	S	FS/DO	
Coraciiformes					
Alcedinidae					
<i>Ceryle torquatus</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande		P	AB	
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde		P	AB	
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno		P	AB	
Galbuliformes					
Bucconidae					
<i>Malacoptila striata</i> (Spix, 1824)	joão-barbudo		P	FS/IN	
Piciformes					
Ramphastidae					
<i>Ramphastos vitellinus</i> Lichtenstein, 1823	tucano-de-bico-preto		P	FS/DO	
<i>Ramphastos dicolorus</i> Linnaeus, 1766	tucano-de-bico-verde	END	P	FS/DO	

continua

continuação – TABELA 1

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat	Status
					SP BR IUCN
<b>Picidae</b>					
<i>Picumnus temminckii</i> Lafresnaye, 1845	pica-pau-anão-de-coleira	END	P	FS/IN	
<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796)	pica-pau-branco		P	PG	
<i>Ventilornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	pica-pau-manchado		P	FS/DO IN	
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-carijó		P	FS/CB	
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo		P	PG	
<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-velho		P	FS/DO IN	
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-de-banda-branca		P	FS/DO	
<b>Passeriformes</b>					
<b>Thamnophilidae</b>					
<i>Hypoedaleus guttatus</i> (Vieillot, 1816)	chocão-carijó	END	P	FS/DO	
<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	choca-barrada		P	PG	
<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	choca-da-mata		P	FS/IN	
<i>Thamnophilus ruficapillus</i> Vieillot, 1816	choca-de-boné-ruivo		S	PG	
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa		P	FS/IN	
<i>Myrnotherula gularis</i> (Spix, 1825)	choquinha-estrelada	END	P	FS/IN	
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Temminck, 1822)	chorozinho-de-asa-ruiva		P	FS/DO	
<i>Drymophila ferruginea</i> (Temminck, 1822)	dituí	END	P	FS/IN T	
<i>Pyriglena leucoptera</i> (Vieillot, 1818)	olho-de-fogo-do-sul	END	P	FS/IN	
<i>Myrmeciza squamosa</i> Pelzeln, 1868	formigueiro-da-grota	END	P	FS/IN	
<b>Conopophagidae</b>					
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831)	chupa-dente-marrom		P	FS/IN	
<b>Grallariidae</b>					
<i>Grallaria varia</i> (Boddaert, 1783)	tovacuçu		P	FS/IN	
<b>Formicariidae</b>					
<i>Chamaeza campanisona</i> (Lichtenstein, 1823)	tovaca-campainha		P	FS/IN	
<b>Scleruridae</b>					
<i>Sclerurus scansor</i> (Menetries, 1835)	vira-folhas-vermelho		P	FS/IN	
<b>Dendrocolaptidae</b>					
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde		P	FS/DO IN	

continua

continuação – TABELA 1

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat	Status
					SP BR IUCN
<i>Xiphocolaptes albicollis</i> (Vieillot, 1818)	cochi-de-garganta-branca		P	FS/IN	
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	arapaçu-de-bico-preto		P	FS/IN	
<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	END	P	FS/IN	
Fumariidae					
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro		P	PG	
<i>Synallaxis ruficapilla</i> Vieillot, 1819	pichororé	END	P	FS/IN	
<i>Synallaxis spixi</i> Sclater, 1856	joão-teneném		P	PG	
<i>Cranioleuca pallida</i> (Wied, 1831)	joão-pálido	END	P	FS/DO PG	
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	joão-do-brejo		P	AB	
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832)	limpa-folha-quiete		P	FS/IN T	
<i>Philydor atricapillus</i> (Wied, 1821)	limpa-folha-coroado	END	P	FS/IN	
<i>Lochmias nematura</i> (Lichtenstein, 1823)	joão-do-riacho		P	FS/IN R	
<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821	bico-virado-carijó		P	FS/DO	
Tyrannidae					
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	abre-asa-cabeçudo		P	FS/IN	
<i>Todirostrum poliocephalum</i> (Wied, 1831)	ferreirinho-teque-teque	END	P	FS/DO	
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relogio		P	PG	
<i>Phylloscopus fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	piolhinho		P	PG	
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	maria-é-dia		S	PG	
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha		P	FS/DO PG	
<i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817)	alegrinho-do-leste		P	PG	
<i>Phylloscopus eximius</i> (Temminck, 1822)	barbudinho-do-sul	END	S	FS/IN	VU
<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	maria-cigarra	END	P	FS/CB	
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta		P	FS/DO	
<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho-de-garganta-branca		P	FS/IN	
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	felipe-de-peito-riscado		S	PG	
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado		P	FS/IN	
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada		P	AB	
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	maria-velhinha		S	AB	

continua

continuação – TABELA 1

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat	SP	BR	IUCN	Status
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro		P	PG				
<i>Legatus leucophaius</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-pirata		S	FS/DO				
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bem-te-vi-de- coroa-vermelha		P	FS/DO PG				
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi-verdadeiro		P	FS/DO PG				
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado		P	FS/DO PG				
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei		P	FS/DO PG				
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-peitica		P	FS/DO PG				
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri-tropical		P	FS/DO PG				
<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	tesourinha-do-campo		S	PG				
Cotingidae								
<i>Procnitis nudicollis</i> (Vieillot, 1817)	araponga	END	P	FS/DO		VU		VU
<i>Pyroderus scutatus</i> (Shaw, 1792)	pavó		P	FS/DO IN				VU
Pipridae								
<i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw & Nodder, 1793)	tangará-dançarino	END	P	FS/IN				
Tityridae								
<i>Schiffornis virescens</i> (Lafresnaye, 1838)	flautim-verde	END	S	FS/IN				
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	araponguinha-de- cauda-preta		P	FS/DO				
<i>Pachyrhamphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto		P	FS/DO IN				
<i>Pachyrhamphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-crista		P	FS/DO PG				
Vireonidae								
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	piti-guari		P	FS/DO IN PG				
<i>Vireo olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	juruvicara-oliva		P	FS/DO IN PG				
Hirundinidae								
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-azul-e-branca		P	PG				
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora		P	PG				
Troglodytidae								
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra-de-casa		P	FS/CB PG				

continua

continuação – TABELA 1

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat	Status
					SP BR IUCN
Donacobiidae					
<i>Donacobius atricapilla</i> (Linnaeus, 1766)	japacaninim		P	AB	
Polioptilidae					
<i>Polioptila dumicola</i> (Vieillot, 1817)	balança-rabo-de-máscara		S	PG	
Turdidae					
<i>Turdus flavipes</i> (Vieillot, 1818)	sabiá-una		P	FS/DO IN PG	
<i>Turdus rufigiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira		P	FS/IN PG	
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-de-cabeça-cinza		P	FS/IN PG	
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca		P	FS/IN PG	
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira		P	FS/IN	
Mimidae					
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	tejo-do-campo		S	PG	
Coerebidae					
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica		P	FS/DO IN PG	
Thraupidae					
<i>Thytopopsis sordida</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	saíra-canário		P	PG	
<i>Trichothraupis melanops</i> (Vieillot, 1818)	tié-de-topete		P	FS/IN	
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	tié-da-mata		P	FS/IN	
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	gurundi	END	P	FS/IN CB PG	
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinza		P	FS/DO PG	
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1823)	sanhaço-do-coqueiro		P	FS/DO PG	
<i>Pipraeidea melanonota</i> (Vieillot, 1819)	saíra-viúva		P	FS/CB DO	
<i>Tangara desmaresti</i> (Vieillot, 1819)	saíra-da-serra	END	P	FS/CB DO	
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-cabocla		P	FS/CB DO PG	
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha		P	FS/DO PG	
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul		P	FS/CB DO	
<i>Hemithraupis ruficapilla</i> (Vieillot, 1818)	saíra-ferrugem	END	P	FS/DO	
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	fi guinha-bicuda		P	FS/DO	
Emberizidae					
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-verdadeiro		P	PG	

continua

continuação – TABELA 1

Táxons	Nome Popular	Endemismos/ Exóticos	Fonte de Informação	Ambiente/Habitat	Status
					SP BR IUCN
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu		P	PG	
<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleirinha		P	PG	
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho		P	PG	
Cardinalidae					
<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro-de-asa-verde		P	FS/CB DO	
Parulidae					
<i>Parula pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita		P	FS/DO	
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	pia-cobra		P	AB	
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula-coroado		P	FS/CB IN	
<i>Basileuterus leucoblepharus</i> (Vieillot, 1817)	pula-pula-assobiador		P	FS/IN	
Icteridae					
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	japim-guaxe		P	FS/DO	
<i>Cacicus chrysopterus</i> (Vigors, 1825)	japim-soldado		P	FS/CB DO	
<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	garibaldi	S	S	AB	
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	chopim		P	PG	
Fringillidae					
<i>Carduelis magellanica</i> (Vieillot, 1805)	pintassilgo-de-cabeça-preta		P	PG	
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim		P	FS/CB DO PG	
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	gaturamo-verdadeiro		P	FS/DO	
<i>Euphonia pectoralis</i> (Latham, 1801)	ferro-velho		P	FS/DO	
Estrilidae					
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	bico-de-lacre	EXO	P	PG	
Passeridae					
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal-doméstico	EXO	S	PG	

Legenda – Endemismos/Exóticos: END espécie endêmica ao bioma Mata Atlântica; EXO espécie exótica introduzida (alóctone); Fonte de Informação: P (dados primários, trabalho de campo); S (dados secundários, bibliografia); Ambiente: AB = açudes e brejos; FS = Floresta Ombrófila Densa Montana Secundária, associada a reflorestamentos; PG = outras áreas antropizadas tais como jardins, pomares, gramados e capoeiras talas; Habitats florestais: CB = clareiras e bordas; DO = dossel; IN = interior da mata; R = margens de riachos; T = taquarais; Status: SP = espécies ameaçadas no Estado de São Paulo (São Paulo, 2008); BR = espécies nacionalmente ameaçadas (IBAMA, 2003); IUCN = espécies globalmente ameaçadas (IUCN, 2008); Criticamente em perigo (CR) e Vulnerável (VU).

A importância global do PEAL para a conservação da avifauna foi reconhecida por sua denominação como Área Importante para a Conservação das Aves (Bencke *et al.*, 2006) e resulta da proximidade com o Parque Estadual da Cantareira. Essa conexão permitiu (e ainda permite) que indivíduos dispersantes de populações do Parque Estadual da Cantareira - PEC, de espécies menos exigentes quanto ao habitat, estabelecessem populações no PEAL e que aves que forrageiam por áreas amplas, como gaviões e periquitos, busquem recursos alimentares no PEAL e abrigo ou locais de nidificação no PEC.

Algumas espécies se utilizam de flores, frutos e sementes dos vegetais exóticos do PEAL, o que provavelmente favoreceu suas populações (Fonseca & Antunes, 2007). Por outro lado, elas dispersam as sementes de alguns desses vegetais favorecendo a disseminação de espécies invasoras no Parque Estadual da Cantareira (Fonseca & Antunes, 2007), como o pau-incenso *Pittosporum undulatum* Vent. e a palmeira-seafórtia *Archontophoenix* spp., o que pode causar desequilíbrios ecológicos sérios a médio e longo prazo. Uma proposta de manejo da vegetação, que beneficiaria a biodiversidade em ambos os parques, é a erradicação de vegetais exóticos com potencial comprovado de invasão biológica. Complementar a essa ação, sugere-se o enriquecimento dos talhões com espécies vegetais nativas do Parque Estadual da Cantareira, que sabidamente produzem recursos alimentares utilizados por aves e mamíferos nativos. Fonseca & Antunes (2007) listam quatro espécies já presentes no PEAL e cujos frutos atraíram várias espécies de aves: o tapiá-guaçu *Alchornea sidifolia* Müll. Arg., a palmeira-juçara *Euterpe edulis* Mart., a canela-guaicá *Ocotea puberula* (Rich.) Nees e a capororoca *Rapanea umbellata* (Mart.) Mez.

As áreas prioritárias para a conservação das aves dentro do PEAL, são aquelas com vegetação de sub-bosque mais desenvolvida. Outro sítio prioritário para a conservação é o ninhal das garças na área de uso público. As árvores nas margens dos lagos são utilizadas como locais de nidificação de três espécies de garças, a garça-branca-grande *Ardea alba*, a garcinha-branca *Egretta thula* e a garça-dorminhoca *Nycticorax nycticorax*.

Há poucos ninhais dessas aves na cidade de São Paulo. É possível, nesse local, informar os visitantes, visando valorizar a presença do ninhal e a oportunidade de ver as aves.

A respeito do papel das aves no funcionamento dos ecossistemas, foram registradas espécies em todos os grupos funcionais, predominando insetívoros e onívoros (FIGURA 1). Parece haver uma certa redundância dentro das comunidades (Walker, 1992). Portanto, mesmo com uma menor riqueza de espécies, os processos ecológicos dos quais as aves participam (polinização, dispersão-predação de sementes, controle de populações de herbívoros e decomposição) devem estar ocorrendo no PEAL.

Ao serem analisados os fatores impactantes da biodiversidade local, constatou-se que a área do entorno do PEAL é toda urbanizada, com exceção de sua conexão com o PEC. O PEAL também é atravessado por uma avenida de fluxo intenso de veículos, a Avenida Santa Inês. No interior dessa UC há muitas edificações e a área de uso público é intensamente visitada, principalmente aos finais de semana. As ameaças constatadas à avifauna decorrem dessas características. Foram registradas aves de pequeno porte atropeladas na área administrativa do Instituto Florestal, e observou-se que vários motoristas não respeitam a sinalização de limite de velocidade de 30 km/h.

Foi encontrado um tucano-de-bico-verde *Ramphastos dicolorus* eletrocutado em fio da rede elétrica, o que poderia ser evitado tornando as instalações elétricas subterrâneas. Há poluição por esgoto nos lagos, o que pode resultar na contaminação das aves aquáticas, e também há poluição por chumbo na área do Clube de Tiro Paulistano desse Parque, o que pode ocasionar a contaminação dos indivíduos através da cadeia alimentar, resultando em mortalidade, alterações neurológicas e motoras e redução da reprodução. Os metais pesados, como o chumbo, por se acumularem nos organismos, interferem em toda a cadeia alimentar, contaminando inclusive os predadores de aves.

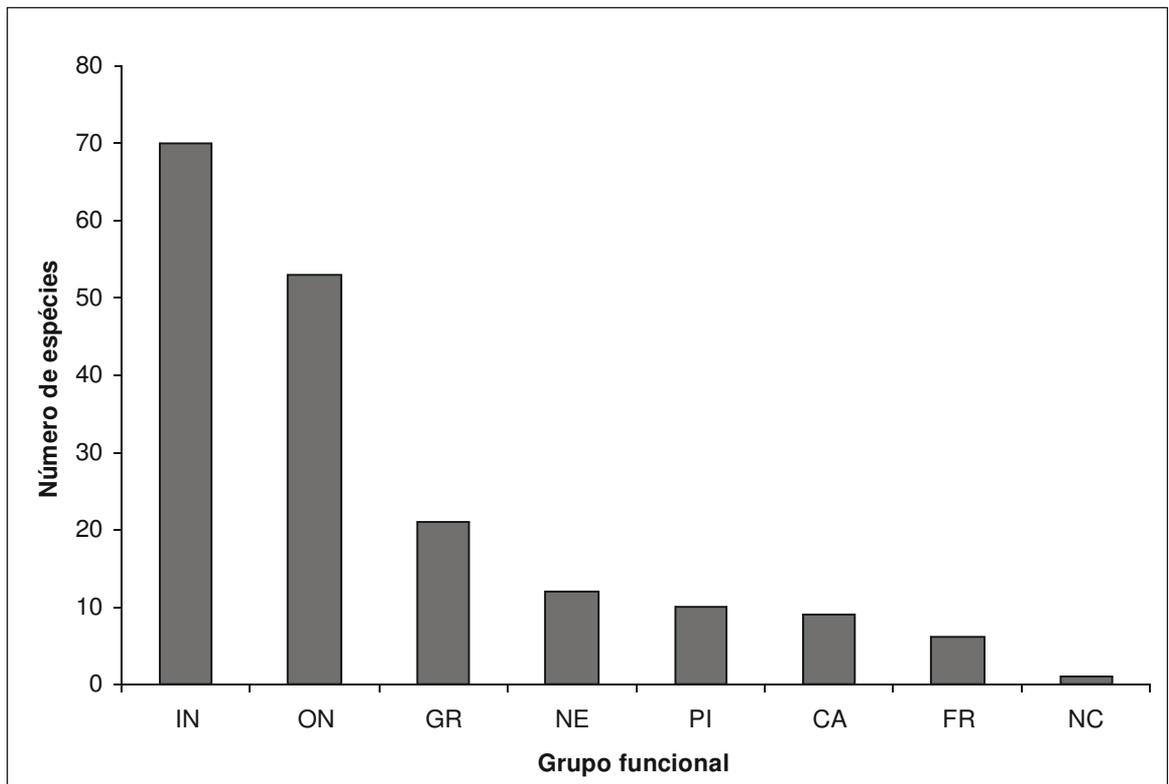


FIGURA 1 – Grupos funcionais para as aves detectadas no Parque Estadual Alberto Löfgren. CA = Carnívoros; FR = Frugívoros; GR = Granívoros; IN = Insetívoros; NC = Necrófagos; NE = Nectarívoros; ON = Onívoros e PI = Piscívoros.

Ocorrem também um grande número de animais domésticos e sinantrópicos no interior do PEAL, como pombos, ratos, gatos e principalmente cães. Esses podem impactar as populações de animais silvestres através da predação, competição por recursos e transmissão de doenças. Há registros de soltura e escape de animais alóctones (exóticos) que podem vir a se estabelecer trazendo consequências danosas à fauna autóctone (nativa). A presença de Centros de Triagem e Destinação de Animais apreendidos pela Polícia Ambiental no interior de UCs, como era o caso do Centro de Manejo de Animais Silvestres - CEMAS no PEAL, é incompatível com a conservação da biodiversidade devido ao risco de fuga de animais e transmissão de doenças.

Várias espécies podem servir como bioindicadores para o monitoramento e manejo da unidade. Insetívoros de sub-bosque exigentes podem ser utilizados no acompanhamento de áreas em regeneração. Quando estão presentes na área indicam que embora esta não tenha recuperado

riqueza e composição florística similares às da floresta madura, já é importante para a fauna florestal como fonte de recursos. São exemplos dessas aves: choquinha-estrelada *Myrmotherula gularis*, tovaca-campainha *Chamaeza campanisona*, tovacaçu *Grallaria varia* e vira-folha-vermelho *Sclerurus scansor*. Essas espécies desaparecem de fragmentos florestais pequenos ou quando ocorre alteração acentuada no microclima. Outros bons bioindicadores são os predadores de topo de cadeia e os frugívoros de grande porte, que desempenham papéis extremamente importantes na manutenção do ecossistema. A abundância relativa ou a densidade dessas espécies pode ser monitorada ao longo do tempo e usada para inferir a qualidade da floresta ou a efetividade de ações de manejo. São exemplos de predadores de topo todos os gaviões de grande porte, como o gavião-pombo *Leucopternis lacernulatus*, e de grandes frugívoros como o jacuguáçu *Penelope obscura*, tucanos *Ramphastos* spp., a araponga *Procnias nudicollis* e o pavó *Pyroderus scutatus*.

As UCs de proteção integral são vitais para a conservação da biodiversidade, e para que seus objetivos sejam alcançados e sua integridade garantida, é primordial a fiscalização intensiva e preventiva. É necessário, também, que seja realizado um programa educacional, estimulando a identificação e o apreço inato que a maioria das crianças apresenta pelos animais e estimulando a valorização das espécies nativas.

#### 4 CONCLUSÕES

O PEAL, apesar de se encontrar no entorno de uma das maiores metrópoles do mundo, receber uma visitação intensa e estar sob pressão de inúmeros fatores impactantes, apresenta uma diversidade de aves apreciável e todos os esforços devem ser realizados para sua conservação. Estudos sobre o impacto dos poluentes sobre a avifauna, através da análise de acúmulo de metais pesados em amostras de penas de indivíduos capturados em redes de neblina; estimativas de densidade confiáveis para as espécies ameaçadas de extinção, endêmicas da Mata Atlântica ou bioindicadoras; e pesquisas sobre patógenos transmitidos por animais domésticos devem ser incentivadas.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Ana Lúcia Arromba, responsável pelo expediente do PEAL, pelo apoio, e todos aqueles que de uma maneira ou outra contribuíram com este trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. A. S.; SILVA, J. M. C. da. A ornitologia no Brasil: desenvolvimento, tendências atuais e perspectivas. In: ALVES, M. A. S. *et al.* (Ed.). **A ornitologia no Brasil: pesquisa atual e perspectivas**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2000. p. 327-344.

ANTAS, P. T. Z.; ALMEIDA, A. C. **Aves como bioindicadoras de qualidade ambiental: aplicação em áreas de plantio de eucalipto**. Vitória: Gráfica Santonio, 2003. 36 p.

BENCKE, G. A.; KINDEL, A. Bird counts along an elevational gradient of Atlantic Forest in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. **Ararajuba**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 91-107, 1999.

BENCKE, G. A. *et al.* (Org.). **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil**. Parte I – Estados do domínio da Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil, 2006. 494 p.

BUZZETTI, D. R. C. Distribuição altitudinal de aves em Angra dos Reis e Parati, sul do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: ALVES, M. A. *et al.* (Ed.). **A ornitologia no Brasil: pesquisa atual e perspectivas**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2000. p. 131-148.

CERISOLA, C. M.; ANTUNES, A. Z.; PORT-CARVALHO, M. Consumo de frutos de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) por vertebrados no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 1., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2007. p. 167-171. (**IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 31, 2007).

CLAUSET, L. R. **Paisagem paulista: áreas protegidas**. São Paulo: Empresa das Artes, 1999. 185 p.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Listas das aves do Brasil**. Versão 16/08/2007. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 6 jun. 2008.

FIGUEIREDO, L. F. A. Adendas à lista de aves do Município de São Paulo. **Boletim CEO**, São Paulo, v. 15, p. 59, 2003.

\_\_\_\_\_.; LO, V. K. Lista das aves do Município de São Paulo. **Boletim CEO**, São Paulo, v. 14, p. 15-35, 2000.

FONSECA, F. Y.; ANTUNES, A. Z. Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 81-91, 2007.

FRANKLIN, I. R. Evolutionary change in small populations. In: SOULÉ, M. E.; WILCOXON, B. A. (Ed.). **Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective**. Sunderland: Sinauer, 1980. p. 135-149.

GALETTI, M. *et al.* Ecology and conservation of the jacutinga *Pipile jacutinga* in the Atlantic forest of Brazil. **Biol. Conserv.**, v. 82, p. 31-39, 1997a.

GALETTI, M. *et al.* Records of Harpy and Crested Eagles in the Brazilian Atlantic Forest. **Bull. Brit. Orn. Club**, Peterborough, v. 117, p. 27-31, 1997b.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; LAPS, R. Frugivory by toucans (Ramphastidae) in two altitudes in the Atlantic forest of Brazil. **Biotropica**, v. 33, p. 723-726, 2000.

GOERCK, J. M. Patterns of rarity in the birds of the Atlantic Forest of Brazil. **Conserv. Biol.**, v. 11, p. 112-118, 1997.

\_\_\_\_\_. Distribution of birds along an elevational gradient in the Atlantic Forest of Brazil: implications for the conservation of endemic and endangered species. **Bird Conserv. Intern.**, Cambridge, v. 9, p. 235-253, 1999.

GRAHAM, D. J. The avifauna of the Serra da Cantareira, São Paulo, Brazil: a preliminary survey. **IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 10, p. 1-56, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção**. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. Brasília, D.F.: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES - IUCN. **2007 IUCN red list of threatened species**. Cambridge: IUCN Species Survival Commission. Disponível em: <<http://www.redlist.org>>. Acesso em: 6 jun. 2008.

MARSDEN, S. J.; WHIFFIN, M. The relationship between population density, habitat position and habitat breadth within a neotropical forest bird community. **Ecography**, v. 26, p. 385-392, 2003.

\_\_\_\_\_.; GALETTI, M.; FIELDING, A. H. How well will Brazil's wystem of Atlantic Forest reserves maintain viable bird populations? **Biodivers. Conserv.**, v. 14, p. 2835-2853, 2005.

ONIKI, Y. Um formicarídeo em cidades? **Boletim CEO**, São Paulo, v. 5, p. 12-15, 1988.

PACHECO, J. F.; BAUER, C. **Biogeografia e conservação da avifauna na Mata Atlântica e Campos Sulinos** – construção e nível atual do conhecimento. Disponível em: <[http://conservation.org.br/ma/rfinais/rt\\_aves.htm](http://conservation.org.br/ma/rfinais/rt_aves.htm)>. Acesso em: 20 maio 2000.

PFEIFER, R. M. *et al.* Características morfológicas, físicas e químicas dos solos da Vila Amália. **Silvic. São Paulo**, São Paulo, v. 11/12, p. 119-144, 1977/78.

PIZO, M. A.; SIMÃO, I.; GALETTI, M. Diet and flock size of sympatric parrots in the Atlantic forest of southeastern Brazil. **Ornit. Neotrop.**, v. 6, p. 87-95, 1995.

SALES, E. R.; ESTON, M. R. Atividades de educação e interpretação ambiental no Parque Estadual Alberto Löfgren. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 193-203, 2000.

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

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

SILVA, J. M. C. da; SOUZA, M. C. de; CASTELLETTI, C. H. M. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic Forest, South America. **Global Ecol. Biogeogr.**, v. 13, p. 85-92, 2004.

VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M. A. M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 4/5, p. 57-140. 1965/66.

WALKER, B. H. Biodiversity and ecological redundancy. **Biological Conservation**, v. 6, p.18-23, 1992.

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

ANTUNES, A. Z.; ESTON, M. R. de. Avifauna do Parque Estadual Alberto Löfgren–São Paulo: diagnóstico e propostas para a conservação.

WILLIS, E. O. Birds of a *Eucalyptus* woodlot in interior São Paulo. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 63, n. 1, p. 141-158, 2003.

\_\_\_\_\_.; ONIKI, Y. **Nomes gerais para as aves brasileiras**. Américo Brasiliense: Gráfica da Região, 1991. 55 p.

\_\_\_\_\_. **Aves do Estado de São Paulo**. Rio Claro: Divisa, 2003. 398 p.



**REGISTRO DE NOVOS HOSPEDEIROS DE *Megaplatypus mutatus* (Chapuis)  
(COLEOPTERA, PLATYPODIDAE) NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL (NOTA CIENTÍFICA)<sup>1</sup>**

Marcel Mamede de CARVALHO FILHO<sup>2</sup>  
Édson Possidônio TEIXEIRA<sup>3</sup>  
Thiago Borges CONFORTI<sup>4</sup>

**RESUMO**

*Megaplatypus mutatus* (Chapuis) é espécie nativa da América do Sul e é praga primária de espécies arbóreas exóticas e nativas. No município de Campinas, Estado de São Paulo, durante pesquisa realizada nos anos de 2004, 2005 e 2006, visando descobrir a causa da mortalidade de árvores que compõem o dossel de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Bosque dos Jequitibás e na Mata Santa Genebra, foi coletado material associado a várias espécies arbóreas ainda não registradas na literatura. *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br., *Caesalpinia pluviosa* (Benth.) DC., *Pittosporum undulatum* Vent., *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf., *Mangifera indica* L., *Croton floribundus* Spreng., *Croton piptocalyx* Müll. Arg., *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, *Luetzelburgia guaissara* Toledo, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr., *Ficus benjamina* L., *Platypodium elegans* Vogel, *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, *Machaerium stipitatum* (DC.) Vogel, *Centrolobium tomentosum* Guillemin ex Benth., *Pachira aquatica* Aubl., *Inga cf. vera* Willd. ssp. *affinis* (DC.) T.D. Penn., são registradas pela primeira vez como hospedeiros de *M. mutatus* no estado de São Paulo, Brasil. Plantas hospedeiras referidas em bibliografia também são relacionadas.

Palavras-chave: ambrósia; coleobroca; distribuição; espécies arbóreas autóctones e alóctones; Floresta Estacional Semidecidual.

## 1 INTRODUÇÃO

*Megaplatypus mutatus* (Chapuis, 1865) é nativa da América do Sul e têm como localidade-tipo o Brasil. *Megaplatypus* foi estabelecido por Wood (1993) e de acordo com Bright & Skidmore (2002) o gênero consta, atualmente, com 98 espécies.

Apresenta distribuição Neotropical e Paleártica, com registro para Argentina, Uruguai, Bolívia, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Venezuela e Itália (Reichardt, 1964; Giménez & Etienneot, 2003; EPPO, 2004). De acordo com a “European and

**ABSTRACT**

*Megaplatypus mutatus* (Chapuis) is native from South America and it is a primary pest of native and exotic trees. In the county of Campinas, state of São Paulo, during research carried out in the years of 2004, 2005 and 2006 aiming at to discover the cause of the mortality of trees that compose the canopy of fragments of Semideciduous Forest in the Bosque dos Jequitibás and Mata Santa Genebra, was collected material associated with some species still not recorded in the literature. *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br., *Caesalpinia pluviosa* (Benth.) DC., *Pittosporum undulatum* Vent., *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf., *Mangifera indica* L., *Croton floribundus* Spreng., *Croton piptocalyx* Müll. Arg., *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, *Luetzelburgia guaissara* Toledo, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr., *Ficus benjamina* L., *Platypodium elegans* Vogel, *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, *Machaerium stipitatum* (DC.) Vogel, *Centrolobium tomentosum* Guillemin ex Benth., *Pachira aquatica* Aubl., *Inga cf. vera* Willd. ssp. *affinis* (DC.) T.D. Penn., are recorded for the first time in the state of São Paulo as hosts of *M. mutatus*. It is related host plants referred in bibliography also.

Key words: ambrosia; autoctone and aloctone arboreous species; distribution; Semideciduous Forest; wood borer.

Mediterranean Plant Protection Organization” esta espécie foi introduzida na Itália em 2000 tendo se estabelecido e causou sérios danos às plantações de álamo (*Populus* sp.) e também à diversas frutíferas. Sua introdução deu-se, presumivelmente, com madeira importada da América do Sul e ficou limitada inicialmente à região do Casertano (EPPO, 2004). Acredita-se na possibilidade da sua dispersão pelo país, o que poderia vir a causar danos à silvicultura e também à fruticultura e consta da lista de alerta de insetos-praga (EPPO, 2004).

(1) Aceito para publicação em outubro de 2008.

(2) Av. Barão de Itapura 1481, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, SP, Brasil. E-mail: dedsoie@hotmail.com

(3) Instituto Agronômico de Campinas – IAC, Av. Barão de Itapura 1481, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, SP, Brasil. E-mail: edson@iac.sp.gov.br

(4) Fundação José Pedro de Oliveira/PMC – UC Federal Mata de Santa Genebra. E-mail: thiagobc@hotmail.com

*M. mutatus* é espécie polífaga e considerada praga primária da pomicultura e silvicultura, pelo fato de atacar somente árvores vivas. Seus danos são caracterizados pelas galerias construídas e pelo escurecimento da madeira resultante da decomposição dos micélios do fungo cultivado, reduzindo sobremaneira o valor econômico da madeira, o que a inviabiliza para exportação. São inúmeros os registros de hospedeiros para *M. mutatus*.

Reichardt (1964) e Silva *et al.* (1968) relataram *Platypus mutatus* (= *M. mutatus*) em diferentes espécies arbóreas hospedeiras no Brasil (TABELA 1). Mais recentemente, Giménez & Etiennot (2003) elencaram uma grande diversidade de hospedeiros na Argentina e em algumas regiões de fronteira com o Brasil (TABELA 1). EPPO (2004) registrou *M. mutatus* em áreas de pomicultura e silvicultura da Itália (TABELA 1). Mecke & Galileo (2004) registraram a espécie em essência florestal nativa, no Estado do Paraná. No Estado de São Paulo, mais especificamente na Estação Ecológica de Mogi-Guaçu, Girardi *et al.* (2006) registraram a ocorrência de *M. mutatus* em áreas de silvicultura.

Alfaro *et al.* (2007) elencaram, dentre várias espécies arbóreas, algumas frutíferas importantes susceptíveis ao ataque de *M. mutatus* e relacionaram alguns itens que demonstram o potencial de risco desse inseto para a economia de muitas regiões do mundo. Esses mesmos autores salientaram que os contínuos danos desse inseto às plantações de híbridos de *Populus* na Argentina, sua ampla distribuição na América do Sul, bem como a sua recente introdução na Itália, aumentaram os interesses a respeito do potencial deste inseto sul-americano tornar-se praga mundial de espécies de *Populus*.

Nesta nota foram relacionadas todas as espécies arbóreas encontradas na bibliografia como hospedeiras de *M. mutatus*, classificando suas origens em relação aos ecossistemas naturais do Brasil, ou seja, espécies autóctones e alóctones (Lincoln *et al.* 1985).

Neste trabalho registra-se pela primeira vez a ocorrência de *M. mutatus* associado a mais 19 espécies arbóreas ainda não registradas na literatura (TABELA 2).

TABELA 1 – Espécies arbóreas encontradas na literatura científica como hospedeiras de *M. mutatus*. Legenda: BR – Brasil; ARG – Argentina; ITL – Itália; 1- Reichardt, 1964; 2- Santoro, 1967; 3- Silva *et al.*, 1968; 4- Giménez & Etiennot, 2003; 5- EPPO, 2004; 6- Mecke & Galileo, 2004; 7- Girardi *et al.*, 2006; 8- Alfaro *et al.*, 2007; AUT.- Autóctone; ALC. – Alóctone. Essas duas últimas classificações se referem aos ecossistemas naturais do Brasil.

Nome botânico	Nome popular	Local de coleta	Citação	Origem
<i>Eugenia</i> sp.	urucurana	BR.	1	AUT.
<i>Schizolobium</i> sp.	ficheira	BR.	1	AUT.
<i>Persea americana</i> Mill.	abacateiro	BR.	1	ALC.
<i>Bombax</i> sp.	paineira	BR.	1	AUT.
–	coqueiro	BR.	1	ALC.
<i>Quercus suber</i> L.	sobreiro	BR.	3	ALC.
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim	BR.	2	AUT.
<i>Prunus domestica</i> L.	ameixeira	BR.	2	ALC.
<i>Casuarina</i> sp.	casuarina	BR.	2	ALC.
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	BR.	2	AUT.
<i>Castanea</i> sp.	castanheira	BR.	2	AUT.

continua

## continuação – TABELA 1

Nome botânico	Nome popular	Local de coleta	Citação	Origem
<i>Eucalyptus</i> spp.	eucalipto	BR e ARG.	2; 4	ALC.
<i>Ficus</i> sp.	figueira	BR.	2	AUT.
<i>Pyrus malus</i> L.	macieira	BR.	2	ALC.
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	pau-ferro	BR.	2	AUT.
<i>Pyrus communis</i> L.	pereira	BR e ARG.	2; 4	ALC.
<i>Tectona grandis</i> L.f.	teca-da-Índia	BR.	2	ALC.
<i>Acacia</i> sp.	–	ARG.	4	AUT.
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill) Swingle	–	ARG.	4	ALC.
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	–	ARG.	4	AUT.
<i>Acer negundo</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	–	ARG.	4	AUT.
<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Cedrela tubiflora</i> Bertoni	–	ARG.	4	ALC.
<i>Citrus</i> sp.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	–	ARG.	4	AUT.
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden	–	ARG.	4	ALC.
<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Eucalyptus tereticornes</i> Sm.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T.Blake	–	ARG.	4	ALC.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Fraxinus</i> sp.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Juglans</i> spp.	nogueira	ARG.	8	ALC.
<i>Laurus nobilis</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	–	ARG.	4	ALC.
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	–	ARG.	4	AUT.
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Malus sylvestris</i> Mill.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Melia azedarach</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Pinus</i> sp.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Platanus acerifolia</i> (Aiton) Willd.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Populus alba</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Populus deltoides</i> cv. <i>caroliniensis</i> Bart	–	ARG.	4	ALC.
<i>Populus deltoides</i> cv. <i>virginiana</i> Bart.	–	ARG.	4	ALC.

continua

## continuação – TABELA 1

Nome botânico	Nome popular	Local de coleta	Citação	Origem
<i>Populus deltoides</i> Marshall	–	ARG.	4	ALC.
<i>Populus</i> spp.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Populus euroamericana</i> (Dode) Guinier	–	ARG.	4	ALC.
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	–	ARG.	4	ALC.
<i>Quercus borealis</i> F. Michx.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Quercus palustris</i> Münchh.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Quercus robur</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Quercus</i> spp.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Salix alba</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Salix babylonica</i> L. cv. sacramenta	–	ARG.	4	ALC.
<i>Salix nigra</i> Marshall	–	ARG.	4	ALC.
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	–	ARG.	4	AUT.
<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Tilia moltkei</i> Spaeth.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Ulmus pumila</i> L.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Ulmus</i> spp.	–	ARG.	4	ALC.
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	–	ARG.	4	AUT.
<i>Corylus avellana</i> L.	aveleira	ITL.	5	ALC.
<i>Prunus cerasus</i> L.	cerejeira azeda	ITL.	5	ALC.
<i>Malus domestica</i> Borkh.	macieira	ITL.	5	ALC.
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	pinheiro-paraná	BR.	6	AUT.
<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	–	BR.	7	AUT.
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	pau-brasil	BR.	7	AUT.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi conduzido especificamente na Mata de Santa Genebra (22° 49' 45" S e 47° 06' 33" W) e no Bosque dos Jequitibás (22° 54' 31" S e 47° 02' 57" W), localizados no município de Campinas, SP. Ambos são remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, a primeira com 251 ha de floresta natural e a segunda com 10 ha de área total e apenas cerca de 3,5 ha de floresta natural. O período de estudo foram os anos de 2004, 2005, 2006, durante o qual foram realizadas vistorias fitossanitárias que visavam detectar o(s) agente(s) responsável(is) pela morte de árvores do dossel desses remanescentes de vegetação natural.

Além dessas áreas, coletou-se material de *M. mutatus* em indivíduos arbóreos isolados na Serra da Cantareira, Pico do Jaraguá, Cesário Lange, Cotia, São Paulo (Tremembé), stado de São Paulo, na maioria dos casos também fruto de vistorias fitossanitárias, na década de 1980. A coleta do material foi feita retirando-se partes da casca e albúrnio, quando os insetos estavam em atividade de colonização e, em alguns casos, mortos na entrada da galeria ou envoltos por resina. Os exemplares coletados foram mantidos em frascos de vidro (8,0 cm x 2,5 cm) fechados com tufo de algodão e devidamente rotulados com o nome da planta hospedeira ou, com um código, quando a espécie não era conhecida.

Uma vez no laboratório, os insetos foram mortos, montados, devidamente rotulados e depositados na coleção para posterior identificação. Todas as árvores atacadas pelo platipodídeo foram marcadas com uma placa de alumínio e receberam um código, e para aquelas não identificadas se procedeu a coleta de material para herborização e posterior identificação. A identificação da espécie foi feita por comparação com material identificado pelo Dr. Stephen L. Wood (Brigham Young University).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 19 espécies arbóreas citadas como novos hospedeiros de *M. mutatus* nesta nota, 5 são alóctones aos ecossistemas naturais brasileiros, sendo que destas, 3 foram coletadas em habitats de árvores isoladas plantadas e 2 em maciços arbóreos implantados (TABELA 2).

Dentre as espécies da flora elencadas neste trabalho, *Luetzelburgia guaissara* Toledo encontra-se na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção do Estado de São Paulo (BIOTA-FAPESP, 2006), na categoria de vulnerável.

Embora tenha sido observado o ataque de *M. mutatus* em falsa-latânia, os adultos não conseguiram obter êxito (colonizar) em razão da grande quantidade de resina produzida pela planta.

Assim, é relacionado um total de 89 espécies arbóreas que apresentam o potencial de hospedar insetos da espécie *M. mutatus* ao longo de praticamente todo o território nacional. Desse total, 32 são autóctones de ecossistemas naturais brasileiros e 57 alóctones, e muitas delas, usualmente cultivadas em território nacional. É importante ressaltar que a grande maioria das coletas realizadas no estado de São Paulo ocorreu em maciços arbóreos naturais ou implantados, como parques urbanos, remanescentes de vegetação nativa, plantios silviculturais e coleções *ex-situ*,

indicando uma boa capacidade de adaptação de *M. mutatus* à habitats arbóreos e uma ampla lista de hospedeiros, além de grandes riscos às produções de pomicultura, silvicultura e à conservação da biodiversidade em áreas naturais inseridas em paisagens antrópicas, como as que foram pesquisadas até o momento.

A ampla lista de espécies arbóreas hospedeiras autóctones aos ecossistemas brasileiros parece representar uma grande ameaça à conservação da biodiversidade das poucas áreas naturais que ainda existem na paisagem antrópica do município de Campinas. Os remanescentes de vegetação natural da Floresta Estacional Semidecidual onde foram coligidos os exemplares de *M. mutatus*, vêm apresentando grandes alterações nas suas respectivas estruturas florestais, através da perda do dossel em áreas contínuas e extensas. A maioria das coletas dos insetos foi realizada em árvores do dossel ou emergentes que, muitas vezes, morrem num período relativamente curto de tempo, após o início da colonização (Conforti *et. al.*, 2006, 2007). Além disso, algumas dessas espécies arbóreas possuem uma alta densidade por área na Floresta Estacional Semidecidual e, dependendo de condições ambientais ainda desconhecidas e relacionadas ao desenvolvimento e ciclo de vida de *M. mutatus*, podem facilitar sua dispersão dentro dessas áreas.

A partir dessa classificação é possível observar que das 70 espécies arbóreas encontradas na bibliografia, 52 são alóctones aos ecossistemas naturais do Brasil, sendo que várias dessas espécies são usualmente cultivadas na pomicultura e silvicultura brasileira. As outras 18 espécies arbóreas são autóctones dos ecossistemas naturais do Brasil. Portanto, a grande maioria das espécies arbóreas citadas na bibliografia podem ser encontradas, em maior ou menor abundância, em praticamente todo o território nacional.

Os exemplares de *M. mutatus* estão depositados na coleção IACC e parte na coleção FEIS/UNESP.

TABELA 2 – Espécies arbóreas encontradas na literatura científica como hospedeiras de *M. mutatus*. Legenda: map – maciço arbóreo implantado (praça, parque urbano); aip – árvore isolada plantada; FES – remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual. AUT. – Autóctone; ALC. – Alóctone. Estas duas últimas classificações se referem aos ecossistemas naturais do Brasil.

Nome botânico	Nome popular	Habitat da coleta	Local de coleta	Município	Origem
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	guapuruvu	map	Serra da Cantareira e Pico do Jaraguá	São Paulo	AUT.
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	tamboril	map	Serra da Cantareira	São Paulo	AUT.
<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br.	falsa-latânia	map	Serra da Cantareira	São Paulo	ALC.
<i>Caesalpinia pluviosa</i> (Benth.) DC.	sibipiruna	map	Serra da Cantareira	São Paulo	AUT.
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	pau-incenso	aip	São Paulo (Tremembé)	Tremembé	ALC.
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	flamboyant	aip	Cesário Lange	Cesário Lange	ALC.
<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	aip	Cotia	Cotia	ALC.
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	FES	Mata Santa Genebra	Campinas	AUT.
<i>Croton piptocalyx</i> Müll. Arg.	caixeta	FES	Mata Santa Genebra	Campinas	AUT.
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	jequitibá-rosa	FES	Mata Santa Genebra	Campinas	AUT.
<i>Luetzelburgia guaissara</i> Toledo	guaissara	FES	Mata Santa Genebra	Campinas	AUT.
<i>Piptadenia gonocantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	pau-jacaré	FES	Mata Santa Genebra	Campinas	AUT.
<i>Ficus benjamina</i> L.	ficus-benjamins	map	Mata Santa Genebra	Campinas	ALC.
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	amendoim-bravo	FES	Mata Santa Genebra	Campinas	AUT.
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	jequitibá-branco	FES	Bosque dos Jequitibás	Campinas	AUT.
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuva	FES	Bosque dos Jequitibás	Campinas	AUT.
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemain ex Benth.	araribá	FES	Bosque dos Jequitibás	Campinas	AUT.
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	monguba	map	IAC-sede	Campinas	AUT.
<i>Inga cf. vera</i> Willd. ssp. <i>affinis</i> (DC.) T.D. Penn.	ingá	map	coleção ex-situ Monjolinho – IAC	Campinas	AUT.

CARVALHO FILHO, M. M. de; TEIXEIRA, E. P.; CONFORTI, T. B. Registro de novos hospedeiros de *Megaplatypus mutatus* (Chapuis) (Coleoptera, Platypodidae) no Estado de São Paulo.

#### 4 AGRADECIMENTOS

Aos colegas Dr. Geraldo Antonio Daher Corrêa Franco (Instituto Florestal de São Paulo) e Dr. Luís Carlos Bernacci (IAC) pela identificação de algumas espécies aqui citadas e à Dra. Raimunda Liége Souza de Abreu (INPA) pelo envio de separatas de artigos referentes à família Platypodidae.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFARO, R. I. *et al.* The threat of the ambrosia beetle *Megaplatypus mutatus* (Chapuis) (= *Platypus mutatus* Chapuis) to world poplar resources. **Forestry**, Oxford, v. 80, p. 471-479, 2007.

BIOTA; FAPESP. Lista oficial de espécies de plantas ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. In: WORKSHOP DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO, 2006, Brasil. Workshop. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/info/wap/lista1ijkl.html>>. Acesso em: 17 out. 2006.

BRIGHT, D. E.; SKIDMORE, R. E. **A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). Supplement 2 (1995-1999)**. Ottawa: NRC Research Press, 2002. 523 p.

CONFORTI, T. B. *et al.* Alta mortalidade de macro e meso fanerófitos em fragmentos de floresta semidecidual da região de Campinas, SP. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 16., 2006, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba, 2006. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Mortalidade de macro e meso fanerófitos nas florestas semidecíduais de Campinas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007. São Paulo. **Resumos...** São Paulo, 2007. 1 CD-ROM.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION - EPPO. **EPPO alert list: insects and mites/Megaplatypus mutatus** (Coleoptera: Platypodidae) [on line]. Italy: 2004. [cited in April 2004]. Disponível em: <[http://www.eppo.org/QUARTINE/Alert\\_List/Insects/PLTMU.htm](http://www.eppo.org/QUARTINE/Alert_List/Insects/PLTMU.htm)>. Acesso em: 17 out. 2006.

GIMÉNEZ, R. A.; ETIENNOT, A. E. Host range of *Platypus mutatus* (Chapuis, 1865) (Coleoptera: Platypodidae). **Entomotropica**, Caracas, v. 18, p. 89-94, 2003.

GIRARDI, G. S.; GIMÉNEZ, R. A.; BRAGA, M. R. Occurrence of *Platypus mutatus* Chapuis (Coleoptera: Platypodidae) in a brazilwood experimental plantation in Southeastern Brazil. **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v. 35, p. 864-867, 2006.

LINCOLN, R. J.; BOXSHALL, G. A.; CLARK, P. F. **A dictionary of ecology, evolution and systematics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

MECKE, R.; GALILEO, M. H. M. A review of the weevil fauna (Coleoptera, Curculionoidea) of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae) in South Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 21, p. 505-513, 2004.

REICHARDT, H. Scolytoidea (Coleoptera) 4. Notas sobre a sistemática e biologia de Platypodidae Neotropicais. **Rev. Bras. Ent.**, Curitiba, v. 11, p. 85-90, 1964.

SANTORO, F. H. Nuevo antecedente sobre lucha manual contra *Platypus sulcatus* Chapuis (Col. Platypodidae). **IDIA. Suplemento Forestal**, Buenos Aires, v. 4, p. 70-74, 1967.

SILVA, A. G. D'ARAÚJO *et al.* **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. pt. 2, tomo 1, 622 p.

WOOD, S. L. Revision of the genera Platypodidae (Coleoptera). **Gt. Basin Nat.**, Provo, v. 53, p. 259-281, 1993.



# REGISTROS RELEVANTES DE AVES PARA A GRANDE SÃO PAULO OBTIDOS NO PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA (NOTA CIENTÍFICA)<sup>1</sup>

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

## RESUMO

Foram registradas cinco espécies de aves no Parque Estadual da Cantareira, que não constam da literatura disponível sobre as aves da Grande São Paulo: *Mesembrinibis cayennensis*, *Percnohierax leucorrhous*, *Campephilus robustus*, *Orthogonys chloricterus* e *Sporophila frontalis*.

Palavras-chave: espécie ameaçada; extensão de distribuição; Mata Atlântica.

## 1 INTRODUÇÃO

A região metropolitana de São Paulo apresenta sua avifauna bem conhecida (Figueiredo & Lo, 2000; Willis & Oniki, 2003). Os levantamentos na área se iniciaram no século XIX, com a visita do naturalista austríaco Natterer, e prosseguem atualmente através das atividades de pesquisa de ornitólogos e observadores de aves (Figueiredo & Lo, 2000).

Durante pesquisas sobre ecologia de aves no Parque Estadual da Cantareira - PEC, foram registradas espécies que não constam nos trabalhos publicados sobre a avifauna da Grande São Paulo (Graham, 1992; Figueiredo & Lo, 2000; Figueiredo, 2003; Willis & Oniki, 2003; Develey & Endrigo, 2004; Gussoni, 2006). Julgou-se relevante divulgar tais registros, objetivando o monitoramento dessas espécies na área, a fim de determinar seu status local e acompanhar processos de colonização, e contribuir com a atualização da lista de aves da Grande São Paulo.

## ABSTRACT

We recorded five bird species for the first time in Cantareira State Park and São Paulo county and surrounds: Green Ibis *Mesembrinibis cayennensis*, White-rumped Hawk *Percnohierax leucorrhous*, Robust Woodpecker *Campephilus robustus*, Olive-green Tanager *Orthogonys chloricterus* and Buffy-fronted Seedeater *Sporophila frontalis*.

Key words: Atlantic Forest; distribution extension; threatened species.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O Parque Estadual da Cantareira (23° 22' S e 46° 36' W; FIGURA 1), ocupa uma área de aproximadamente 7.900 ha, nos municípios de São Paulo, Caieiras, Mairiporã e Guarulhos. A vegetação predominante na área é a Floresta Ombrófila Densa Montana (Nogueira *et al.*, 1974). Essa unidade de conservação é reconhecida internacionalmente como área importante para a conservação das aves da Mata Atlântica (Bencke *et al.*, 2006).

As observações foram efetuadas entre setembro de 2005 e agosto de 2008, em trajetos pelas trilhas disponíveis, totalizando 494 horas de esforço amostral.

As vocalizações foram documentadas com gravador de fita de rolo Nagra E, e microfone direcional Sennheiser MKH 816 T. Tais registros foram incorporados à coleção sonora do primeiro autor. Para auxiliar nas visualizações foram utilizados binóculos 8 x 40. As coordenadas apresentadas foram obtidas com GPS. A nomenclatura científica adotada segue a Lista Primária das Aves do Brasil, do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2008).

(1) Aceito para publicação em dezembro de 2008.

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

(3) Rua Josefina Armoni, 115, bl. 4, ap. 181, 02374-050, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: santos.ana@terra.com.br

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

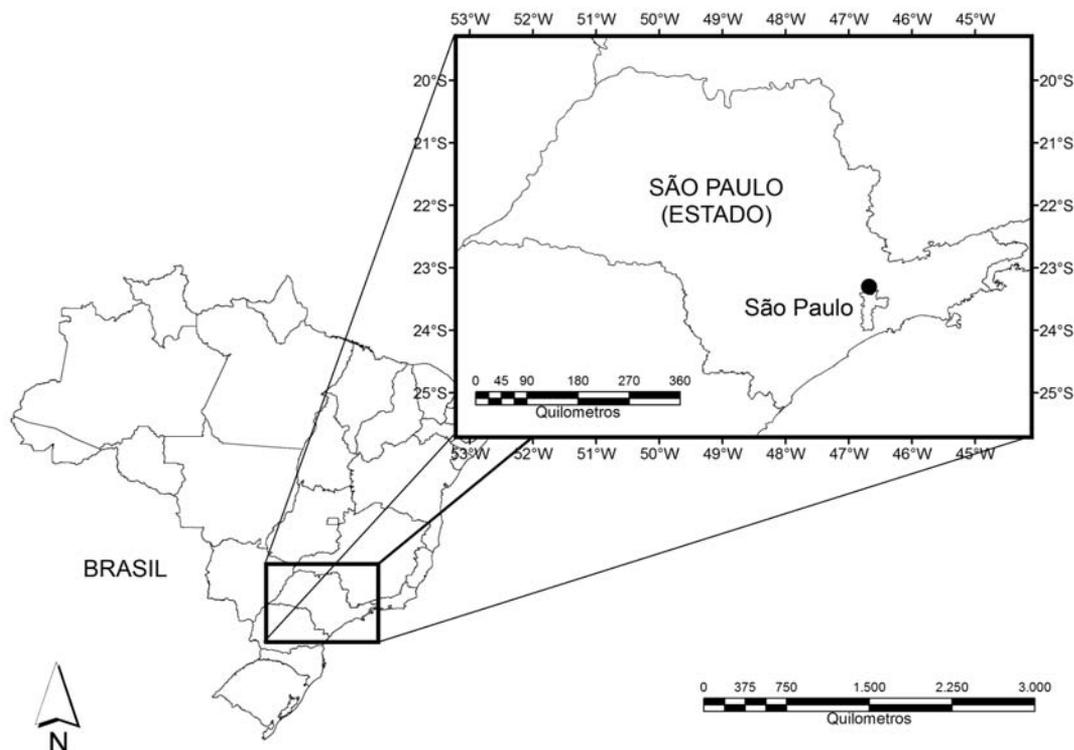


FIGURA 1 – Localização da área de estudo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas cinco espécies que representam acréscimos tanto às listas de avifauna do PEC, quanto da Grande São Paulo.

O corocoró *Mesembrinibis cayennensis* (Gmelin, 1789) foi observado na represa do Núcleo Cabuçu (23° 22' 48" S, 46° 31' 27" W, 783 m), município de Guarulhos, em 29 de fevereiro de 2008. Sua vocalização foi gravada na ocasião. Apresenta distribuição geográfica ampla, do Panamá a Misiones na Argentina, e grande parte do Brasil (Sick, 1997).

O gavião-de-sobre-branco *Percnohierax leucorrhous* (Quoy & Gaimard, 1824) foi visto sobrevoando um talhão de pinheiro-do-paraná *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, próximo ao Lago das Carpas (23° 25' 16" S, 46° 38' 21" W, 1.052 m), Núcleo Águas Claras, município de Mairiporã, em 28 de setembro de 2007. Ocorre principalmente em florestas montanas, do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul, Nordeste da Argentina, leste do Paraguai e Andes (Sick, 1997).

O pica-pau-rei *Campephilus robustus* (Lichtenstein, 1818) foi encontrado em duas ocasiões. Em 23 de novembro de 2005 foi escutado e gravado o tamborilar, acompanhado de vocalizações, de um indivíduo, e em 18 de agosto de 2006 foi observado um macho tamborilando num pinheiro-do-paraná *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Ambos os registros foram obtidos em área de plantio desse pinheiro, no Núcleo Pedra Grande, próximo à divisa de São Paulo com o município de Mairiporã (23° 25' 07" S, 46° 38' 18" W, 928 m). Espécie florestal distribuída da Bahia ao Rio Grande do Sul, Nordeste da Argentina e Leste do Paraguai, e também em Goiás (Sick, 1997).

Para a catirumbava *Orthogonys chloricterus* (Vieillot, 1819), foi registrado um grupo com pelo menos seis indivíduos em 15 de setembro de 2006, na trilha da antiga linha de transmissão de energia elétrica, no Núcleo Pedra Grande (23° 25' 53" S, 46° 37' 56" W, 963 m). Provavelmente o mesmo grupo foi encontrado novamente nesse local em 28 de setembro de 2007, oportunidade em que vocalizações foram gravadas. Restrita ao Bioma Mata Atlântica, entre o Espírito Santo e Santa Catarina (Sick, 1997).

ANTUNES, A. Z.; SANTOS, A. M. R. dos; ESTON, M. R. Registros relevantes de aves para a Grande São Paulo obtidos no Parque Estadual da Cantareira (Nota Científica).

No caso do pichochó *Sporophila frontalis* (Verreaux, 1869), foram observados dois machos vocalizando, e pelo menos três fêmeas se alimentando de sementes, em moitas frutificadas de taquara do gênero *Chusquea* no Núcleo Cabuçu (23° 21' 21" S, 46° 31' 06" W, 1.061 m), município de Guarulhos, em 24 de abril de 2008. Anteriormente, machos isolados haviam sido encontrados nos Núcleos Pedra Grande e Engordador. Como essa espécie é muito visada por traficantes de animais, tais registros foram descartados pela possibilidade de se tratarem de indivíduos provenientes de solturas irregulares ou escape de gaiolas de moradores do entorno. As observações no Núcleo Cabuçu ocorreram a 950 m das bordas do parque, em área com vegetação em estágio avançado de sucessão ecológica com moitas esparsas de taquara. Esse fato, relacionado à presença de fêmeas, indica que provavelmente eram indivíduos selvagens. Habita a Mata Atlântica entre o sul da Bahia e o Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Argentina e Paraguai (Sick, 1997).

Os registros apresentados aumentam de importância ao se considerar que o PEC é visitado regularmente por um grande número de observadores de aves e ornitólogos. Três dessas espécies provavelmente são residentes no PEC, mas apresentam densidade baixa, tal fato explica porque não foram referidas anteriormente na literatura. O corocoró apresenta grande porte, vocalização forte e inconfundível, e habita corpos d'água com margens florestadas, é improvável que ele tivesse passado despercebido. É possível que essa espécie esteja colonizando a Grande São Paulo a partir do interior do estado, onde é comum. Já os pichochós, são conhecidos por efetuarem deslocamentos acompanhando a frutificação de taquaras (Sick, 1997). Assim, sua presença no PEC é muito irregular e em pequeno número. Vale ressaltar que é espécie considerada criticamente em perigo de extinção no Estado de São Paulo (São Paulo, 2008) e vulnerável no Brasil (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 2003) e internacionalmente (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources - IUCN, 2008).

Considerando que a área de estudo é muito próxima da maior cidade da América Latina, que se trata de um remanescente florestal de médio porte e com vegetação secundária,

e que atrai o interesse de ornitólogos e observadores de aves com maior intensidade desde a década de 1980, os dados apresentados comprovam mais uma vez o quão pouco se sabe sobre as espécies da Mata Atlântica.

Devido à alta diversidade de espécies da região neotropical, o conhecimento adequado da avifauna nuclear de uma dada localidade só se faz possível com um grande esforço amostral, cobrindo a maior área possível, todos os ambientes presentes e alguns anos de coleta de dados. Além disso, somente o monitoramento a longo prazo permite avaliar a importância de uma dada área para espécies errantes que aparecem a certos intervalos de tempo e detectar alterações na composição da comunidade, incluindo colonizações e extinções locais.

#### 4 AGRADECIMENTOS

Ao Fernando Dêscio, diretor do Parque Estadual da Cantareira, e ao Cristhiano Gusmão Figueira pela elaboração da FIGURA 1.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENCKE, G. A. *et al.* (Org.). **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil**. Parte I – Estados do domínio da Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil, 2006. 494 p.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS - CBRO. **Listas das aves do Brasil**. Versão 16/8/2007. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 29 ago. 2008.

DEVELEY, P. F.; ENDRIGO, E. **Aves da Grande São Paulo: guia de campo**. São Paulo: Aves e Fotos, 2004. 295 p.

FIGUEIREDO, L. F. A. Adendas à lista de aves do Município de São Paulo. **Boletim CEO**, São Paulo, v. 15, p. 59, 2003.

\_\_\_\_\_.; LO, V. K. Lista das aves do município de São Paulo. **Boletim CEO**, São Paulo, v. 14, p. 15-35, 2000.

ANTUNES, A. Z.; SANTOS, A. M. R. dos; ESTON, M. R. Registros relevantes de aves para a Grande São Paulo obtidos no Parque Estadual da Cantareira (Nota Científica).

GRAHAM, D. J. The avifauna of the Serra da Cantareira, São Paulo, Brazil: a preliminary survey. **IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 10, p. 1-56, 1992.

GUSSONI, C. O. A. *et al.* Primeiros registros da batuíra-de-coleira, *Charadrius collaris* Vieillot, 1818 (Charadriiformes: Charadriidae) para o município de São Paulo, SP. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, v. 134, n. 1, p. 8, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, IBAMA, 2003.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES - IUCN. **2007 IUCN red list of threatened species.** Cambridge: IUCN Species Survival Commission. Disponível em: <<http://www.redlist.org>>. Acesso em: 29 ago. 2008.

NEGREIROS, O. C. *et al.* **Plano de manejo para o Parque Estadual da Cantareira.** São Paulo: Instituto Florestal, 1974. 58 p. (Bol. Técn. IF, 10).

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

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

WILLIS, E. O.; ONIKI, Y. **Aves do Estado de São Paulo.** Rio Claro: Divisa, 2003. 398 p.



## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

### 1 REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL (Rev. Inst. Flor.)

Publicação semestral do Instituto Florestal, destinada à veiculação de artigos técnico-científicos, notas científicas e artigos de revisão em ciências florestais e afins.

#### 1.1 Encaminhamento e Apresentação do Original

Os trabalhos externos à Instituição deverão ser encaminhados ao Presidente da Comissão Editorial, Caixa Postal 1322, 01059-970 São Paulo - SP - Brasil; os trabalhos internos à Instituição deverão ser encaminhados ao chefe imediato e ao diretor da divisão à qual pertencem que, após análise, enviará à Comissão Editorial. Os trabalhos deverão ser encaminhados em 4 (quatro) vias (1 original e 3 cópias), respeitando-se as margens superior e inferior de 20 mm x 20 mm e as margens laterais esquerda de 30 mm e direita de 20 mm.

Serão analisados pela Comissão Editorial e, após a análise, encaminhados ao(s) autor(es) para atendimento das sugestões apresentadas. Procedidas as modificações sugeridas, o(s) autor(es) deverá(ão) enviar 2 (duas) vias (1 original e 1 cópia) da versão final do artigo, acompanhadas do disquete correspondente digitado no aplicativo "Word for Windows", fonte Times New Roman tamanho 11, em espaço duplo, respeitando as margens anteriormente citadas.

Deverão obedecer a seguinte ordem: TÍTULO do trabalho em caixa alta, seguido do título na língua do ABSTRACT; RESUMO e ABSTRACT seguidos de Palavras-chave e Key words; INTRODUÇÃO; REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (que dependendo do(s) autor(es) pode ser incluída na INTRODUÇÃO); MATERIAL(AIS) E MÉTODO(S); RESULTADOS; DISCUSSÃO (a critério dos autores os resultados e a discussão podem ser incluídos em um único item, identificado como RESULTADOS E DISCUSSÃO); CONCLUSÃO(ÕES); AGRADECIMENTO(S) (se houver) e REFERÊNCIA(S) BIBLIOGRÁFICA(S).

A identificação, filiação e endereço dos autores não deverão ser incluídos no corpo do texto, mas sim em uma página em separado que acompanhará o manuscrito.

#### 1.2 Ilustrações

São consideradas ilustrações as FIGURAS, TABELAS e QUADROS. Deverão ser citadas no texto e não incluídas no corpo do mesmo, mas sim em folhas, em separado, que acompanharão o manuscrito. O(s) autor(es) deve(m) indicar qual o lugar mais apropriado para a inserção das ilustrações no texto, através da citação "local da figura/tabela/quadro nº". Exemplos: "local da figura 1"; "local do quadro 3"; "local da tabela 2".

**1.2.1** As FIGURAS (mapas, gráficos, fotos, desenhos) deverão ser numeradas contínua e seqüencialmente com algarismos arábicos e título auto-explicativo abaixo, deverão ainda ser elaboradas a partir de softwares compatíveis com o Windows 98, tais como: Corel Draw, Excel, etc. O uso de escala é obrigatório, e constará juntamente com a legenda (se houver), na própria figura. As fotos deverão ser de boa qualidade, acompanhadas dos negativos ou em disquete.

**1.2.2** TABELAS e QUADROS deverão ser numerados consecutivamente com algarismos arábicos, encabeçados e citados como TABELAS ou QUADROS com título auto-explicativo acima, sendo a numeração distinta daquela das figuras. Quando se tratar de TABELA, as linhas horizontais só aparecerão separando o título do conteúdo e no final da mesma; evitar tabelas muito extensas.

**1.2.3** O tamanho máximo das ilustrações deverá ser de 215 mm x 170 mm, incluindo o título e a fonte (se houver). Caso seja necessário reduzir o original, calcular a redução de acordo com o tamanho da página impressa para que não haja perda na nitidez.

#### 1.3 Citação da Literatura no Texto

Deverá ser feita na forma de AUTOR (em caixa alta/baixa) e ANO entre parênteses. Quando houver mais de dois autores usar *et al.*

#### 1.4 Referência Bibliográfica

Deverá ser apresentada em ordem alfabética pelo sobrenome do autor ou do primeiro autor, sem numeração (consultar ABNT - NBR 6023 - 2000). Quando houver vários artigos do(s) mesmo(s) autor(es), obedecer a ordem cronológica crescente; quando houver vários artigos do mesmo ano, indicar: 1988a, 1988b, etc., e quando houver quatro ou mais autores usar *et al.*

##### 1.4.1 Monografias (livros, dissertações, teses, manuais, folhetos, etc.)

AUTOR(ES)//Título: subtítulo (se houver)//edição//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas e/ou volumes//ilustração//(série ou coleção, nº).

##### 1.4.1.1 Livros

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYER, A. *The germination of seeds*. 4. ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 270 p.

##### 1.4.1.1.1 Autor entidade

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: SNTA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

##### 1.4.1.1.2 Capítulo ou parte de livro

AUTOR(ES) do capítulo/parte//Título do capítulo/parte//In: AUTOR(ES) do livro. (Coord./Org./Ed.)//Título do livro: subtítulo (se houver)//Local da publicação: Editora, ano da publicação//cap., página inicial-final.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília, DF: ABRATES, 1993. cap. 4, p. 137-174.

##### 1.4.1.2 Dissertações, Teses

AUTOR//Título da dissertação/tese//ano da publicação//total de folhas//Dissertação/Tese (Mestrado/Doutorado em...) - Instituto, Faculdade, Universidade, Local da publicação.

VALLILO, M. I. *Caracterização das folhas e galhos do Croton floribundus Spreng. (Euphorbiaceae) e respectivo solo, por espectrometria de emissão com plasma de argônio induzido*. 1995. 105 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

#### 1.4.2 Periódicos (revistas, suplementos, jornais, etc.)

##### 1.4.2.1 Artigo de periódico

AUTOR(ES)//Título do artigo//Título do periódico, Local da publicação, volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação//(Artigos aprovados pelo corpo editorial do periódico, mas ainda não publicados, devem incluir no final da referência, entre parênteses, a expressão "No prelo").

SEBBENN, A. M. *et al.* Variabilidade genética e interação genótipo x locais em jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 13-23, 2000. (No prelo).

#### 1.4.2.2 Coleção no todo

**TÍTULO DO PERIÓDICO**//Local da publicação: Editora, ano da publicação do primeiro volume e ano de encerramento da publicação (se houver)//Periodicidade.

REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA. Rio de Janeiro: IBGE, 1939-. Quadrimestral.

#### 1.4.2.3 Fascículos, suplementos, números especiais

**TÍTULO DA COLEÇÃO**//Título da parte (se houver)//Local da publicação: Editora, volume, número, ano de publicação//total de páginas//Suplemento/Edição especial.

CONJUNTURA ECONÔMICA. As 500 maiores empresas do Brasil. Rio de Janeiro: FGV, v. 38, n. 9, 1984. 135 p. Edição especial.

#### 1.4.2.4 Artigos em jornais

AUTOR(ES) (se houver)//Título do artigo: subtítulo (se houver)//Título do jornal, Local da publicação, data da publicação, Seção, Caderno, Suplemento, número da página do artigo.

BIBLIOTECA climatiza seu acervo. *O Globo*, Rio de Janeiro, 4 mar. 1985. p. 11.

#### 1.4.2.5 Resumo em "abstracts"

AUTOR(ES)//Título do resumo//Título do periódico, Local da publicação do periódico, volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação do periódico//(Resumo número em Título do "abstract", Local da publicação do "abstract", volume, número do fascículo, página inicial-final, ano da publicação do "abstract").

KATOH, M. Classification of conifer trees species using JERS-1 OPS data. *Journal of Forest Planning*, England, v. 1, n. 1, p. 1-5, 1995. (Resumo 9432 em *Forestry Abstracts*, Oxon, v. 58, n. 12, p. 1361, 1997).

#### 1.4.3 Congressos, simpósios, seminários, conferências

AUTOR(ES)//Título do trabalho apresentado//In: Coord./Org. (se houver)//TÍTULO DO EVENTO, numeração do evento (se houver), ano do evento, Local do evento//Título da publicação...//Local da publicação: Editora, ano da publicação//página inicial-final. (Quando necessário, ao final da referência acrescentar notas relativas a outras informações para melhor identificar o trabalho).

##### 1.4.3.1 Trabalho apresentado e publicado sob forma de resumo

MARCHIORI, C. F. S.; SILVA, M. R.; SILVA, T. R. G. Estudo da germinação e desenvolvimento de plântulas de espécies arbóreas nativas de matas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, XI, 1996, São Carlos. **Programa e Resumos...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Botânica, 1996. p. 43.

##### 1.4.3.2 Trabalho apresentado e publicado em Anais

PASTORE, J. A. et al. Flora arbustiva do Parque Chico Mendes, município de São Bernardo do Campo (SP). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 269-273. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, Edição especial).

##### 1.4.3.3 Trabalho apresentado e publicado em seriado

MÁRQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Purity testing in *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* seeds: new methodologies. In: REUNIÓN SOBRE PROBLEMAS EN SEMILLAS FORESTALES TROPICALES, 1980, San Felipe-Bacalar. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1981. tomo 1, p. 243-246. (Publicación Especial, 35).

#### 1.4.4 Legislação

**JURISDIÇÃO**//Título e número da lei/decreto/outros, data//Ementa//Dados da publicação, outras informações necessárias para melhor identificar o documento.

BRASIL. Lei nº 7.653, de 12 de fevereiro de 1988. Altera a redação dos arts. 18, 27, 33 e 34 da Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967, que dispõe sobre a proteção à fauna, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 fev. 1988. Seção I, p. 26-89.

#### 1.4.5 Mapas

AUTOR(ES) (se houver)//Título do mapa//Local da publicação: Editora (se houver), ano de publicação//Escala.

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

#### 1.4.6 Relatórios técnicos

AUTOR(ES) (se houver)//Título do relatório//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas//(Acrescentar ao final da referência notas relativas a outras informações para melhor identificar o relatório).

CASTRO, M. C.; GOMES, G.; VIANA, L. A. C. **Cooperação técnica na implementação do Programa Integrado de Desenvolvimento - Polonordeste**. Brasília, DF: PNUD/FAO, 1990. 47 p. (Relatório da Missão de Avaliação do Projeto BRA/87/037).

#### 1.4.7 CD-ROM

AUTOR(ES)//Título: subtítulo (se houver)//Local: Produtora, ano da gravação//total de CD-ROMS//Software necessário.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Mata Atlântica - 500 anos**. [S.l.]: Estação da Arte Ltda., 2000. 1 CD-ROM. Windows 95 ou superior.

#### 1.4.8 Seriado

AUTOR(ES)//Título do artigo: subtítulo (se houver)//Local da publicação: Editora, ano da publicação//total de páginas//(Título do seriado, nº).

DIAZ, G. E.; BROWN, T. C. **AQUARIUS: a modeling system for river basin water allocation**. Fort Collins: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 1997. 160 p. (General Technical Report RM-GTR, 299).

## 2 INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS

Para maiores esclarecimentos sobre a organização dos trabalhos especialmente quanto à colocação de títulos e subtítulos, subdivisão do texto, organização de tabelas e figuras, consultar o número mais recente da revista. Os casos omissos serão resolvidos pela **COMISSÃO EDITORIAL**.