

ISSN 0103-2674

Revista do

**INSTITUTO
FLORESTAL**

v. 22 n. 2 p. 177 - 329 dez. 2010

GOVERNADOR DO ESTADO

Alberto Goldman

SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE

Pedro Ubiratan Escorel de Azevedo

DIRETOR GERAL DO INSTITUTO FLORESTAL

Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor

ISSN 0103-2674

Revista do

**INSTITUTO
FLORESTAL**

v. 22 n. 2 p. 177 - 329 dez. 2010

REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

São Paulo, Instituto Florestal.

1989, 1(1-2)	1999, 11(1-2)	2009, 21(1-2)
1990, 2(1-2)	2000, 12(1-2)	2010, 22(1-2)
1991, 3(1-2)	2001, 13(1-2)	
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)	

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

Instituto Florestal

Rua do Horto, 931

Cep: 02377-000 - São Paulo - SP

Telefone/ Fax: (11) 2231-8555 e 2232-3117 - ramal: 2043

<http://www.iflorestal.sp.gov.br>

Email: sctc@if.sp.gov.br

Tiragem: 400 exemplares

COMISSÃO EDITORIAL DO INSTITUTO FLORESTAL
EDITORIAL BOARD OF INSTITUTO FLORESTAL

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla – Presidente/President

Miguel Luiz Menezes Freitas – Vice-Presidente/Vice President

Alexsander Zamorano Antunes
Eliane Akiko Honda
Gláucia Cortez Ramos de Paula
Humberto Gallo Júnior
Isabel Fernandes de Aguiar Mattos

Israel Luiz de Lima
João Aurélio Pastore
Leni Meire Pereira Ribeiro Lima
Lígia de Castro Ettori
Maria de Jesus Robim

CONSULTORES

Ailton Luchiar
Universidade de São Paulo
Ananda Virgínia de Aguiar
EMBRAPA Florestas
Antonio Ludovico Beraldo
FEAGRI – UNICAMP
Antonio Nascim Kalil Filho
EMBRAPA Florestas
Antonio Rioyi Higa
UFPR
Beatriz de Mello Beisiegel
CENAP – ICMBio
Daniela Ludviger Ingui
Dimas Antonio da Silva
Instituto Florestal
Edenise Segala Alves
Instituto de Botânica
Eduardo Luis Martins Catharino
Instituto de Botânica
Fernando Mendonça L'Horta
Consultor Ambiental
Flaviana Maluf de Souza
Instituto Florestal
Ivar Wendling

Jackson Roberto Eleotério
Universidade Regional de Blumenau
Jarbas Yukio Shimizu
EMBRAPA Florestas
João Batista Baitello
Instituto Florestal
José Eduardo de Arruda Berton
Instituto Agrônomo de Campinas
José Mauro Santana da Silva
UFSCAR – Sorocaba
Lígia de Castro Ettori
Instituto Florestal
Marilda Rapp de Eston
Instituto Florestal
Marisa Gesteira Fonseca
Consultora Ambiental
Maurilo Monteiro Terra
Instituto Agrônomo de Campinas
Rosemary de Jesus de Oliveira
*Instituto Chico Mendes de
Conservação da Biodiversidade*
Sérgio Valiengo Valeri
UNESP – Jaboticabal
Sidnei Raimundo
EACH – USP

REVISÃO DO VERNÁCULO/LÍNGUA INGLESA

Yara Cristina Marcondes

REVISÃO

Carlos Eduardo Sposito
Sandra Valéria Vieira Gagliardi
Yara Cristina Marcondes

EDITORAÇÃO GRÁFICA

Yara Cristina Marcondes

CRIAÇÃO DA CAPA

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima
Regiane Stella Guzzon

SUMÁRIO/CONTENTS

ARTIGOS CIENTÍFICOS/SCIENTIFIC ARTICLES

- Correlações entre algumas propriedades físicas, características químicas e anatômicas da madeira de *Luehea divaricata* Mart. Malvaceae (Tiliaceae). Correlations among some physical properties, chemical and anatomical features in the wood of *Luehea divaricata* Mart. Malvaceae (Tiliaceae). Eduardo Luiz LONGUI; Israel Luiz de LIMA; Francides Gomes da SILVA JÚNIOR; Itiberê Moura Sckerratt SUCKOW; Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM 177-187
- Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção. Cedro seedlings (*Cedrela fissilis* Vell.) growth rate and quality at nursery, under different production systems. Edgar Fernando de LUCA; Rodrigo José REBECCHI; Lauri Amândio SCHORN 189-199
- Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). Qualitative and quantitative anatomical analysis of the wood of *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). Luiz SANTINI JUNIOR; Eduardo Luiz LONGUI; Israel Luiz de LIMA; Osny Tadeu de AGUIAR; Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM 201-214
- Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo. Local variation in bird communities composition at Carlos Botelho State Park, São Miguel Arcanjo – SP, Southeastern Brazil and proposals for monitoring the impact of ecotourism. Bruna Gonçalves da SILVA; Alexsander Zamorano ANTUNES; Marilda Rapp de ESTON 215-232
- Parâmetros genéticos e ganhos na seleção em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus pellita*, em Batatais–SP. Genetic parameters and gains with the selection in open pollinated progeny test of *Eucalyptus pellita*, in Batatais–SP. Marcelo ZANATA; Miguel Luiz Menezes FREITAS; Morgana Tramontini SILVA; Eurípedes MORAIS; Antonio Carlos Scatena ZANATTO; Alexandre Magno SEBBENN 233-242
- Mapeamento do uso e ocupação da terra da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Mantiqueira, São Paulo. Land use and occupation mapping of the Mantiqueira's Water Resource Management Unity in São Paulo. Mônica PAVÃO; Ciro Koiti MATSUKUMA; Marina Mitsue KANASHIRO; Maria Shizue Shin-Ike YWANE; Marco Aurélio NALON ... 243-257
- Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo em sub-bosque de talhões de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP. Phytosociology of the arboreal and arbustive stratum in understory of *Pinus elliottii* and *Eucalyptus maculata/citriodora* at Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP. Rosa Maria Galera GONÇALVES; Edgar Fernando de LUCA; Denise ZANCHETTA; Marco Aurélio Leite FONTES 259-277

Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e var. *bahamensis*, em Assis – SP. Estimates of genetic parameters and gains from selection for growth traits in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and var. *bahamensis* progeny tests, in Assis – SP. Alexandre Magno SEBBENN; Osmar Vilas BÔAS; José Carlos Molina MAX; Miguel Luiz de Menezes FREITAS 279-288

Influência do espaçamento na conformação do fuste, diâmetro à altura do peito e altura do camarará – *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr. Spacing effect on stem form, diameter-at-breast-height and tree height of camarará – *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr. Hideyo AOKI; Léo ZIMBACK 289-295

Programa de Uso Público do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia – características e perfil dos visitantes. Public Use Program of the Serra do Mar State Park – Núcleo Santa Virgínia – features and the profile of visitors. Marcelo Alves PERRENOUD; Maria de Jesus ROBIM; João Paulo VILLANI; Nilson Alves da SILVA; Ivanízia dos SANTOS; Fernanda Cristina de BARROS; Cristiano Moreira da SILVA; Douglas Menezes da SILVA 297-314

NOTAS CIENTÍFICAS/SCIENTIFIC NOTES

Impactos de atropelamentos de animais silvestres no trecho da rodovia SP-215 confrontante ao Parque Estadual de Porto Ferreira – Porto Ferreira, SP (Nota Científica). Impacts roadkills mortality of wild animals in the area of SP-215 highway alongside Porto Ferreira State Park – Porto Ferreira, SP (Scientific Note). Sonia Aparecida de SOUZA; André Luis Teixeira De LUCCA; Ernesto Pedro DICKFELDT; Paulo Roberto de OLIVEIRA 315-323

Desempenho de *Vochysia tucanorum* Mart. em plantio puro em região de Cerrado, Assis – SP (Nota Científica). Performance of *Vochysia tucanorum* Mart. in homogeneous planting in Cerrado region, Assis – SP (Scientific Note). Camila DARONCO; Antônio Carlos Galvão de MELO; Diego SANTIAGO 325-329

CORRELAÇÕES ENTRE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICAS, CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E ANATÔMICAS DA MADEIRA DE *Luehea divaricata* Mart. MALVACEAE (TILIACEAE)¹

CORRELATIONS AMONG SOME PHYSICAL PROPERTIES, CHEMICAL AND ANATOMICAL FEATURES IN THE WOOD OF *Luehea divaricata* Mart. MALVACEAE (TILIACEAE)

Eduardo Luiz LONGUI^{2,5}; Israel Luiz de LIMA²;
Francides Gomes da SILVA JÚNIOR³; Itoberê Moura Sckerratt SUCKOW⁴;
Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM²

RESUMO – Objetivou-se caracterizar a densidade básica, retrações lineares e volumétrica e teores de extrativos, lignina e holocelulose, no sentido medula-casca da madeira de *Luehea divaricata*, bem como investigar as correlações existentes entre as características mencionadas, a densidade aparente e a estrutura anatômica. Em todas as análises empregaram-se as técnicas usuais para a determinação das propriedades físicas, características anatômicas e constituintes químicos da madeira, sendo os resultados determinados por meio de análise de variância, testes de comparações múltiplas e análises de correlação de Pearson. Os resultados revelaram a tendência de diminuição do teor de extrativos da medula para a casca, já o teor de lignina diminuiu da medula para a posição intermediária e aumentou na casca, conseqüentemente o teor de holocelulose apresentou valores menores na região próxima à casca. Entre as propriedades físicas, a retração tangencial, índice de anisotropia e densidade básica tenderam a aumentar gradativamente da medula para a casca; a retração volumétrica diminuiu na região intermediária e aumentou na casca, apresentando seu maior valor; já a retração radial também diminuiu na região intermediária com relação à medula, mostrando um aumento na casca, no entanto este valor foi menor do que o registrado na medula. O teor de extrativos apresentou correlações positivas com a frequência dos raios e o diâmetro das fibras e correlações negativas com diâmetro dos vasos e a largura dos raios multisseriados. O teor de holocelulose correlacionou-se positivamente com a largura dos raios multisseriados e unisseriados. Ocorreram correlações positivas entre a espessura da parede das fibras e a densidade básica e densidade aparente. O teor de lignina mostrou correlação positiva com a retração radial. O teor de holocelulose apresentou correlações negativas com a retração volumétrica e retração radial.

Palavras-chave: composição química; densidade básica; elementos anatômicos; retração volumétrica; variação radial.

ABSTRACT – The aims of this study were to characterize the basic density, linear and volumetric shrinkage and extractives, lignin and holocellulose contents in the pith-bark in the wood of *Luehea divaricata* and to investigate the correlations among the above characteristics, the specific gravity and anatomical structure. Standard techniques in physical properties, anatomical features and chemistry of wood were employed. The data were evaluated by analysis of variance, multiple comparison tests and Pearson Product Moment Correlation. The results showed a decreasing trend in the extractives content from pith to bark, the lignin content decreased from pith to intermediate position and increased in the bark, the opposite result occurred for the holocellulose content, with lower values observed in the bark. Among the physical properties, the tangential shrinkage, anisotropy index and basic density tended to increase gradually from pith to bark. The total shrinkage decreased in the intermediate region and increased in the bark, with its highest value.

¹Recebido para análise em 10.02.2009. Aceito para publicação em 12.04.2010. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

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

³Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9, 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil.

⁴Graduando em Engenharia Ambiental, Faculdades Oswaldo Cruz, São Paulo, SP, Brasil.

⁵Autor para correspondência: Eduardo Luiz Longui – elongui@if.sp.gov.br.

The radial shrinkage also decreased in the region intermediate with respect to the pith, showing an increase in the bark, but this value was lower than that founded in the pith. The extractives content showed positive correlations with the frequency of rays and the fibers diameter and negatively correlated with vessel diameter and width of multiseriate rays. The holocellulose content presented positive correlations with the width of the multiseriate and uniseriate rays. There were positive correlations between the fiber wall thickness and basic density and specific gravity. The lignin content presented positive correlation with the radial shrinkage. The holocellulose content showed negative correlations with the total and radial shrinkage.

Keywords: anatomical elements; chemical composition; basic density; radial variation; volumetric shrinkage.

1 INTRODUÇÃO

Estabelecer correlações entre propriedades físicas e características químicas e anatômicas das madeiras é de fundamental importância para melhor compreensão das possibilidades de uso das diferentes espécies madeireiras.

A densidade aparente, uma propriedade física, é mencionada por muitos autores como uma das mais importantes por indicar variações em outras propriedades das madeiras, sendo que as mesmas são decorrentes das diferenças nas dimensões e frequências das células e características e teores dos constituintes da parede celular, além da presença e teor de extrativos (Kollmann e Côté Jr., 1968; Panshin e De Zeeuw, 1980; Rao et al., 1997; Hoadley, 2000). Essa heterogeneidade estrutural também influencia em outra propriedade física, a retração volumétrica, e ocasiona alterações nas dimensões das peças, resultando em empenamentos, rachaduras e problemas com encaixes. Assim, é de extrema importância entender como tais propriedades influenciam na fabricação e comportamento de um determinado produto em uma espécie de madeira (Miller, 1999).

Quanto às características químicas, destaca-se a celulose, componente estrutural de todas as paredes celulares, contribuindo com cerca de 15 a 30% da massa seca de todas as paredes primárias, estando ainda presente em maior porcentagem nas paredes secundárias (Carpita e McCann, 2000). Já as hemiceluloses são polissacarídeos não celulósicos e relacionam-se com a celulose na parede das células (Fengel e Wegener, 1989 apud Perissotto, 2005). A holocelulose é o conjunto de celulose e hemiceluloses.

A lignina é outro constituinte das paredes celulares e o principal componente de algumas paredes secundárias, tornando a parede mais rígida e resistente à degradação (Jordão e Andrade, 2000; Carpita e McCann, 2000). Os extrativos são substâncias formadas a partir de alterações dos carboidratos produzidos na fotossíntese e podem responder por mais de 20% do peso seco em madeiras tropicais. Estão presentes nas células parenquimáticas e no lume dos vasos e são constituídos por uma série de compostos orgânicos. Os extrativos atuam como material de reserva, ou como parte do mecanismo de defesa das plantas ao ataque de micro-organismos, além de contribuírem para a cor e odor das madeiras (Panshin e De Zeeuw, 1980; Pettersen, 1984).

Em estudo anterior com as mesmas amostras de *Luehea divaricata*, Longui et al. (2009) descreveram que o diâmetro dos vasos, a espessura da parede das fibras e a densidade aparente foram significativamente menores na região da medula, já o lume das fibras foi significativamente maior nesta região. Os raios na região da medula apresentaram grandes dimensões devido à fusão entre eles. Com base nesses resultados, sugeriu-se que o maior volume dos raios e a menor espessura da parede das fibras na região da medula contribuíram para a ocorrência dos menores valores de densidade aparente.

Neste estudo, os objetivos foram caracterizar a variação na densidade básica, retrações lineares e volumétrica e teores de extrativos, lignina e holocelulose, no sentido medula-casca da madeira de *Luehea divaricata*, bem como investigar as correlações existentes entre as propriedades mencionadas e a densidade aparente e as características anatômicas reportadas por Longui et al. (2009).

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de madeira foram coletadas no Parque Estadual da Cantareira – PEC, área de Floresta Ombrófila Densa, situada na cidade de São Paulo, entre os municípios de Mairiporã, Caieiras e Guarulhos. Suas coordenadas geográficas são: 23°22'S e 46°36'W, com uma área de aproximadamente 5.600 ha. No PEC, a precipitação média anual é de 1.320 mm com temperatura média anual de 19,9 °C. O clima segundo o sistema de classificação de Köppen é do tipo Cfb, temperado sem estação seca (Negreiros et al., 1974; Alceu Jonas Faria, comunicação pessoal). As amostras em forma de discos foram retiradas de três árvores de *Luehea divaricata* identificadas no campo, com diâmetro à altura do peito – DAP médio de 16,5 cm. Partes de cada amostra foram registradas e depositadas na Xiloteca do Instituto Florestal (SPSFw) com os seguintes números: 3542, 3543 e 3544. A partir do disco de cada árvore, com auxílio de serra de fita retiraram-se corpos-de-prova em três posições no sentido medula-casca para a análise das propriedades físicas (densidade básica e retrações lineares e volumétrica) e análises químicas (teores de extrativos, lignina e holocelulose).

Para a densidade básica empregou-se o método da balança hidrostática, segundo Foelkel et al. (1971). Os corpos-de-prova foram saturados por meio de tratamento em sistema com dessecador e bomba a vacuo por 72 h para a obtenção de suas massas úmidas e imersas. Posteriormente, as mesmas foram secas em estufa para a determinação da massa seca constante a 105 ± 3 °C.

A partir dos valores obtidos foi empregada a expressão:

$$DB = \frac{M_s}{M_u - M_i},$$

em que: DB = densidade básica (g cm^{-3}); M_s = massa da madeira a 0% de umidade (g); M_u = massa da madeira úmida (g); M_i = massa da madeira imersa (g).

A retração volumétrica foi obtida dos mesmos corpos-de-prova empregados para a densidade básica, de acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1997).

A expressão utilizada foi:

$$\varepsilon_v = \frac{V_u - V_s}{V_u} 100$$

em que: ε_v = retração volumétrica, %; V_u = volume úmido, cm^3 ; V_s = volume seco, cm^3 .

A retração tangencial (RT), retração radial (RR) e o índice de anisotropia (T/R) foram determinados de acordo com metodologia descrita por Galvão e Jankowsky (1985).

As amostras para as análises químicas foram fragmentadas em pedaços menores com martelo e formão e trituradas em micromoinho de facas. O pó resultante foi classificado em peneiras de malha 40 e 60 mesh sendo selecionado o material retido na última peneira. Inicialmente, pesou-se 1 g de cada amostra, em triplicata. Para as análises empregou-se a norma TAPPI T20 e T222 (Technical Association of Pulp and Paper Industry – TAPPI, 1998) teor de extrativos e teor de lignina, respectivamente, o teor de holocelulose foi obtido por diferença a partir da expressão:

$$\text{Holocelulose}(\%) = [100 - (\text{extrativos}(\%) + \text{lignina}(\%))].$$

Na análise estatística empregou-se o programa SigmaStat 3.5 (SPSS Incorporation). Na análise comparativa, os resultados foram avaliados por meio de análise de variância para medidas repetidas. A correlação entre diferentes variáveis foi determinada por meio de correlação de Pearson.

Nas análises de correlação foram empregados os dados de densidade aparente e das características anatômicas reportados em estudo anterior (Longui et al., 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados para os constituintes químicos e propriedades físicas, verifica-se que não ocorreram diferenças significativas entre as posições radiais (Figuras 1 e 2). Entretanto, observou-se a tendência de diminuição do teor de extrativos da medula para a casca, já o teor de lignina diminuiu da medula para a posição intermediária e aumentou na casca, resultado inverso ocorreu para o teor de holocelulose, com os menores valores observados na região próxima à casca (Figura 1). As informações sobre os teores de extrativos, lignina e holocelulose da madeira são escassas para a maioria das espécies nativas; para *L. divaricata* a única informação encontrada foi para o teor de lignina (26,3%), reportada por Carvalho (2003), sendo este valor próximo ao do obtido no presente estudo (25,1%), valor médio entre as três posições. A variação radial no teor de extrativos pode influenciar, entre outras características,

a cor e resistência natural das madeiras, uma vez que as regiões do tronco com maior resistência são aquelas com maiores teores de extrativos (Oliveira et al., 1986). Paes et al. (2004), avaliando a resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em diferentes posições radiais, encontrou correlação positiva entre o teor de extrativos solúveis em água quente e a resistência das madeiras de *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis*.

Entre as propriedades físicas da madeira de *L. divaricata*, a retração tangencial, o índice de anisotropia e a densidade básica tenderam a aumentar gradativamente da medula para a casca. A retração volumétrica diminuiu na região intermediária e aumentou na casca, onde apresentou seu maior valor. Já a retração radial também diminuiu na região intermediária com relação à medula, mostrando um aumento na casca; no entanto, este valor foi menor do que o registrado na medula (Figura 2).

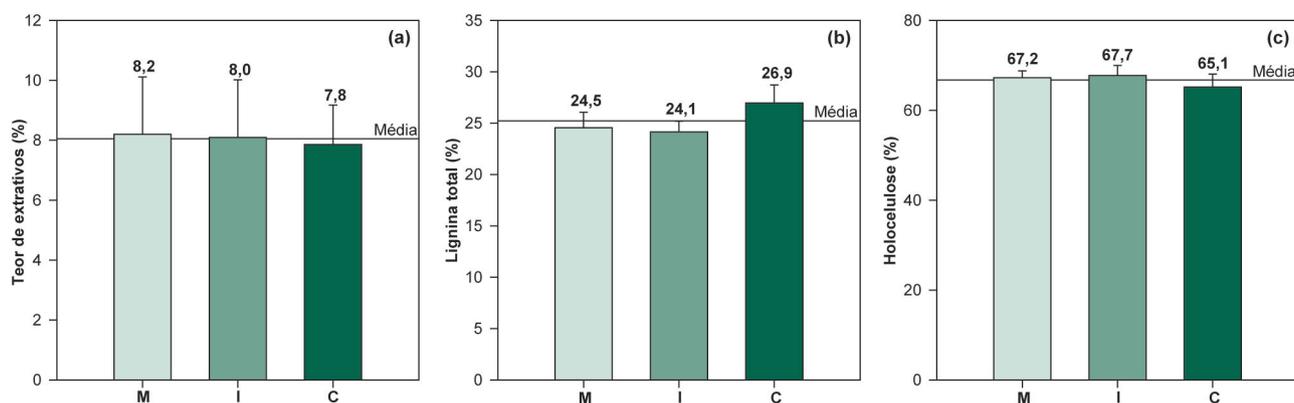


Figura 1. Variação radial no teor dos constituintes químicos na madeira de *Luehea divaricata*: (a) extrativos totais, (b) lignina total e (c) holocelulose entre as diferentes posições radiais.

M = medula; I = intermediária; C = casca.

Figure 1. Radial variation in the content of chemical constituents in wood of *Luehea divaricata*: (a) total extractives, (b) total lignin, and (c) holocellulose among different radial positions.

M = pith; I = intermediate; C = bark.

LONGUI, E.L. et al. Correlações entre algumas propriedades físicas, características químicas e anatómicas da madeira de *Luehea divaricata* Mart. Malvaceae (Tiliaceae).

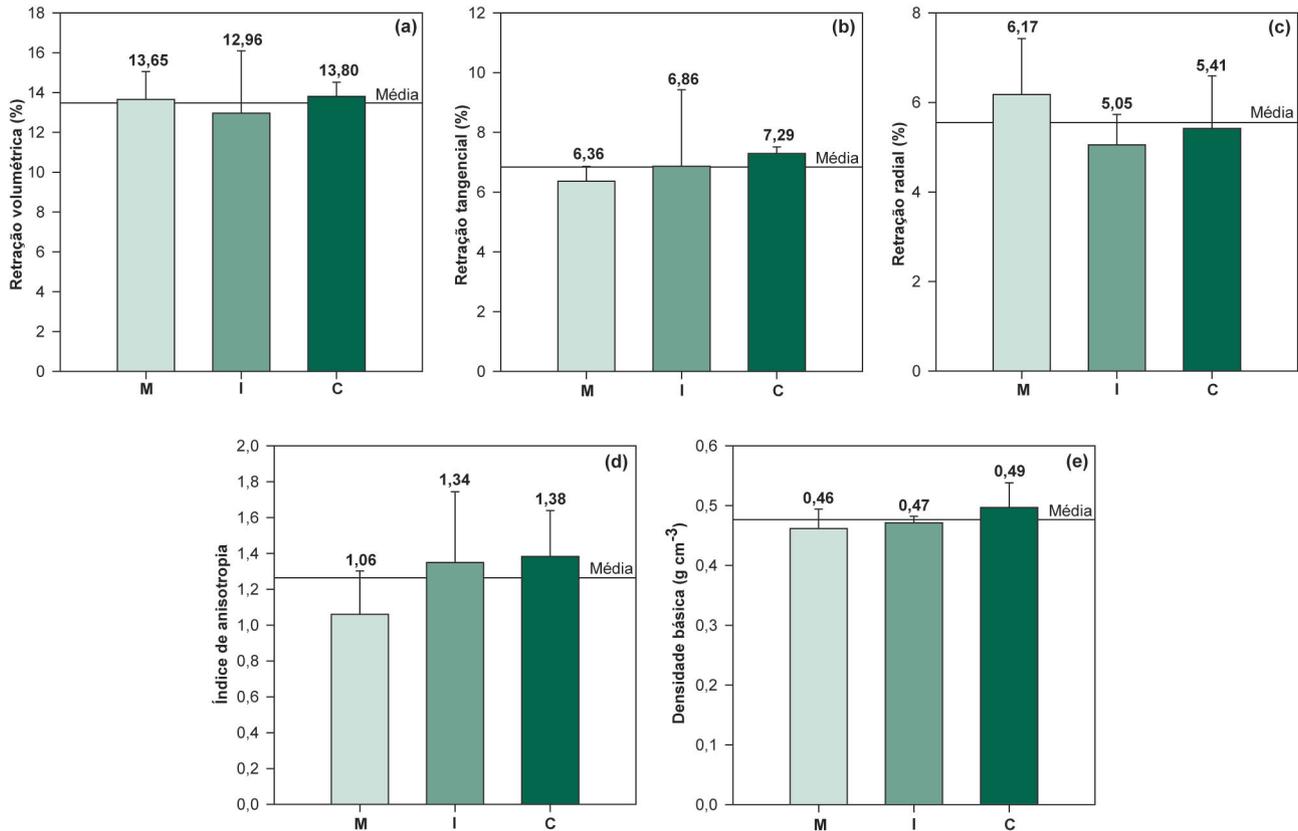


Figura 2. Variação radial de propriedades físicas na madeira de *Luehea divaricata*: (a) retração volumétrica, (b) retração tangencial, (c) retração radial, (d) índice de anisotropia e (e) densidade básica.

M = medula; I = intermediária; C = casca.

Figure 2. Radial variation of physical properties in wood of *Luehea divaricata*: (a) volumetric shrinkage, (b) tangential shrinkage, (c) radial shrinkage, (d) anisotropy index and (e) basic density.

M = pith; I = intermediate; C = bark.

A retração volumétrica apresentou valor médio de 13,47%, considerada média, uma vez que segundo Mainieri e Chimelo (1989), valores entre 12,33 e 19,39% caracterizam retração volumétrica média. Rizzini (1971) e Lorenzi (1998) também classificaram *L. divaricata* na mesma categoria.

O valor médio da retração tangencial, de 6,4% foi menor, enquanto a retração radial, de 5,8%, foi maior do que os valores mencionados por Mainieri e Chimelo (1989), de 8,3 e 3,5%, respectivamente. O índice de anisotropia médio de *L. divaricata* foi de 1,26. Oliveira e Silva (2003) mencionam que o índice de anisotropia em geral varia de 1,5 a 2,5, sendo que em madeiras com valores próximos do valor máximo, a tendência ao fendilhamento e empenamento da madeira será maior. Segundo Nock et al. (1975) apud Logsdon e Penna (2004), o valor encontrado para *L. divaricata* é uma das características que propiciam material de excelente qualidade para a confecção de diversos produtos, tais como móveis finos, esquadrias, barcos, aparelhos musicais e aparelhos de esporte.

A densidade básica encontrada no presente estudo ($0,47 \text{ g cm}^{-3}$) foi inferior do que aquela ($0,53 \text{ g cm}^{-3}$) mencionada por Carvalho (2003), estas diferenças podem ser devidas à idade das árvores, pois as amostras aqui empregadas apresentaram DAP médio de 16,5 cm, enquanto Carvalho (2003) descreveu que árvores adultas de *L. divaricata* podem atingir até 100 cm de DAP. No presente estudo, foi observada a tendência de aumento da densidade básica na direção da casca. Em estudo anterior com os mesmos discos, Longui et al. (2009) notaram aumento significativo da densidade aparente no sentido da casca, de acordo com este resultado, supõe-se que valores significativamente mais altos para densidade e retração volumétrica possam ser observados em amostras obtidas próximas da casca em árvores de *L. divaricata* com maiores diâmetros. Reforçando essa tendência, citam-se Teixeira (2008) estudando *Anadenathera peregrina*, Suckow et al. (2009) em *Anadenathera colubrina*, os quais encontraram maiores densidades próximas da casca e Gonçalves et al. (2009) que estudaram a densidade básica e a retração da madeira em híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*,

encontrando maiores valores para as duas propriedades em regiões mais próximas da casca.

Ao analisar as correlações entre as características estudadas, foram notadas correlações significativas entre as características anatômicas, químicas e as propriedades físicas (Tabela 1) e entre as características químicas e as propriedades físicas (Tabela 2).

O teor de extrativos apresentou correlações significativas com quatro características anatômicas: diâmetro dos vasos (-0,778), largura dos raios multisseriados (-0,826), frequência dos raios (0,910) e diâmetro das fibras (0,746). Trugilho et al. (1996) encontraram correlação negativa entre o teor de extrativos e o diâmetro das fibras. Em estudo anterior com as mesmas amostras, Longui et al. (2009) encontraram vasos de menor diâmetro na região da medula, sem variação da frequência destas células; no entanto, nesta mesma região, havia grande quantidade de raios fusionados que poderiam servir de local de armazenamento de extrativos, o que explicaria o maior teor destas substâncias observado na região da medula (Figura 1a).

O teor de holocelulose correlacionou-se positivamente com a largura dos raios multisseriados (0,882) e raios unisseriados (0,867). Não foram encontrados, na literatura, estudos que avaliaram as correlações entre as dimensões dos raios e as características químicas nessa ou em outra madeira.

Também foram observadas correlações positivas entre a espessura da parede das fibras e a densidade básica (0,667) e densidade aparente (0,817); com base nestes resultados, infere-se que fibras com paredes mais espessas possuem proporcionalmente mais massa, o que influencia positivamente na densidade da madeira. Resultados semelhantes foram encontrados por Denne e Hale (1999) em *Nothofagus nervosa*, Quilhó et al. (2006) em híbridos de *E. grandis* e *E. urophylla*, e Longui (2009) em *Dipteryx* spp. Armstrong (2003), em estudo com diversas espécies de eucalipto, menciona que conforme as árvores ficam adultas há uma tendência de aumento na espessura da parede das fibras associada à diminuição no lume o que corresponde ao aumento na densidade da madeira.

LONGUI, E.L. et al. Correlações entre algumas propriedades físicas, características químicas e anatômicas da madeira de *Luehea divaricata* Mart. Malvaceae (Tiliaceae).

Tabela 1. Coeficiente de Correlação de Pearson entre as características anatômicas, constituintes químicos e propriedades físicas na madeira de *Luehea divaricata*. # dados de Longui et al. (2009).

Table 1. Pearson's correlation coefficient among the anatomical features, chemical constituents and physical properties in wood of *Luehea divaricata*. # data from Longui et al. (2009).

Constituintes químicos e propriedades físicas										
Características anatômicas#	ET	LT	HO	RV	RT	RR	IA	DB	DA#	
CV	0,418	0,255	-0,476	0,463	-0,134	0,561	0,002	-0,172	-0,158	
DV	-0,778**	0,004	0,508	-0,366	-0,215	-0,241	0,167	-0,571	0,028	
FV	0,432	-0,392	0,026	0,200	0,432	-0,107	0,518	0,284	0,085	
ARM	-0,380	0,659	-0,280	0,009	-0,326	0,179	-0,057	0,331	-0,260	
ARU	0,538	0,510	-0,672	0,640	0,198	0,373	0,097	0,273	-0,194	
LRM	-0,826*	-0,581	0,882*	-0,696	-0,132	-0,522	0,123	-0,438	-0,161	
LRU	-0,655	-0,687	0,867*	-0,397	0,231	-0,563	0,503	-0,500	-0,402	
FR	0,910**	0,371	-0,772	0,804	0,298	0,515	0,041	0,292	0,087	
CF	-0,273	-0,013	0,190	0,005	-0,239	0,232	-0,017	-0,412	0,238	
DF	0,746*	-0,043	-0,455	0,466	0,080	0,431	0,096	-0,029	-0,057	
LF	0,528	-0,325	-0,089	0,273	0,145	0,224	0,057	-0,347	-0,456	
PF	0,269	0,482	-0,558	0,217	-0,062	0,192	0,090	0,667*	0,817**	

CV = comprimento dos elementos de vaso; DV = diâmetro dos vasos; DV = frequência de vasos; FV = frequência dos raios multisseriados; ARU = altura dos raios unisseriados; LRM = largura dos raios multisseriados; LRU = largura dos raios unisseriados; FR = frequência dos raios; CF = comprimento das fibras; DF = diâmetro das fibras; LF = lume das fibras; PF = espessura da parede das fibras; ET = extrativos totais; LT = lignina total; HO = holocelulose; RV = retração volumétrica; RT = retração tangencial; RR = retração radial; IA = índice de anisotropia; DB = densidade básica; DA = densidade aparente. # dados obtidos de Longui et al. (2009).

* e ** significativos a 5% e 1%.

CV = vessel element length; DV = vessel diameter; FV = vessel frequency; ARM = height multiseriate rays; ARU = height uniseriate rays; LRM = width multiseriate rays; LRU = width uniseriate rays; FR = rays frequency; CF = fibers length; DF = fibers diameter; LF = fibers lumen diameter; PF = fibers wall thickness; ET = total extractives; LT = total lignin; HO = holocellulose; RV = volumetric shrinkage; RT = tangential shrinkage; RR = radial shrinkage; IA = anisotropy index; DB = basic density; DA = specific gravity. # data from Longui et al. (2009)

* and ** significant at 5% and 1%.

LONGUI, E.L. et al. Correlações entre algumas propriedades físicas, características químicas e anatômicas da madeira de *Luehea divaricata* Mart. Malvaceae (Tiliaceae).

Tabela 2. Coeficiente de Correlação de Pearson entre as características químicas e propriedades físicas na madeira de *Luehea divaricata*. # = dados de Longui et al. (2009).

Table 2. Pearson's correlation coefficient between chemical constituents and physical properties in wood of *Luehea divaricata*. # = data from Longui et al. (2009).

Características químicas	Propriedades físicas					
	RV	RT	RR	IA	DB	DA [#]
ET	0,577	0,491	0,195	0,239	0,492	0,129
LT	0,439	-0,457	0,693*	-0,326	0,416	0,190
HO	-0,726*	0,039	-0,676*	0,100	-0,652	-0,235

Abreviações indicadas na Tabela 1. * = significativo a 5%.

Abbreviations listed in Table 1. * = significant at 5%.

Diversos autores reportaram que variações nos teores dos constituintes da parede celular e extrativos presentes nas células parenquimáticas e no lume dos vasos contribuem para diferenças nas propriedades das madeiras (Panshin e De Zeeuw, 1980; Obataya et al., 1998; Sakai et al., 1999; Bergander e Salmén, 2002). Takaaki et al. (2007) e Salmén e Bergström (2009) encontraram correlação positiva entre o teor de celulose e a rigidez e resistência à flexão da madeira.

Conforme apresentado na Tabela 2, não foram observadas correlações entre o teor de extrativos e as propriedades físicas estudadas. Já o teor de lignina mostrou correlação positiva com a retração radial. Resultado similar foi descrito por Trugilho et al. (2003) em estudo com clones de *E. grandis* e *E. saligna*, os autores encontraram correlação positiva do teor de lignina com a retração radial e tangencial.

O teor de holocelulose apresentou correlações negativas com a retração volumétrica (-0,726) e retração radial (-0,676), estes resultados revelam que quanto maior o teor de holocelulose nas paredes das células, menores são as retrações. Resultado diferente foi reportado por Chafe (1986) em estudo com espécies de eucalipto e outras madeiras, o autor encontrou correlação positiva entre a retração volumétrica e o teor de polissacarídeos (celulose e holocelulose) e correlação negativa com os teores de lignina e extrativos.

Santos (2008) obteve correlação positiva entre o teor de holocelulose e a densidade básica em espécies de cerrado. No presente estudo nenhuma correlação foi observada entre os teores dos constituintes químicos e as densidades aparente e básica da madeira de *L. divaricata*.

4 CONCLUSÕES

Embora pareçam existir algumas tendências para as características químicas e propriedades físicas com relação à variação radial na madeira de *L. divaricata*, possivelmente devido à pequena amostragem não foram observadas variações comprovadas estatisticamente.

O teor de extrativos apresentou correlações positivas com a frequência dos raios e o diâmetro das fibras e correlações negativas com diâmetro dos vasos e a largura dos raios multisseriados. O teor de holocelulose correlacionou-se positivamente com a largura dos raios multisseriados e unisseriados.

Existiram correlações positivas entre a espessura da parede das fibras e a densidade básica e densidade aparente.

O teor de lignina mostrou correlação positiva com a retração radial. O teor de holocelulose apresentou correlações negativas com a retração volumétrica e retração radial.

LONGUI, E.L. et al. Correlações entre algumas propriedades físicas, características químicas e anatômicas da madeira de *Luehea divaricata* Mart. Malvaceae (Tiliaceae).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, M. **Wood quality** – a review of wood quality requirements for processing and the development of non-destructive evaluation techniques for wood property traits. Brisbane: Hardwoods Queensland, Queensland Forestry Research Institute, DPI, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Projeto de estruturas de madeira**: projeto NBR 7190/1997. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.
- BERGANDER, A.; SALMÉN, L. Cell wall properties and their effects on the mechanical properties of fibers. **Journal Material Science**, n. 37, p. 151-156, 2002.
- CHAFE, S.C. Collapse, volumetric shrinkage, specific gravity and extractives in Eucalyptus and other species: part I – the shrinkage/specific gravity ratio. **Wood Science and Technology**, v. 20, n. 4, p. 293-307, 1986.
- CARPITA, N.; McCANN, M. The cell wall. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. (Ed.). **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 52-109.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1.039 p.
- DENNE, M.P.; HALE, M.D. Cell wall and lumen percentages in relation to wood density of *Nothofagus nervosa*. **IAWA Journal**, v. 20, n. 1, p. 23-26, 1999.
- 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**, n. 2/3, p. 65-74, 1971.
- GALVÃO, A.P.M.; JANKOWSKY, I.P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.
- GONÇALVES, F.G. et al. Densidade básica e variação dimensional de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 2, 2009.
- HOADLEY, B. **Understanding wood: a craftsman's guide to wood technology**. 2. ed. Newtown: Taunton Press, 2000. 280 p.
- JORDÃO, B.Q.; ANDRADE, C.G.T.J. Célula vegetal. In: JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. (Ed.). **Biologia celular e molecular**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 399 p.
- KOLLMANN, F.; CÔTE Jr., W.A. **Principles of wood science and technology**. New York: Solid Wood, Springer, 1968. v. 1, 492 p.
- LOGSDON, N.B.; PENNA, J.E. Análise comparativa entre os coeficientes de anisotropia dimensional da madeira, no inchamento e na retração. **Agricultura Tropical**, v. 8, n. 1, p. 9-20, 2004.
- LONGUI, E.L. **Potencial de madeiras nativas na fabricação de arcos para instrumentos de corda**. 2009. 144 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- _____. et al. Variação anatômica radial do lenho de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) e sua influência na densidade aparente. **Rev. Inst. Flor.**, v. 21, n. 2, p. 181-190, 2009.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352 p.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1989. 420 p.
- MILLER, R.B. Characteristics and availability of commercially important woods. In: **Woodhandbook** – wood as an engineering material. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999. 463 p. (General Technical Report FPL-GTR-113).

LONGUI, E.L. et al. Correlações entre algumas propriedades físicas, características químicas e anatômicas da madeira de *Luehea divaricata* Mart. Malvaceae (Tiliaceae).

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).

OBATAYA, E.; NORIMOTO, M.; GRIL, J. The effects of adsorbed water on dynamic mechanical properties of wood. **Polymer**, v. 39, p. 3059-3064, 1998.

OLIVEIRA, A.M.F. et al. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 1986. v. 1, p. 99-256.

OLIVEIRA, J.T.S.; SILVA, J.C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R.R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Revista Árvore**, v. 28, n. 2, p. 275-282, 2004.

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology: structure, identification, properties and uses of the commercial woods of the United States and Canada**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 722 p.

PERISSOTTO, D.O. **Estudo comparativo das propriedades químicas de polpas Kraft convencionais e MCC de eucalipto**. 2005. 113 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PETTERSEN, R.C. The chemical composition of wood. In: ROWELL, R. (Ed.). **The chemistry of solid wood**. Washington, DC: American Chemical Society, 1984. p. 57-126. (Advances in chemistry series 207).

QUILHÓ, T.; MIRANDA, I.; PEREIRA, H. Within-tree variation in wood fibre biometry and basic density of the urograndis eucalypt hybrid (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*). **IAWA Journal**, n. 27, p. 243-254, 2006.

RAO, R.V.; AEBISCHER, D.P.; DENNE, M.P. Latewood density in relation to wood fibre diameter, wall thickness, and fibre and vessel percentages in *Quercus robur*. **IAWA Journal**, v. 18, n. 2, p. 127-138, 1997.

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

SAKAI, K. et al. Effects of impregnation of simple phenolic and natural polycyclic compounds on physical properties of wood. **Journal of Wood Science**, n. 45, p. 227-232, 1999.

SALMÉN, L.; BERGSTRÖM, E. Cellulose structural arrangement in relation to spectral changes in tensile loading FTIR. **Cellulose**, v. 16, n. 6, p. 975-982, 2009.

SANTOS, I.D. **Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do Cerrado**. 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Distrito Federal.

SUCKOW, I.M.S. et al. Anatomia da madeira e densidade básica de angico-branco *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. (IF Sér. Reg., n. 40, p. 131-135).

TAKAAKI, F.; HIROYUKI, Y.; SATORU, T. Estimation of wood stiffness and strength properties of hybrid larch by near-infrared spectroscopy. **Applied Spectroscopy**, n. 61, p. 150-170, 2007.

TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI. **Acid-insoluble lignin in wood and pulp: T222 om-98**. Atlanta, 1998. (TAPPI Test Methods).

TEIXEIRA, B.M. **Variabilidade radial e longitudinal de propriedades da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.)**. 2008. 52 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

LONGUI, E.L. et al. Correlações entre algumas propriedades físicas, características químicas e anatômicas da madeira de *Luehea divaricata* Mart. Malvaceae (Tiliaceae).

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; MENDES, L.M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 97-111, 1996.

_____.; _____.; MORIL, F.A. Correlação canônica das características químicas e físicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 66-80, 2003.

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE CEDRO (*Cedrela fissilis* Vellozo) EM VIVEIRO, MEDIANTE DIFERENTES TÉCNICAS DE PRODUÇÃO¹

CEDRO SEEDLINGS (*Cedrela fissilis* Vell.) GROWTH RATE AND QUALITY AT NURSERY, UNDER DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS

Edgar Fernando de LUCA²; Rodrigo José REBECCHI³;
Lauri Amândio SCHORN⁴

RESUMO – O sucesso da silvicultura de espécies nativas depende da qualidade das mudas, mas poucos estudos existem sobre técnicas adequadas para produção de mudas de cada espécie. Compararam-se sete técnicas de produção de mudas de *Cedrela fissilis* (cedro), compreendendo semeadura direta e repicagem, três tipos de recipientes (saco plástico com 1.710 cm³, e tubetes com 32 cm³ e 170 cm³) com a repicagem aos 40, 65 e 90 dias após a semeadura. Ao final do ciclo produtivo (180 dias) a repicagem para saco plástico não favoreceu o crescimento em altura aérea ou diâmetro do colo, mas proporcionou maior desenvolvimento em fitomassa, principalmente se feita aos 40 dias. Mudas repicadas para tubete sofreram drástica redução em altura e, em menores proporções, houve também redução do diâmetro. Em comparação às mudas repicadas para saco plástico, a fitomassa das mudas repicadas para tubete foi menor. Por outro lado, a repicagem para tubete resultou em maior número de raízes secundárias e maior robustez, indicando melhor qualidade das mudas de cedro.

Palavras-chave: repicagem; sobrevivência; Índice de Dickson; Índice de robustez; sistema radicial.

ABSTRACT – To succeed, the forestry of native species relies on the seedlings quality. However, there are only few studies dealing with seedlings production systems to every species. This paper describes the study and evaluation of seven Cedro seedlings production systems: direct sowing, nursery lifting (made at 40, 65 and 90 days after sowing) and the use of three types of seedlings containers (1,710 cm³ polyethylene bags, and 32 cm³ and 170 cm³ polypropylene tubes). At the end of the productive cycle (180 days after sowing), the nursery lifting to the polyethylene bags did not improve the seedlings development considering height or root collar diameter growth. However, it improved the phytomass development, highlighting the 40 days after sowing production system. Seedlings transplanted to the polypropylene tubes had drastic reduction considering height rates. They also presented a reduction considering the diameter. Nursery lifting to polypropylene tubes had lower phytomass development in comparison to the seedlings transplanted to polyethylene bags. It's important to realize that the seedlings produced under the nursery lifting system to polypropylene tubes had a larger amount of secondary roots and a higher Strength Index, which can indicate better quality of Cedro seedlings.

Keywords: nursery lifting; seedlings survival; Dickson's Index; Strength Index; root system.

¹Recebido para análise em 17.06.2009. Aceito para publicação em 26.04.2010. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

²Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. efluca@gmail.com

³Schahin S.A., Av. Armando de Sales Oliveira, 1136, Caixa Postal 339, 13400-970 Piracicaba, SP, Brasil. rodrigorebecchi@yahoo.com.br

⁴Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB, Rua Antônio da Veiga, 140, 89012-900 Blumenau, SC, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Cedrela fissilis* Vellozo (cedro) é de ampla abrangência no território nacional. Segundo Smith e Earle (1960), do Pará até Minas Gerais é pouco comum. Porém, deste último estado até o Rio Grande do Sul, se torna mais frequente a sua ocorrência. Mais especificamente em São Paulo, a própria Resolução SMA n. 47/2003 traz em seu anexo a referência da espécie como ocorrente em muitos ecossistemas que compõem o bioma da Mata Atlântica (São Paulo, 2003).

Em termos ecológicos é considerada espécie rara. Em florestas primárias, ocorre com menos de um indivíduo por hectare, mas a densidade em matas secundárias geralmente é maior (Mattos, 1980; Kalil Filho et al., 2002). O cedro faz parte de uma lista com as 26 espécies consideradas por esses últimos autores como as mais importantes para plantios de restauração da Mata Atlântica. As considerações para elaboração dessa lista foram: representatividade nesse bioma, facilidade de produção de mudas e o bom desenvolvimento em plantios.

Porém, o sucesso dos plantios de restauração com espécies nativas depende da qualidade das mudas, e poucos estudos existem sobre técnicas adequadas para produção de mudas de cada espécie. Importante técnica aplicada no manejo de viveiros florestais é a repicagem. Esta é definida como o transplante de uma plântula de um local para outro, e usualmente é feita a partir de canteiros de semeadura para recipientes, podendo ser realizada de recipientes menores para recipientes maiores. A repicagem objetiva a melhoria da relação parte aérea sobre parte radicular e aumento do diâmetro do caule e do percentual de seleção de mudas (Carneiro, 1995).

Outra vantagem proporcionada pela repicagem é o melhor aproveitamento das sementes. Nesse sentido, Vilas Bôas et al. (2004) atentaram ao fato de que a semeadura direta somente é recomendada em casos de espécie não tolerante à repicagem, ou quando se tratar de lote de sementes com elevado poder germinativo.

Os parâmetros morfológicos mais usados para caracterizar qualidade de mudas florestais são altura, diâmetro de colo, relação altura sobre diâmetro, fitomassas aérea, radicular e total. Para obtenção de mudas de qualidade são necessárias várias técnicas que influenciam o desenvolvimento das mesmas, como semeadura, recipientes e repicagem. Garantindo esse manejo adequado e assegurando operação de plantio qualificada aperfeiçoam-se as condições de crescimento e sobrevivência no campo (Carneiro, 1995).

A relação altura sobre diâmetro exprime o equilíbrio de crescimento da muda, relacionando dois parâmetros morfológicos em apenas um índice (Carneiro, 1995 apud Gomes et al., 2002). Esse índice é considerado um dos mais precisos na avaliação de qualidade, pois fornece informações de quão delgada está a muda (Johnson e Cline, 1991 apud Gomes et al., 2002).

Vários estudos têm demonstrado que o crescimento em altura e em fitomassa está diretamente relacionado ao volume do recipiente (Santos et al., 2000; Leles et al., 2000; Queiroz e Melém Jr., 2001; Samôr et al., 2002; Gomes et al., 2002; Vilas Bôas et al., 2004; Cunha et al., 2005). No entanto, é importante a escolha de recipientes que proporcionem não apenas maior crescimento, mas equilibrada relação entre as características de qualidade como altura, diâmetro e fitomassas aérea e radicular.

Neste trabalho, estudou-se a produção de mudas de *Cedrela fissilis* com diferentes técnicas: semeadura direta em saco plástico ou semeadura em tubete com posterior repicagem, em diferentes épocas após a semeadura, para saco plástico ou tubete de maior volume. O objetivo foi identificar a melhor técnica para produção de mudas de cedro com boa qualidade, pois, partiu-se da premissa de que a qualidade das mudas pode sofrer influência da operação de repicagem, do tempo entre a semeadura e a repicagem e do tipo de embalagem utilizada, que por sua vez implica em diferenças no volume de substrato e na quantidade de nutrientes disponível para a muda.

LUCA, E.F. de; REBECCHI, R.J.; SCHORN, L.A. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Coletaram-se frutos de indivíduos selecionados de *Cedrela fissilis* Vellozo (cedro) em mata ciliar no município de Vitor Meirelles–SC. Os critérios de seleção foram maiores altura e diâmetro de caule, além da escolha subjetiva de aparência fenotípica (retidão de caule e arquitetura de copa). Os frutos foram levados ao viveiro florestal do Laboratório de Silvicultura, Campus Experimental da Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB, Gaspar–SC (latitude 26°56'S, longitude 48°57'W e altitude 20 m), local de desenvolvimento do experimento.

As médias anuais de temperatura e precipitação desse local são 20,3 °C e 1.543 mm, respectivamente. O mês mais quente é fevereiro, com temperatura média de 24,7 °C; e o mês mais frio é julho, com média de 16,3 °C. O período mais chuvoso ocorre entre setembro e março, quando chove 1.087 mm; e o menos chuvoso entre abril e agosto, com precipitação de 456 mm. Esses elementos de clima inserem a região na classificação Cwa de Köppen, caracterizada como mesotérmico = temperado quente (C), com temperatura média do mês mais frio entre -3 °C e 18 °C, e tropical de altitude (*wa*), com inverno seco e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C.

Para o beneficiamento das sementes, os frutos repousaram em galpão onde receberam radiação solar direta durante todo o fotoperíodo. Com esse procedimento de secagem, em aproximadamente duas semanas os frutos apresentaram umidade adequada para a retirada das sementes. Após a extração, essas foram armazenadas em câmara fria sob 5 °C e 90% de umidade relativa do ar.

O substrato de cultivo foi preparado com terra de subsolo (horizonte B de Latossolo), esterco de curral curtido e casca de arroz carbonizada, nas proporções de 2:1:1 em volume, respectivamente. Esse substrato recebeu fertilizante mineral contendo N, P₂O₅ e K₂O, nas concentrações 14%, 14% e 8%, respectivamente. A dosagem do fertilizante foi 1,0 kg para cada metro cúbico de substrato. Optou-se pelo emprego do mesmo substrato em todos os tratamentos justamente para não se criar outra variável no estudo.

Embora se saiba não ser usual o emprego de substrato à base de terra em tubete, mas, sim, à base de vermiculita, casca de arroz ou acículas de *Pinus* em relativo estado de humificação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e cinco repetições, constituindo 35 parcelas experimentais. Cada parcela foi composta por 30 mudas. Como bordadura acrescentou-se fila dupla de mudas nas bordas de cada parcela.

Testaram-se os seguintes tratamentos:

- 1) semeadura direta em saco plástico de polietileno, com capacidade de 1.710 cm³, sem repicagem;
- 2) semeadura em tubete de plástico rígido (32 cm³) e repicagem após 40 dias para saco plástico (1.710 cm³);
- 3) semeadura em tubete de plástico rígido (32 cm³) e repicagem após 65 dias para saco plástico (1.710 cm³);
- 4) semeadura em tubete de plástico rígido (32 cm³) e repicagem após 90 dias para saco plástico (1.710 cm³);
- 5) semeadura em tubete de plástico rígido (32 cm³) e repicagem após 40 dias para tubete de plástico rígido (170 cm³);
- 6) semeadura em tubete de plástico rígido (32 cm³) e repicagem após 65 dias para tubete de plástico rígido (170 cm³), e
- 7) semeadura em tubete de plástico rígido (32 cm³) e repicagem após 90 dias para tubete de plástico rígido (170 cm³).

Visando acelerar o processo de nova hidratação, as sementes permaneceram imersas em água, à temperatura ambiente, durante 24 horas precedentes à semeadura, que aconteceu no mês de agosto. Em cada recipiente foram colocadas duas sementes e, aos 20 dias após a semeadura fez-se o desbaste, quando necessário, deixando-se uma plântula em cada recipiente.

Procedeu-se a irrigação usando regador com bico tipo chuveiro e, em todas as regas, a mesma quantidade de água foi homogeneamente distribuída em cada bandeja. O sistema de produção permaneceu ao ar livre (sem sombreamento).

O experimento foi avaliado aos 180 dias após a sementeira. A sobrevivência (Sb) foi representada pela porcentagem de mudas vivas em relação ao número de plântulas iniciais na parcela. As mudas foram retiradas dos recipientes e, em seguida, fez-se a lavagem do sistema radicular até as raízes estarem livres de substrato.

Para a avaliação de crescimento, foram adotados os seguintes procedimentos, sequencialmente: medições de altura aérea (Ha) e do diâmetro do colo (Dc); separação de parte aérea e raiz por meio de corte à altura do colo, e contagem do número de raízes secundárias (Rs). Para a secagem utilizou-se estufa com temperatura controlada a 70 °C até a obtenção de massa constante. Atingido esse estágio de umidade, fez-se a medição de fitomassa aérea (Fa) e fitomassa radicular (Fr) em balança digital, e calculou-se então a fitomassa total (Ft = Fa + Fr). A amostragem para essas avaliações consistiu de dez plantas para cada tratamento (duas plantas de cada parcela), retiradas aleatoriamente.

Com as variáveis descritas, calcularam-se os seguintes índices de qualidade de mudas: a) Fa/Fr; b) Ha/Dc; c) Índice de Dickson – QI (Dickson et al., 1960), e d) Índice de robustez – IR (Schmidt-Vogt, 1990), estes dois últimos foram expressos pelas fórmulas:

$$QI = Ft(g) / [(Ha_{(cm)} / Dc_{(mm)} + (Fa(g) / Fr(g))] e,$$

$$IR = Dc_{(mm)} / [(Ha_{(cm)} / 10)] + 2.$$

Os resultados foram submetidos à análise de variâncias (teste f), e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey (teste t), ao nível de 5% de probabilidade. Procedeu-se a determinação dos coeficientes de correlação de *Pearson* entre as variáveis. Essas análises foram realizadas por meio do software Statistical Analysis System (SAS Institute, 1990).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos apresentaram resultados diferenciados quanto à sobrevivência (Sb) das mudas. Dentre aqueles que passaram por repicagem para saco plástico (T2, T3 e T4) todos diferiram entre si. Nesse grupo, a maior sobrevivência ocorreu para T3 (74%) e a menor para T4 (24%). Dos tratamentos que passaram por repicagem para tubetes de maiores dimensões T5 (20%) se igualou a T4, enquanto T6 (59%) e T7 (56%) se igualaram a todos os demais tratamentos (Figura 1). Portanto, nas condições deste estudo a repicagem para saco plástico aos 90 dias, ou para tubete aos 40 dias, não é recomendada.

Vilas Bôas et al. (2004) estudaram a produção de mudas de dez espécies nativas nas condições de sementeira direta e repicagem. Verificaram que, aos seis meses, *Cecropia pachystachya* (embaúba) e *Vitex montevidensis* (tarumã) não sobreviveram à repicagem; *Enterolobium contortisiliquum* (timburi), *Prunus myrtifolia* (pessegueiro-bravo) e *Stryphnodendron obovatum* (barbatimão) não diferiram quanto à sementeira direta ou repicagem. No entanto, para todas as outras cinco espécies (*Cariniana estrellensis* (jequitibá-branco), *Copaifera langsdorffii* (óleo-de-copaíba), *Croton urucurana* (sangra d'água), *Peltophorum dubium* (canafistula) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira)) a repicagem aumentou a sobrevivência das mudas no viveiro.

Em comparação com a sementeira direta em saco plástico (T1), a repicagem para saco plástico aos 40 (T2) e 90 dias (T4) não causou efeito significativo no desenvolvimento das mudas em altura aérea (Ha) e diâmetro do colo (Dc). Mas, se esta ocorreu aos 65 dias (T3), o desenvolvimento foi reduzido. A repicagem para tubete de maiores dimensões, em qualquer época (T5, T6 e T7), resultou em desenvolvimento de altura muito inferior às mudas produzidas em saco plástico. Em menores proporções, isso ocorreu também quanto ao diâmetro (Figura 1).

LUCA, E.F. de; REBECCHI, R.J.; SCHORN, L.A. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção.

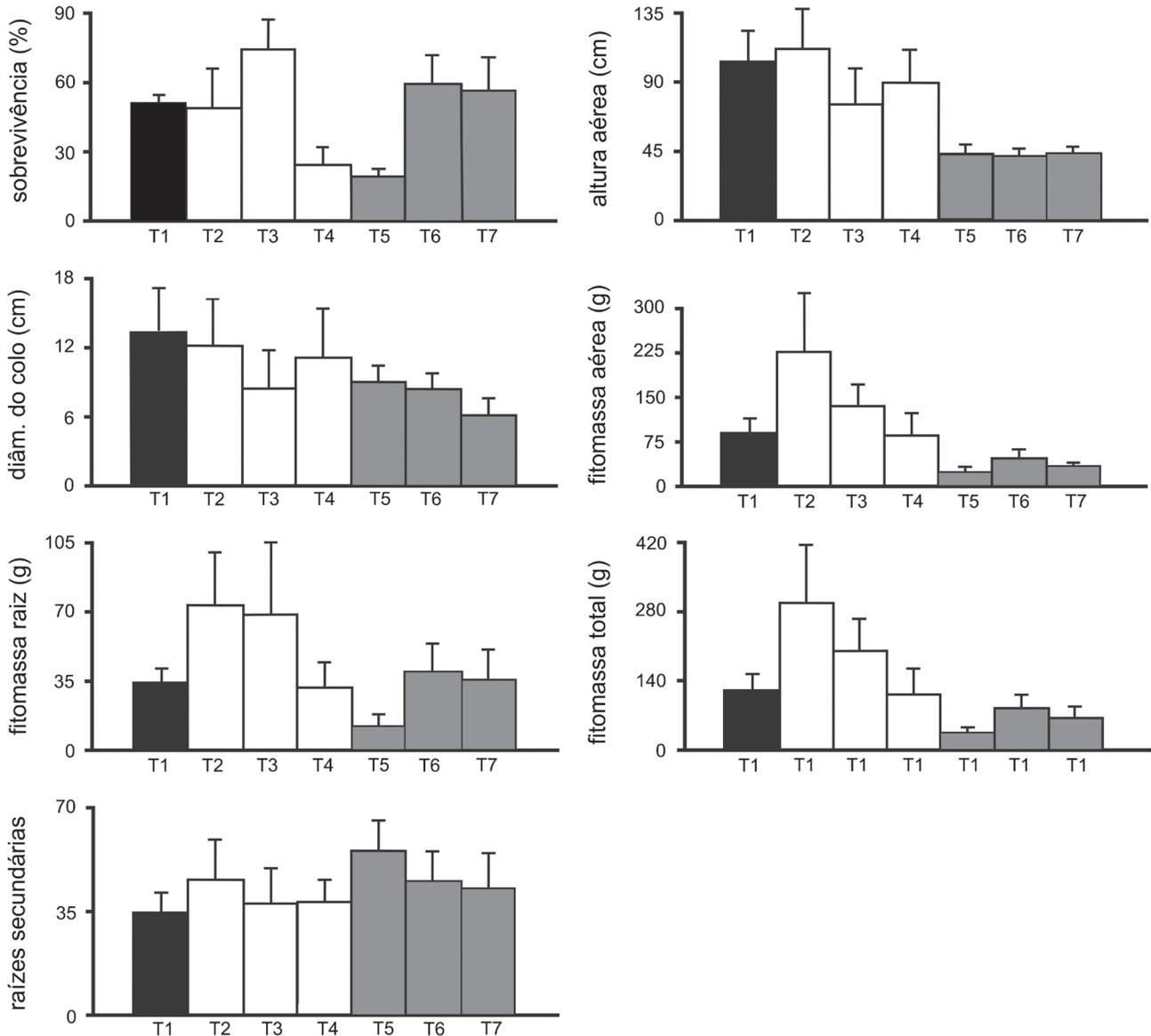


Figura 1. Resultados de crescimentos obtidos aos 180 dias após sementeira, mediante diferentes tratamentos para produção de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo). T1 = sementeira direta em saco plástico 1.710 cm³; T2, T3, T4 = sementeira em tubete 32 cm³ com repicagem para saco plástico aos 40, 65 e 90 dias, respectivamente; T5, T6, T7 = sementeira em tubete 32 cm³ com repicagem para tubete 170 cm³ aos 40, 65 e 90 dias, respectivamente.

Figure 1. Growth for cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) seedlings taken from 180 days after sowing, by means of different treatments. T1 = direct sowing in polyethylene bag 1,710 cm³; T2, T3, T4 = sowing in rigid plastic tube 32 cm³ and lifting to polyethylene bag at 40, 65 and 90 days, respectively; T5, T6, T7 = sowing in rigid plastic tube 32 cm³ and lifting to rigid plastic tube 170 cm³ at 40, 65 and 90 days, respectively.

Vilas Bôas et al. (2004) verificaram que, das dez espécies estudadas, de modo geral, o crescimento das mudas em altura foi maior quanto maior o volume do recipiente. Porém, esse comportamento foi dependente do grupo ecológico da espécie. Espécies de crescimento lento, como *Copaifera langsdorffii* e *Stryphnodendron obovatum*, não mostraram diferenças em altura entre os recipientes. Mas, para todas as outras mudas produzidas em sacos plásticos (1.600 cm³) e laminado (300 cm³) cresceram muito mais rapidamente do que em tubetes (50-288 cm³). Espécies de crescimento rápido, como *Croton urucurana*, *Schinus terebinthifolius* e *Enterolobium contortisiliquum* apresentaram respostas mais evidentes, pois, em média, o crescimento em saco plástico e laminados foi três vezes maior do que em tubetes.

Essa relação direta entre dimensões do recipiente e desenvolvimento de mudas também já foi relatada por muitos outros autores: Santos et al. (2000) em *Cryptomeria japonica* (cedro japonês), Leles et al. (2000) em três espécies de *Eucalyptus*, Queiroz e Melém Jr. (2001) em *Euterpe oleracea* (açai), Samôr et al. (2002) em *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho) e *Sesbania virgata* (sesbânia), Gomes et al. (2002) em *Eucalyptus grandis* e Cunha et al. (2005) em *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo).

Samôr et al. (2002) concluíram que o recipiente saco plástico, devido ao maior volume, propiciou maior desenvolvimento de mudas quando comparado ao recipiente tubete de plástico rígido. E ainda, dentre os diferentes tipos de tubete, aqueles com maior volume propiciaram maior desenvolvimento às mudas. No entanto, o desenvolvimento em massa de raiz de *Anadenanthera macrocarpa* não respondeu ao tipo e volume de recipiente, e a altura de *Sesbania virgata* foi dependente do tipo de substrato.

Vilas Bôas et al. (2004) lembraram que em condições experimentais, quando se comparam embalagens que usam diferentes tipos de substrato, é necessário isolar essas variáveis de crescimento para as devidas conclusões. No caso do presente estudo, em que não houve variação quanto ao tipo de substrato, a vantagem do saco plástico deve ser atribuída ao volume do recipiente e, conseqüentemente, ao volume de substrato empregado.

Santos et al. (2000), Queiroz e Melém Jr. (2001) e Cunha et al. (2005) fizeram referência à economia de substrato no processo de produção de mudas quando não há diferença no desenvolvimento destas entre recipientes de diferentes dimensões. Neste caso, sugeriram o emprego do recipiente de menor volume, visando economia.

A importância das variáveis altura e diâmetro de colo de mudas de *Eucalyptus* spp. para o crescimento após plantio foi relatada por Leles et al. (2000). Esses autores registraram que mudas com maiores altura e diâmetro, ao final do ciclo produtivo no viveiro, também apresentaram maior desenvolvimento nessas variáveis no campo, até os dez meses de idade. Porém, é conveniente acompanhar o crescimento até longos períodos, pois Vilas Bôas et al. (2004) mediram crescimentos em campo até o terceiro ano após plantio, e verificaram que com o avançar do tempo as diferenças iniciais diminuíram, ou até mesmo deixaram de existir.

Ainda em comparação com a semeadura direta em saco plástico (T1), a repicagem para saco plástico aos 40 dias (T2) ou 65 dias (T3) resultou em maior desenvolvimento de fitomassa, exceto fitomassa aérea em T3. No caso de T2 o efeito da repicagem causou aumento de fitomassa em quase três vezes. Se feita aos 90 dias (T4), a repicagem não causou efeito. O desenvolvimento de fitomassa nos tratamentos com repicagem para tubete foi menor que nos demais tratamentos em algumas situações, marcadamente aos 45 dias (T5). Nesse tratamento, fitomassa aérea e total foram menores em relação a todos os tratamentos usando saco plástico (T1, T2, T3 e T4) (Figura 1).

Portanto, nessas condições, ao final do ciclo de cultivo, os resultados evidenciaram que a repicagem, seja para saco plástico ou para tubete de maiores dimensões, não foi positiva para o desenvolvimento em altura e diâmetro das mudas de cedro. Por outro lado, favoreceu o desenvolvimento em fitomassa se feita para recipiente saco plástico. Mas, se feita para tubete de maiores dimensões, esse desenvolvimento foi reduzido.

O número de raízes secundárias foi maior nos tratamentos com repicagem aos 40 dias, independente do tipo de embalagem final (T2 e T5). Em comparação a T1, essa variável também foi favorecida se a repicagem ocorreu para tubetes, em qualquer outra idade (T6 e T7) (Figura 1).

LUCA, E.F. de; REBECCHI, R.J.; SCHORN, L.A. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção.

A maior relação Ha/Dc ocorreu no tratamento T2 (9,92), este foi semelhante a T3 (9,49), mas diferiu de todos os demais. Os tratamentos T5 (4,84) e T6 (5,35) tiveram os menores valores, e diferiram dos demais. De maneira semelhante, a maior relação Fa/Fr ocorreu no tratamento T2 (2,98). Porém, dessa vez, esse diferiu de T3, mas não de T1, T4 e T5. As menores relações Fa/Fr ocorreram nos tratamentos T6 (1,14) e T7 (0,97) (Figura 2). Esses resultados indicaram que a repicagem para tubete resultou em diminuição das relações Ha/Dc e Fa/Fr.

Gomes et al. (2002) estudaram a contribuição relativa dos parâmetros de qualidade de mudas para *Eucalyptus grandis* tomando como base o método de Tocher. Esse estudo mostrou que as variáveis altura e relação Ha/Dc respondem, respectivamente, por cerca de 50% e 33% da qualidade das mudas. Portanto, podem ser os únicos parâmetros para exprimir a qualidade de mudas dessa espécie, pois, juntas, contribuem com mais de 80% da expressão de qualidade. Sendo assim, todas as demais variáveis de crescimento responderam por menos de 20%. Esses autores lembraram que outro aspecto positivo dessas variáveis é o fato de sua medição ser um método não destrutivo.

Bernardino et al. (2005) observaram que não ocorreram diferenças na relação Ha/Dc entre tratamentos quando as duas variáveis mudaram em proporções semelhantes. Quanto à qualidade de mudas, essa seria a situação mais desejada, pois, para perfeita arquitetura, é importante que o desenvolvimento seja proporcional a todas as medidas, e não apenas em parte delas.

Segundo Iverson (1984), o resultado da relação Fa/Fr depende da espécie. Porém, o autor indicou como valores ótimos a faixa 1,5 a 2,0. No presente estudo, considerando os tratamentos que resultaram em maior crescimento (Figura 1), a faixa da relação Fa/Fr foi 2,0 a 3,0 (2,17-2,98).

O maior valor para índice de Dickson – QI ocorreu no tratamento T2 (26,4), embora este não tenha diferido de T3 (18,4) (Figura 2). De acordo com a fórmula de cálculo, pode-se concluir que maior QI é consequência do maior desenvolvimento em fitomassa.

Esses resultados auxiliam uma discussão sobre a interpretação de QI. Considerando tratar-se de um índice que procura equacionar uma relação de equilíbrio entre altura, diâmetro e fitomassa, talvez não se possa considerar QI tanto melhor quanto maior. Por exemplo, no tratamento T2 a repicagem aumentou o desenvolvimento de fitomassa, mas altura e diâmetro não foram alterados. Dessa forma, nesse tratamento, ocorreu um crescimento desequilibrado entre altura, diâmetro e fitomassa. E isso pode indicar muda com arquitetura imprópria, uma vez que a altura e o diâmetro desta muda podem estar aquém do adequado para a fitomassa que agora suportam.

De maneira inversa ao ocorrido quanto aos índices de qualidade discutidos até agora, os maiores índices de robustez – IR ocorreram nos tratamentos T5 (1,43) e T6 (1,33). Ou seja, quando a repicagem ocorreu para tubete aos 40 e 65 dias, respectivamente (Figura 2). Olivo e Buduba (2006) encontraram IR próximo de 1,0 (0,97-1,09) para *Pinus ponderosa* e citaram que, de acordo com Dengler et al. (1990), este é o melhor valor de IR para esta espécie.

Considerando o que foi discutido até aqui sobre os índices de qualidade de mudas, não foi possível distinguir um tratamento que tenha se destacado claramente. No entanto, T6 apresentou algumas diferenciações. Esse foi o único tratamento que, em mais de um índice, se distinguiu de grupos intraespecíficos. Por exemplo, na relação Ha/Dc T6 (5,35), juntamente com T5 (4,84), diferiu dos demais tratamentos (7,45 a 9,92). E na relação Fa/Fr, agora juntamente com T7 (0,97), T6 (1,14) também diferiu dos demais tratamentos (2,17 a 2,98).

Quanto a QI, T6 (14,0) distinguiu-se de T2 (26,4), tratamento considerado com QI excessivo. Por fim, em relação a IR, T6 (1,33) juntamente com T5 (1,43), foi superior aos demais tratamentos (0,86 a 1,07).

Ainda em relação às variáveis da Figura 1, o número de raízes secundárias em T6 foi inferior apenas a T5, e T6 fez parte do grupo com maior porcentagem de sobrevivência. Também deve ser lembrado que mudas cultivadas em recipiente tubete desenvolvem sistema radicular com melhor estruturação em relação às mudas em saco plástico.

LUCA, E.F. de; REBECCHI, R.J.; SCHORN, L.A. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção.

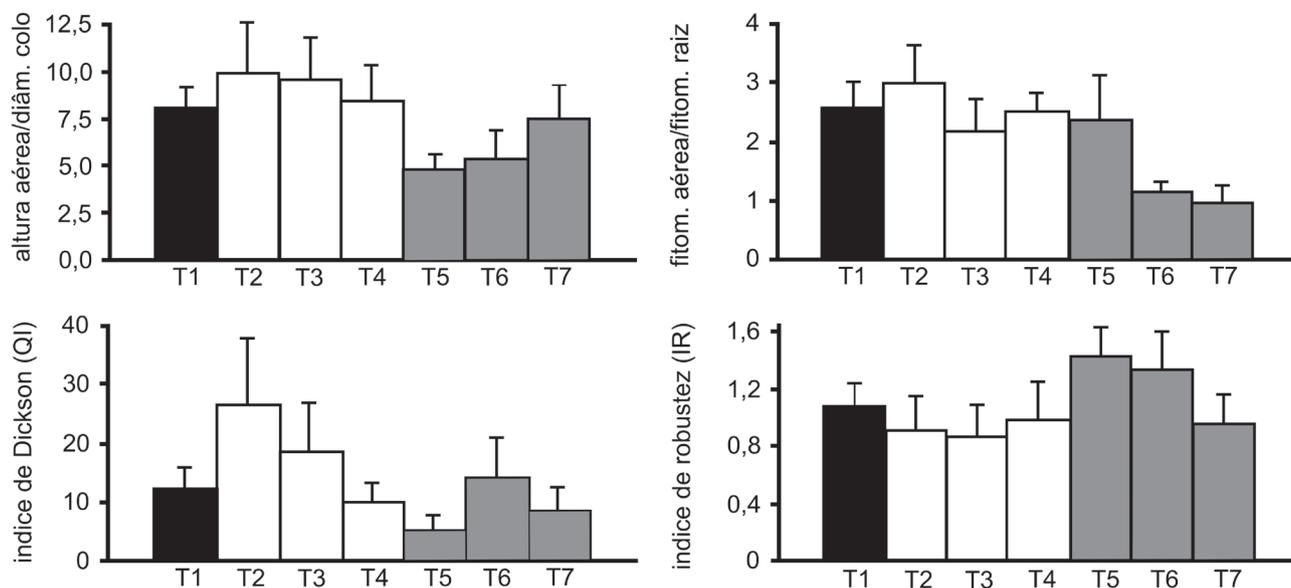


Figura 2. Resultados de índices de qualidade obtidos aos 180 dias após sementeira, mediante diferentes tratamentos para produção de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo). T1 = sementeira direta em saco plástico 1.710 cm³; T2, T3, T4 = sementeira em tubete 32 cm³ com repicagem para saco plástico aos 40, 65 e 90 dias, respectivamente; T5, T6, T7 = sementeira em tubete 32 cm³ com repicagem para tubete 170 cm³ aos 40, 65 e 90 dias, respectivamente.

Figure 2. Index of quality for cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) seedlings taken from 180 days after sowing, by means of different treatments. T1 = direct sowing in polyethylene bag 1.710 cm³; T2, T3, T4 = sowing in rigid plastic tube 32 cm³ and lifting to polyethylene bag at 40, 65 and 90 days, respectively; T5, T6, T7 = sowing in rigid plastic tube 32 cm³ and lifting to rigid plastic tube 170 cm³ at 40, 65 and 90 days, respectively.

Segundo os coeficientes de Pearson (r), não houve correlação entre as dimensões dos recipientes (volume, altura e diâmetro) e a sobrevivência das mudas. Porém, todas as variáveis de crescimento da parte aérea tiveram correlação direta (r positivo) e altamente significativa ($P < 0,01$) com essas dimensões. A variável que apresentou a maior correlação foi altura aérea ($r = 0,74$). E uma diferenciação importante foi a correlação inversa

($r = -0,22$; $P < 0,01$) para a variável raízes secundárias. No caso dos índices de qualidade morfológica as correlações foram superiores para Ha/Dc ($r = 0,59$; $P < 0,01$) e Fa/Fr ($r = 0,66$; $P < 0,01$). Para QI a correlação foi inferior, mas altamente significativa ($r = 0,38$; $P < 0,01$), e IR teve correlação inversa e altamente significativa ($r = -0,45$; $P < 0,01$) com as dimensões dos recipientes (Tabela 1).

LUCA, E.F. de; REBECCHI, R.J.; SCHORN, L.A. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção.

Tabela 1. Coeficientes de correlação (Pearson, r) entre dimensões (volume, altura e diâmetro) dos recipientes e características de crescimento ou índice de qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) aos 180 dias após semeadura, para todos os tratamentos. ** = $P < 0,01$; ns = não significativo.

Table 1. Coefficients of correlation (Pearson, r) between sizes (volume, height and diameter) from containers and characteristics of growth, or indexes of quality, calculated for cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) seedlings 180 days after sowing, for all treatments. ** = $P < 0,01$; ns = not significant.

VARIÁVEL DE CRESCIMENTO OU ÍNDICE DE QUALIDADE DAS MUDAS	r
sobrevivência (%)	0,10 ^{ns}
altura aérea (cm)	0,74**
diâmetro do colo (mm)	0,39**
fitomassa aérea (g)	0,62**
fitomassa radicular (g)	0,37**
fitomassa total (g)	0,58**
raízes secundárias	-0,22**
Ha/Dc	0,59**
Fa/Fr	0,66**
Índice de Dickson (QI)	0,38**
Índice de robustez (IR)	-0,45**

Essas correlações confirmam que, nas condições deste estudo, existe tendência estatística de maior desenvolvimento da parte aérea das mudas de cedro quando estas são cultivadas em recipientes maiores (saco plástico). Por outro lado, existe tendência das mudas desenvolverem maior número de raízes secundárias quando cultivadas em recipientes de menor volume (tubete). Semelhantemente ao comportamento de raízes secundárias, os resultados mostraram correlação inversa entre as dimensões do recipiente e o índice de robustez das mudas. Ou seja, recipientes menores resultaram em mudas de cedro mais robustas e com maior número de raízes secundárias.

4 CONCLUSÕES

Recipientes maiores resultaram em maior crescimento de mudas de cedro.

Embora o crescimento tenha sido mais rápido e a qualidade (QI) das mudas superior mediante repicagem para sacos plásticos do que para tubetes, nas condições deste experimento isto não resultou em maior robustez das mudas.

Considerando-se que a robustez é o índice que melhor representa a qualidade das mudas, entre as técnicas comparadas, a repicagem de tubetes pequenos para tubetes maiores, aos 40 ou 65 dias após a semeadura, é a técnica recomendada para a produção de mudas de cedro.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (PIBIC), pela concessão de bolsa de iniciação científica ao segundo autor. Ao Edi Carvalho Pereira (Instituto Florestal) e ao Paul Dale (Fundação Florestal), pelas colaborações nas discussões no trabalho. Também agradecem aos revisores anônimos, pela valiosa contribuição para a qualidade da redação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDINO, D.C.S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR: FUFPEF; Campos: UENF, 1995. 451 p.
- CUNHA, A.O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.
- DENGLER, A.; RÖHRING, E.; GUSSONE, H.A. **Waldbau auf ökologischer Grundlage**. 6. ed. Hamburg und Berlin: Paul Parey, 1990. v. 2, 314 p.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.
- GOMES, J.M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- IVERSON, R.D. Planting stock selection: meeting biological needs and operational realities. In: DURYEY, M.L.; LANDIS, T.D. (Ed.). **Forest nursery manual**. Corvallis: Oregon State University, 1984. p. 261-266.
- KALIL FILHO, A.N. et al. Espécies recomendadas para a restauração da Mata Atlântica. In: GALVÃO, A.P.M.; MEDEIROS, A.C.S. (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2002. 134 p.
- LELES, P.S.S. et al. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 13-20, 2000.
- MATTOS, J.R. **Contribuição ao estudo do cedro – *Cedrela fissilis* Vell.** Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis “AP”, 1980. 54 p. (Publicação IPRNR, 4).
- OLIVO, V.B.; BUDUBA, C.G. Influencia de seis substratos en el crecimiento de *Pinus ponderosa* producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. **Bosque**, v. 27, n. 3, p. 267-271, 2006.
- QUEIROZ, J.A.L.; MELÉM JÚNIOR, N.J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 460-462, 2001.
- SAMÔR, O.J.M. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2002.
- SANTOS, C.B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.
- SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA n. 47, de 26 de novembro de 2003. Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21/11/2001. Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, v. 113, n. 226, 27 nov. 2003. Seção I, p. 23.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT user's guide. Version 6**. 4. ed. Cary, 1990. v. 1/2, 1.789 p.
- SCHMIDT-VOGT, H. Characterization of plant material. In: RÖHRING, E.; GUSSONE, H.A. (Ed.). **Waldbau**. 6. ed. Hamburg und Berlin, 1990. v. 2, 314 p. (IUFRO Meeting).

LUCA, E.F. de; REBECCHI, R.J.; SCHORN, L.A. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção.

SMITH, J.; EARLE, C. A revision of *Cedrela fissilis* (Meliaceae). **Fieldiana**, v. 29, n. 5, p. 295-341, 1960.

VILAS BÔAS, O.; MAX, J.C.M.; NAKATA, H. Crescimento e sobrevivência de mudas de essências nativas produzidas em diferentes recipientes. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Ed.). **Pesquisa em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 293-304.

ANÁLISE ANATÔMICA QUALITATIVA E QUANTITATIVA
E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (EUPHORBIACEAE)¹

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANATOMICAL ANALYSIS
OF THE WOOD OF *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (EUPHORBIACEAE)

Luiz SANTINI JUNIOR²; Eduardo Luiz LONGUI^{3, 7}; Israel Luiz de LIMA⁴;
Osny Tadeu de AGUIAR⁵; Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM⁶

RESUMO – Objetivou-se caracterizar a anatomia e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* (tapiá-guaçu), e investigar a variação radial destas características. O material de estudo procede do lote cinco do Rodoanel trecho sul no Estado de São Paulo, onde cinco árvores foram identificadas no campo, retirando-se discos do DAP com média de 30 cm de diâmetro. As análises das amostras seguiram os métodos usualmente empregados em estudo de anatomia de madeiras. A espécie apresentou camadas de crescimento distintas; vasos solitários e múltiplos; placas de perfuração simples; parênquima axial apotraqueal em linhas; raios unisseriados, alternando células quadradas e eretas com inclusões cristalíferas e amido; fibras libriformes, não septadas e gelatinosas; canais radiais; máculas medulares; densidade básica baixa (0,38 g cm⁻³). Ocorreu aumento no sentido medula-casca apenas para o comprimento das fibras, diâmetro dos vasos e diâmetro das pontoações intervassculares, características que denotam madeira homogênea e de baixa resistência. Fibras com maiores lume estão associadas a menores valores de densidade básica.

Palavras-chave: anatomia da madeira; canais radiais; *Alchornea*; variação radial.

ABSTRACT – In this paper, we characterize the anatomy and basic density of wood in *Alchornea sidifolia* (tapiá-guaçu), and investigate the radial variation of these characteristics. Five trees were cut in the “Rodoanel” section southern in São Paulo state, were removed disks with 30 cm at breast height. Six samples were taken from the pith to bark, which were analyzed according to the usual methods in anatomy and properties of wood. The results revealed the presence of layer growth, solitary and multiples vessels; simple perforation plate; axial parenchyma in lines up three cells wide; rays exclusively uniseriate, all ray cells upright and/or square with inclusions crystals and starch; ground tissue fibers, non-septate and gelatinous; radial canals; pith fleck present; low basic density (0.38 g cm⁻³). There was an increase in the pith to bark only for the fiber length, vessel diameter and intervessel pits diameter, which features a wood homogeneous and low resistance. Fibers with higher lumen are associated with lower basic density.

Keywords: wood anatomy; radial canals; *Alchornea*; radial variation.

¹Recebido para análise em 10.02.2009. Aceito para publicação em 05.05.2010. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

²Discente do curso de Ciências Biológicas da Universidade Paulista – UNIP. Bolsista FUNDAP. luizsantini@biologo.bio.br

³Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. elongui@if.sp.gov.br

⁴Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. israeluizde.lima@yahoo.com.br

⁵Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. tadeu@if.sp.gov.br

⁶Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. sforsheim@if.sp.gov.br

⁷Autor para correspondência: Eduardo Luiz Longui – elongui@if.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

Euphorbiaceae Juss. possui distribuição pantropical e apresenta cerca de 300 gêneros e 6.000 espécies. No Brasil, ocorrem cerca de 70 gêneros com 1.000 espécies, sendo uma das principais famílias da flora brasileira (Souza e Lorenzi, 2008), com espécies que se distribuem em todos os tipos de vegetação e apresentam diversas formas de vida (Barroso et al., 2002).

O gênero *Alchornea* possui vinte e duas espécies neotropicais, sendo que dezesseis delas ocorrem na Colômbia, centro de diversidade do gênero, no entanto nenhuma é endêmica. Um segundo centro de diversidade está na Bolívia, onde ocorrem dez espécies, sendo uma endêmica; no Peru, são nove espécies, na Venezuela, oito, e no Brasil, Equador e Panamá, sete espécies cada um (Secco, 1999). No Brasil, o gênero *Alchornea* ocorre com certa frequência em toda mata da região litorânea nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, sendo representado principalmente pelas espécies arbóreas *A. triplinervia*, *A. iricurana* e *A. sidifolia* (Mainieri e Chimelo, 1989).

A. sidifolia, de acordo com Secco (1999) ocorre nas orlas e interiores de matas ciliares, mata serrana (pluvio-nebulares), capoeirões e mata de araucária, distribuídas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, incluindo os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, estendendo-se até a Argentina, em altitudes que variam entre 350-1.000 m.

Embora a presença de *A. sidifolia* seja marcante na flora brasileira, são raros os estudos sobre sua madeira. Cita-se o trabalho de Dias-Leme (1994), que estudou a variação anatômica entre raiz, caule e ramo em algumas espécies de Euphorbiaceae, entre elas *A. sidifolia*. Smith et al. (1988) caracterizam a madeira de *A. sidifolia* como macia, fácil de trabalhar, com gosto e cheiro indistintos, amplamente empregada para tabuados em geral, frontais de casas, caixotaria, forro, etc. No entanto, mencionam que apresenta baixa resistência à umidade e ao ataque de agentes xilófagos, razão pela qual sugerem tratamento preservativo antes do uso.

Nesse contexto, estudos anatômicos e de propriedades de madeiras pouco ou ainda não estudadas mostram-se eficazes para contribuir na identificação de espécies, caracterização, ampliação de conhecimentos fisiológicos e ecológicos, bem como sua indicação para usos específicos. Tais estudos são importantes, uma vez que a utilização da madeira apresenta limitações práticas decorrentes de sua heterogeneidade, devido às diferentes propriedades em seus três planos, sendo que nem mesmo dois pedaços de madeira de um mesmo indivíduo são absolutamente iguais (Hoadley, 2000; Denardi, 2007). Burger e Richter (1991) relatam que essa heterogeneidade se deve às variações na estrutura anatômica, presença de nós, grãos irregulares, lenho de reação, lenho juvenil, além de defeitos na forma do tronco (tortuosidades e conicidade), que de acordo com Silva (2002) podem influenciar negativamente nas propriedades da madeira, como resistência mecânica e natural, permeabilidade e trabalhabilidade.

Neste estudo objetivou-se caracterizar a anatomia e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia*, investigar a variação radial destas características e discuti-las em um contexto ecológico. Contribuindo assim para ampliar o conhecimento sobre a espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material de estudo procede do lote cinco do Rodoanel trecho sul, município de Embu, no Estado de São Paulo, cujo local era um fragmento de vegetação ao lado de antigos sítios de produção de horticultura e teve sua vegetação suprimida para construção da rodovia. As coordenadas geográficas da área de coleta são: S 23°41'50,6" e W 46°49'06,4". A vegetação do município é classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana (Kronka et al., 2005). De acordo com Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI (2010), o clima do município de Embu é do tipo Cwa, segundo Köppen. A Figura 1 apresenta a variação anual de precipitação e temperatura do município e o balanço hídrico normal mensal, tendo como base o período entre 1960 e 1990.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

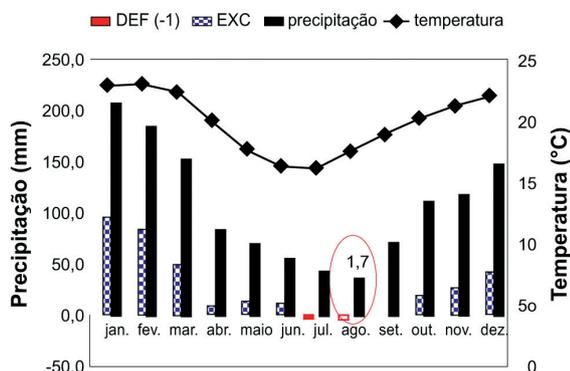


Figura 1. Variação anual da precipitação e temperatura e balanço hídrico normal mensal do município de Embu, 1960-1990 (CEPAGRI, 2010). ETP = evapotranspiração potencial; ETR = evapotranspiração real.

Figure 1. Annual variation in rainfall and temperature and normal monthly water balance of Embu, 1960-1990 (CEPAGRI, 2010). ETP = potential evapotranspiration; ETR = real evapotranspiration.

Cinco árvores de *Alchornea sidifolia* foram identificadas no campo, e por meio de método destrutivo retiraram-se discos do diâmetro à altura do peito – DAP com média de 30 cm de diâmetro. A partir dos discos, com auxílio da serra de fita, foram retiradas amostras em seis posições radiais no sentido medula-casca (sendo 0% = medula e 100% = casca). Cada amostra constituiu-se de dois corpos-de-prova com cerca de 2 cm³, um deles para análises anatômicas e outro para a determinação da densidade básica.

Para a análise estrutural, os corpos-de-prova foram amolecidos por meio do cozimento em água e glicerina na proporção de 4:1 até mostrarem condições ideais para o seccionamento. Obtiveram-se secções histológicas nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial em micrótopo de deslize Zeiss-Hyrax S50, com espessura entre 18 e 25 µm, sendo as mesmas processadas de acordo com Sass (1951). Algumas secções foram coradas com solução de Lugol para a detecção de grãos de amido, conforme Berlyn e Miksche (1976), com base nestes mesmos autores preparou-se o lenho dissociado para a mensuração das dimensões das fibras e elementos de vaso.

Avaliaram-se as características anatômicas sugeridas pelo IAWA Committee (1989), adotando-se n = 25. A descrição macroscópica foi realizada com lente de 10x, de acordo com Coradin e Muniz (1992).

A avaliação anatômica foi realizada em microscópio (Olympus CX 31) e microscópio estereoscópico (Wild TYP 376788) equipados com câmeras digitais e computadores com softwares de análise de imagens (Image-Pro 6.3).

Para a densidade básica empregou-se o método da balança hidrostática segundo Foelkel (1971). Os corpos-de-prova foram saturados por dois meses para a obtenção de suas massas úmidas e imersas. Posteriormente, as mesmas foram secas em estufa até atingirem o peso de massa seca constante a 105 ± 3 °C.

A partir dos valores obtidos foi empregada a expressão (1):

$$DB = \frac{M_s}{M_u - M_i},$$

em que:

DB = densidade básica (g cm⁻³); M_s = massa da madeira a 0% de umidade (g); M_u = massa da madeira úmida (g), e M_i = massa da madeira imersa (g).

Para a avaliação das variáveis, inicialmente foi efetuado o teste de homogeneidade de variância por meio do teste de Hartley. Posteriormente, foi feito o teste F, de análise de variância segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado. Foi aplicado o teste de Tukey, sempre que observadas diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, entre algum tratamento no teste F.

Para a análise dos dados foi utilizado o procedimento PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS, 1999). Realizaram-se análises de regressão linear para detectar relações entre as características anatômicas e a densidade básica.

3 RESULTADOS

Para a descrição do lenho de *Alchornea sidifolia* foram considerados todos os indivíduos e todas as posições radiais. Os resultados quantitativos são descritos com os valores mínimo – **médio** – máximo.

3.1 Descrição dos Caracteres Gerais

Cerne de cor uniforme, indistinto do albúneo, bege-claro ou bege-rosado, sem brilho, densidade básica baixa 0,32-**0,38**-0,49 g cm⁻³, macia ao corte, grã direita, textura média.

3.2 Descrição Macroscópica

Parênquima axial: distinto sob lente, apotraqueal difuso em agregados formando linhas; *Raios*: visíveis somente sob lente, finos e numerosos; *Poros*: visíveis a olho nu, diâmetro tangencial médio e pouco frequentes, com porosidade difusa, arranjo tangencial, agrupamentos múltiplos, com placa de perfuração simples; *Camadas de crescimento distintas*: marcadas por faixas mais escuras (Figura 2).

Raios: visíveis somente sob lente, altos, não estratificados, listrado de estratificação irregular, número de listras por mm linear igual a 20.

Espelhado dos raios: contrastado.

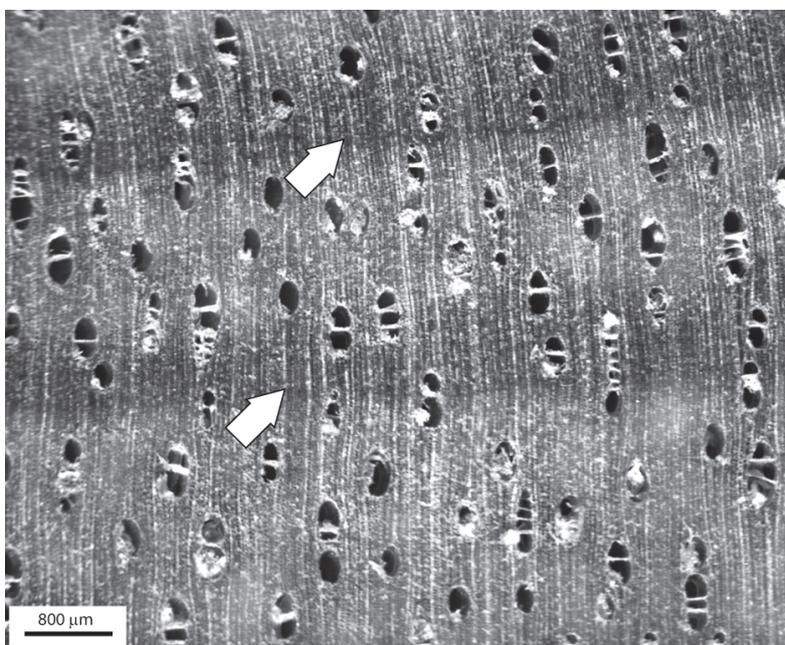


Figura 2. Superfície transversal macroscópica evidenciando as camadas de crescimento (setas).

Figure 2. Macroscopic transverse surface showing the growth layer (arrows).

3.3 Descrição Microscópica

Vasos: porosidade difusa, arranjo tangencial múltiplo, sendo solitários (30%), geminados (28%) e múltiplos de 3 a 5 (42%) (Figura 3A), diâmetro tangencial de 83-**137**-195 μm, forma da seção arredondada, comprimento dos elementos vasculares de 508-**688**-857 μm, apêndices ausentes ou presentes em uma ou em ambas as extremidades (Figura 3B), placas de perfuração simples (Figuras 3B e 3D), tilos ausentes, pontoações intervasculares alternas, poligonais, com diâmetro tangencial de 10-**13**-16 μm (Figura 3C),

ornamentação ausente, pontoações raiovasculares com bordas muito reduzidas a aparentemente simples, arredondadas a angulares, com diâmetro tangencial de 9-**12**-18 μm (Figura 3D).

Fibras: libriformes, não septadas, em alguns casos gelatinosas, formando uma faixa nas extremidades das camadas de crescimento (Figura 3E), curtas com valores de 810-**1.150**-1.440 μm e paredes delgadas 2,7-**4,8**-5,7 μm.

Parênquima axial: difuso em agregados formando linhas (Figura 3E), seriado e não estratificado.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

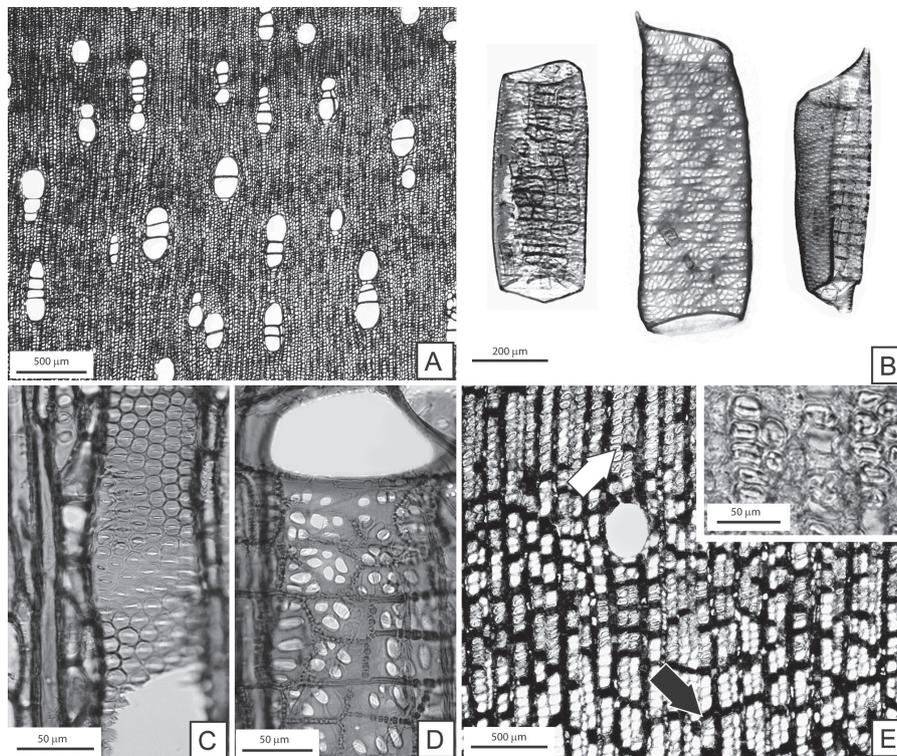


Figura 3. A) secção transversal: vasos com porosidade difusa; B) elementos de vaso com e sem apêndices nas extremidades e placas de perfuração simples; C) secção longitudinal tangencial: pontoações intervasculares; D) secção longitudinal radial: pontoações raiovasculares; E) secção transversal: camada gelatinosa (seta branca) e parênquima axial apotraqueal em linhas (seta preta). Em detalhe, fibras gelatinosas.

Figure 3. A) transverse section: diffuse porous; B) vessel elements length with and without tails on the ends and simple perforation plates; C) tangential section: intervessel pits; D) radial section: vessel-ray pits. E) transverse section: gelatinous layers (white arrow) and apotracheal axial parenchyma in lines (black arrow). In detail, gelatinous fibers.

Raios: presentes, unisseriados, podendo ser extremamente altos (Figura 4A), com 717-876-1.101 µm, frequência alta 18-20-21 n° mm, heterogêneos,

alternando células quadradas e eretas (Figura 4B).

Canais celulares: canais radiais observados em todos os planos (Figuras 5A-F).

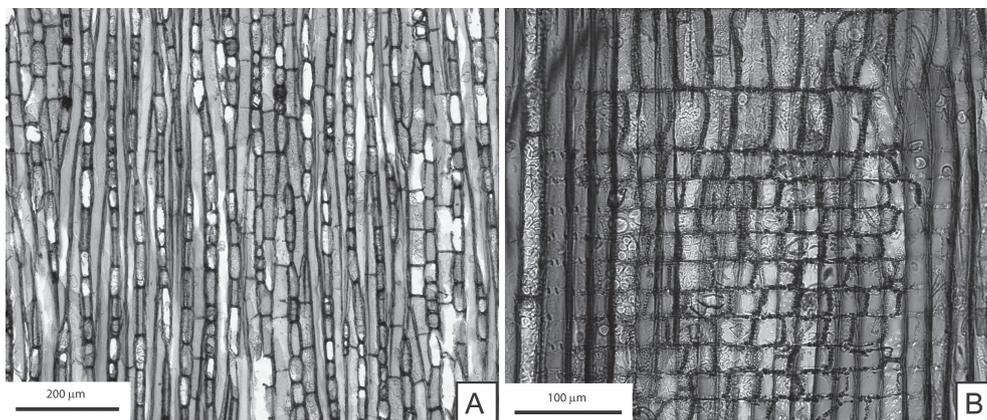


Figura 4. A) secção longitudinal tangencial evidenciando os raios unisseriados; B) secção longitudinal radial mostrando alternância de células quadradas e eretas.

Figure 4. A) longitudinal section showing uniseriate rays; B) radial section showing alternation of square and upright cells.

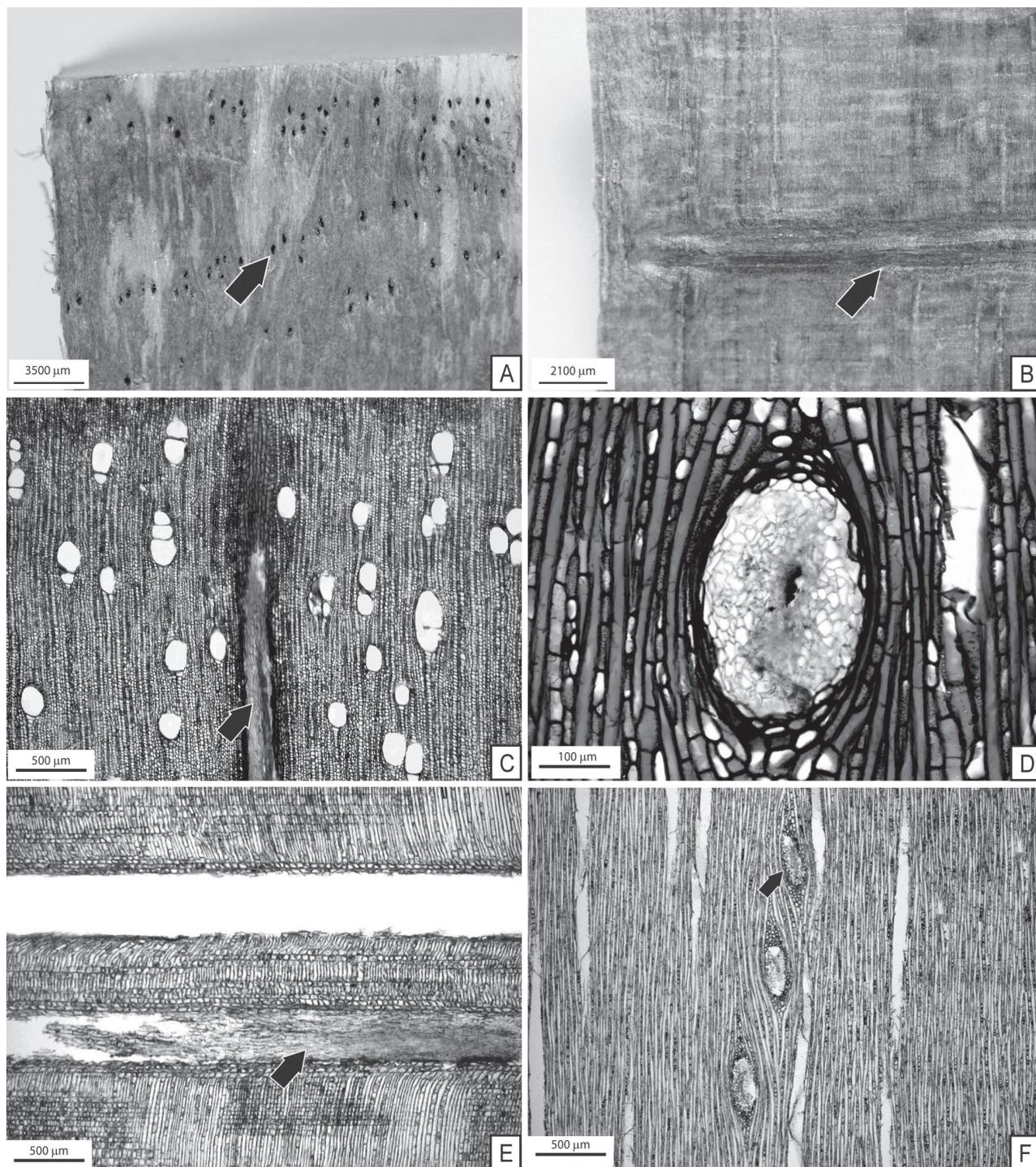


Figura 5. Canais radiais. A) superfície tangencial mostrando os canais radiais (seta); B) superfície radial, em destaque dois canais (seta); C) secção transversal destacando um canal (seta); D) secção longitudinal tangencial com abertura de um canal entre os raios; E) secção longitudinal radial mostrando dois canais, sendo um deles ainda com preenchimento (seta); F) secção longitudinal tangencial evidenciando três canais (seta).

Figure 5. Radial canals. A) tangential surface showing the radial canals (arrow); B) radial surface radial highlights two canals (arrow); C) cross section highlighting a canal (arrow); D) longitudinal section tangential to the opening of a canal between the rays; E) radial longitudinal section showing two canals, one of which is still filling (arrow); F) tangential longitudinal section showing three canals (arrow).

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

Cristais: prismáticos, cúbicos e romboédricos, localizados nas células do parênquima radial (Figura 6A).

Amido: abundante nas células quadradas e eretas do parênquima radial (Figura 6B).

Máculas medulares: presentes e ocasionais observadas nos três planos da madeira (Figuras 6C, D).

3.4 Variação Radial

A variação radial das características anatômicas e da densidade básica é apresentada na Tabela 1. De maneira geral foram notados aumentos no comprimento das fibras, diâmetro dos vasos e diâmetro das pontoações intervasculares.

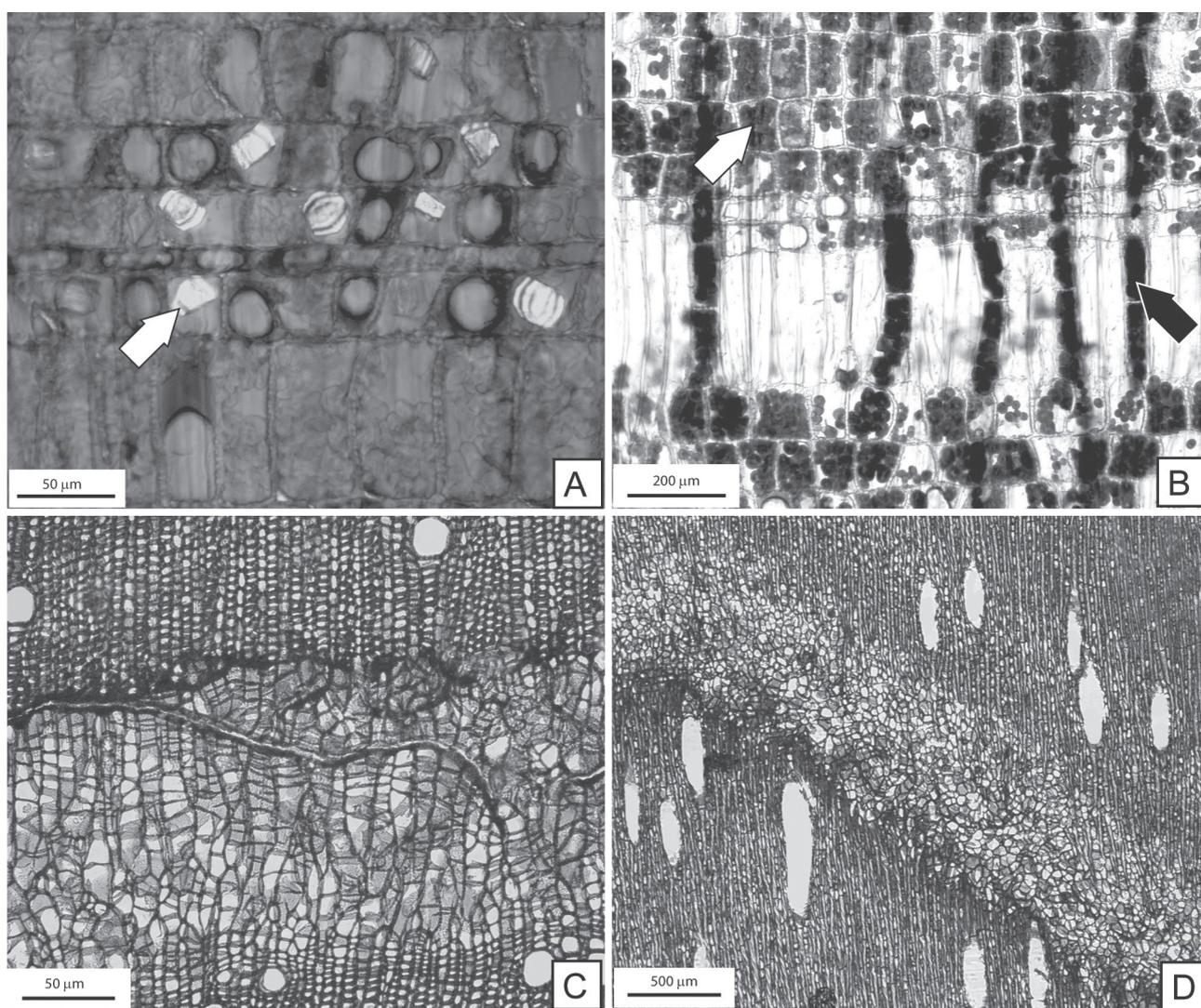


Figura 6. A) e B) secções longitudinais radiais: A) cristais nas células quadradas do raio (seta); B) alta concentração de amido nas células quadradas (seta branca) e eretas (seta preta) do raio. Máculas medulares evidenciadas nos planos transversal (C) e no plano longitudinal tangencial (D).

Figure 6. A) and B) radial sections: A) crystals in the square cells of rays (arrow). B) high concentration of starch in square (white arrow) and upright cells (black arrow); C) pith flecks in transverse section and D) tangential section.

Tabela 1. Variação radial das características anômicas e densidade básica em *Alchornea sidifolia* Müll. Arg.
 Table 1. Radial variation of the anatomical features and density in *Alchornea sidifolia* Müll. Arg.

Características anômicas e densidade básica	Posição radial (sentido medula-casca)					
	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Comprimento da fibra (mm)	1,0 ^b ± 0,1	1,1 ^{ab} ± 0,1	1,1 ^{ab} ± 0,1	1,1 ^{ab} ± 0,1	1,2 ^a ± 0,1	1,2 ^a ± 0,1
Diâmetro da fibra (µm)	33,8 ± 6,2	35,3 ± 5,4	38,6 ± 3,1	37,1 ± 1,3	37,8 ± 3,7	39,8 ± 1,6
Lume da fibra (µm)	25,0 ± 4,9	26,7 ± 4,1	28,6 ± 2,8	26,7 ± 1,6	27,9 ± 3,9	29,9 ± 1,3
Parede da fibra (µm)	4,4 ± 1,1	4,2 ± 0,9	5,0 ± 0,3	5,1 ± 0,1	4,9 ± 0,2	5,0 ± 0,6
Comprimento do vaso (µm)	666,9 ± 77,3	676,8 ± 103,3	682,9 ± 63,7	717,8 ± 80,0	680,2 ± 30,8	705,5 ± 98,1
Diâmetro do vaso (µm)	115,6 ^b ± 26,8	112,3 ^b ± 26,1	138,6 ^{ab} ± 19,5	137,6 ^{ab} ± 10,9	158,0 ^a ± 18,9	161,7 ^a ± 27,1
Frequência do vaso (n° mm ⁻²)	7,6 ± 2,6	6,0 ± 1,5	5,7 ± 1,1	6,2 ± 1,2	6,3 ± 1,4	5,5 ± 1,2
Vasos solitários (%)	31,8 ± 0,1	37,0 ± 0,1	30,4 ± 0,1	24,6 ± 0,0	26,0 ± 0,0	30,0 ± 0,1
Vasos geminados (%)	24,6 ± 0,02	33,0 ± 0,1	28,4 ± 0,1	27,6 ± 0,1	30,8 ± 0,1	25,8 ± 0,1
Vasos M3 (%)	18,6 ± 0,01	18,4 ± 0,04	19,0 ± 0,1	19,6 ± 0,1	16,0 ± 0,1	23,4 ± 0,02
Vasos M4 (%)	14,8 ± 0,1	10,0 ± 0,1	14,8 ± 0,03	13,0 ± 0,1	17,6 ± 0,02	15,0 ± 0,1
Vasos M5 (%)	9,8 ^{ab} ± 0,03	3,2 ^b ± 0,02	7,8 ^{ab} ± 0,1	15,6 ^a ± 0,1	9,4 ^{ab} ± 0,1	5,8 ^{ab} ± 0,01
Pontoações intervasculares (µm)	12,1 ^b ± 0,5	13,5 ^{ab} ± 1,8	14,6 ^a ± 1,7	13,2 ^{ab} ± 0,7	14,1 ^a ± 1,01	14,4 ^a ± 1,1
Pontoações raiovasculares (µm)	12,6 ± 1,2	13,3 ± 1,6	13,6 ± 2,1	12,8 ± 0,1	14,1 ± 1,7	13,6 ± 1,1
Altura do raio (µm)	852,1 ± 78,9	903,9 ± 48,6	855,4 ± 97,6	835,1 ± 102,8	923,8 ± 115,9	886,1 ± 86,4
Largura do raio (µm)	19,8 ± 2,0	18,9 ± 3,4	20,1 ± 3,2	17,9 ± 1,2	19,4 ± 1,3	19,1 ± 1,4
Frequência do raio (n° mm ⁻²)	19,9 ± 0,6	20,2 ± 0,7	20,0 ± 0,5	19,9 ± 0,6	20,0 ± 0,8	19,96 ± 0,3
Densidade básica (g cm ⁻³)	0,39 ± 0,05	0,38 ± 0,05	0,38 ± 0,04	0,38 ± 0,04	0,38 ± 0,04	0,35 ± 0,04

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si (Tukey: $p \geq 0,05$). A ausência de letras indica que não foram observadas variações estatísticas. DP = Desvio-padrão; M3 = Múltiplo de 3; M4 = Múltiplo de 4; M5 = Múltiplo de 5.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

3.5 Relação entre Anatomia e Densidade

O lume das fibras foi a única característica

anatômica relacionada com a densidade básica, ocorrendo uma relação negativa entre elas (Figura 7).

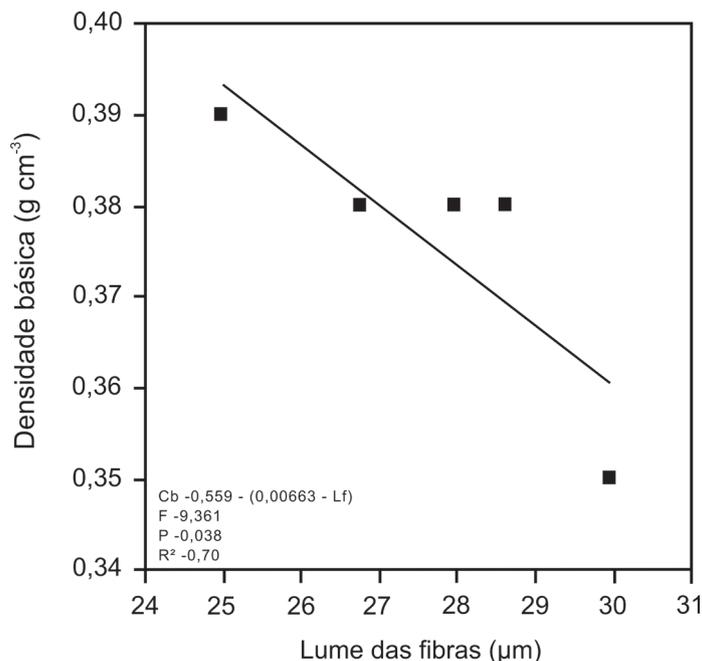


Figura 7. Relação entre a densidade básica e o lume das fibras.

Figure 7. Relationship between basic density and fiber lumen diameter.

4 DISCUSSÃO

4.1 Análise Qualitativa com Enfoque Ecológico

No presente estudo foram observadas camadas de crescimento marcadas pelo espessamento e achatamento das paredes das fibras. O mesmo resultado observado por Dias-Leme (1994), Tomazello Filho et al. (2004) para *Alchornea sidifolia*, Callado et al. (2001) também mencionaram a mesma característica das camadas de crescimento em *A. sidifolia* e *A. triplinervia*, ambas as espécies em solos sujeitos à inundação. Worbes (1995) reportou que uma estação seca anual, com um período de dois a três meses com precipitação menor que 60 mm, induz a formação de camadas de crescimento anuais nas árvores tropicais. Ao observar a Figura 1, nota-se que há um período seco entre os meses de abril a setembro, com valores de precipitação menores do que 60 mm entre os meses de junho a agosto, sendo que a precipitação é igual à evapotranspiração no mês de

junho e menor em agosto, o que neste último caso caracteriza, a rigor, déficit hídrico.

Embora os dados de precipitação e temperatura sejam referentes ao período de 1960 a 1990, supõe-se que estes não apresentaram grande alteração nos últimos vinte anos, sendo que a formação das camadas de crescimento deve ter ocorrido entre os meses de abril a setembro.

Na camada de crescimento de *A. sidifolia*, foi notada a presença de fibras gelatinosas encontradas próximas ou mesmo margeando as camadas, formando uma faixa contínua. De acordo com Panshin e De Zeeuw (1964), as fibras gelatinosas diferem dos tipos normalmente encontrados em folhosas, por possuírem propriedades físicas e químicas diferentes nas paredes celulares secundárias, a camada gelatinosa pode estar presente além das camadas S1, S2 e S3, ou substituindo a S3, ou ambas, S2 e S3. Os autores relatam ainda que a camada gelatinosa é altamente refratária à luz e, geralmente, obtém reações de colorações diferentes na celulose, indicando ausência ou baixo grau de lignificação.

Burger e Richter (1991) descrevem que tais fibras podem estar relacionadas ao aparecimento do lenho de tração, sendo que tal tipo de lenho ocorre em galhos e troncos inclinados, como os observados em plantas de encostas montanhosas ou sujeitas a grandes esforços de sustentação. Já Paviani (1978), em estudo com sistemas subterrâneos em espécies de Cerradão, descreve que a presença de fibras gelatinosas pode estar relacionada com o armazenamento de água, uma vez que a celulose tem grande afinidade com a água. A mesma proposta foi apresentada por Marcati et al. (2001), em estudo comparativo entre indivíduos de *Copaifera langsdorffii* vivendo em Floresta e Cerradão, os autores constataram a presença de fibras gelatinosas nos indivíduos dos dois ambientes, mas nos indivíduos do Cerradão, tais fibras foram observadas em maior quantidade e próximas à faixa de parênquima que delimita a camada de crescimento.

No presente estudo, observou-se em campo que alguns indivíduos coletados apresentavam fuste torto e estavam em terreno inclinado, outros tinham o fuste reto e localizavam-se numa área mais plana, no entanto em todos os indivíduos foram observadas fibras gelatinosas. Com base na idéia de Paviani (1978), do armazenamento de água, e considerando que as fibras gelatinosas estavam localizadas nas camadas de crescimento, formadas em período de déficit hídrico, como mencionado acima, sugere-se que a presença de tais fibras possa estar mais relacionada a uma estratégia para tornar o lenho mais seguro quanto ao transporte de água do que relacionada ao lenho de tração.

Os elementos de vaso apresentaram placa de perfuração simples, o que, segundo Alves e Angyalossy-Alfonso (2000), ocorre em 95% das espécies brasileiras e está associada à ambientes secos e quentes. Essa característica, de acordo com Wheeler e Baas (1991) permite maior fluxo de água, o que é importante em ambientes que apresentam períodos de déficit hídrico. Além disso, os vasos apresentaram grande diâmetro e frequência relativamente alta, ocorrendo muitas vezes em múltiplos de até cinco elementos, o que pode contribuir ainda mais para o fluxo de água através da planta. Baas et al. (2004) descrevem que embora vasos de maior diâmetro ou mais

frequentes tornem mais eficiente o transporte de água na planta, podem contribuir para reduzir a densidade e a resistência da madeira, pois são espaços vazios e portanto áreas mais fracas. Segundo os autores, há uma relação inversa entre resistência mecânica e eficiência de condutância de água.

No parênquima radial foram encontrados raios exclusivamente unisseriados e extremamente altos. Uma característica marcante foi a grande concentração de cristais nas células quadradas e eretas do raio, característica não mencionada por Dias-Leme (1994) para a espécie. Segundo Nakata (2003), a formação de cristais de oxalato de cálcio nas plantas parece desempenhar um papel central em funções como a regulação de cálcio, proteção contra herbivoria e desintoxicação de metais. Cristais na madeira ocorrem especialmente nas células de parênquima axial ou radial, a sua presença e tipo têm importância taxonômica, como mostrado por Jansen et al. (2002) em estudo com espécies de Rubiaceae. Além disso, a variação na quantidade de cristais está associada a respostas das plantas ao ambiente. Barajas-Morales (1985), estudando árvores em florestas seca e úmida, e Lima et al. (2009) em *Enterolobium contortisiliquum* ocorrendo na Caatinga e em Floresta, encontraram maior quantidade de cristais em ambientes mais secos.

Observou-se, também, grande concentração de grãos de amido nos raios e parênquima axial. De acordo com Esau (1965), os caules de espécies lenhosas, em muitos casos, funcionam como estoque de uma série de substâncias de reserva de longo ou curto prazos, sendo as células de parênquima radial e axial os principais locais de estocagem. Braun (1984) sugere que os açúcares armazenados no parênquima axial e radial podem ser transferidos para os vasos, contribuindo para manter a pressão osmótica elevada e a continuidade do fluxo de água, quando este é reduzido, por exemplo, pela queda das folhas e consequente diminuição da transpiração. Esta proposta foi reforçada pelos estudos de Fromard et al. (1995) e Hacke e Sperry (2003), que estudaram o potencial hídrico e a pressão osmótica em espécies lenhosas. Assim, supõe-se que a grande presença de amido encontrada em *A. sidifolia* possa estar relacionada à segurança do xilema no período seco entre os meses de abril a setembro.

Observou-se a presença de canais radiais, também notados por Dias-Leme (1994) em *A. sidifolia* nos lenhos da raiz e do caule. Richter e Dallwitz (2010) descrevem a mesma estrutura em *Alchornea triplinervia*, denominando-a laticíferos ou tubos taníferos. Segundo Metcalfe (1967), os canais laticíferos, ou simplesmente laticíferos, ocorrem também nos raios, sendo constituídos por grandes canais radiais que contêm látex. Conforme a IAWA (1989), laticífero é o termo empregado para descrever fendas de ocorrência esporádica, orientadas radialmente através do lenho de árvores de espécies produtoras de látex. Como nas espécies de Euphorbiaceae é comum a ocorrência de látex, infere-se que tal estrutura possa ser uma região de armazenamento desta substância. Wiedenhoeft et al. (2009) compilaram uma série de artigos mostrando laticíferos em várias espécies de *Croton*, que ocorrem através e no mesmo sentido dos raios e possuem a dimensão de uma célula de parênquima radial, sendo, portanto, menores e bem diferentes dos canais radiais ou laticíferos aqui observados em *Alchornea sidifolia*.

Os laticíferos permeiam vários tecidos das plantas, e dividem-se em dois tipos: articulados ou compostos, constituídos por uma série de células usualmente alongadas (vasos laticíferos), e não articulados ou simples, formados por uma única célula que se destaca das demais por se apresentar grandemente alongada (Esau, 1965; Fahn, 1974). A função do látex nas plantas ainda não está totalmente esclarecida, no entanto é possível que esteja ligado às funções de excreção e secreção enquanto fornece à planta uma forma de defesa contra insetos ou quadrúpedes herbívoros, provocada principalmente pela presença de compostos repelentes no látex (Monteiro et al., 2007; Pickard, 2007).

4.2 Análise Quantitativa

Como visto na Tabela 1, o lenho de *Alchornea sidifolia* mostrou poucas variações no sentido medula-casca, no entanto, notaram-se aumentos no comprimento das fibras, diâmetro dos vasos e diâmetro das pontoações intervasculares. Esse padrão de aumento das fibras parece ser bem comum entre as espécies nativas, uma vez que foi observado por muitos autores em várias espécies de diferentes famílias.

São exemplos os trabalhos de Melo et al. (2006) com sete espécies de madeiras do semiárido, Ribeiro e Barros (2006) em *Pseudopiptadenia contorta*, Testoni et al. (2009) em *Plathymenia reticulata*, Andrade et al. (2009) em *Gallesia integrifolia*, Garcia et al. (2009) em *Cariniana legalis*, Lima et al. (2008) em *Cupania vernalis* e Suckow et al. (2009) para *Anadenanthera colubrina*; e também em espécies exóticas, como citado por Gonçalves et al. (2007) em *Tectona grandis* e Roque e Tomazzelo Filho (2009) em *Gmelina arborea*.

Aumento no diâmetro dos vasos na direção da casca foi mencionado por Dünisch et al. (2004) em *Ilex paraguariensis* e Zanon et al. (2008) em *Croton floribundus*, esta última também Euphorbiaceae.

Por meio do estudo da variação radial é possível estabelecer a transição entre madeira juvenil e adulta, feita com base nas alterações das características anatômicas (Bhat et al., 2001). Considerando o DAP médio de 30 cm dos troncos de *A. sidifolia*, como foram retiradas seis amostras radiais, cada uma corresponde a cerca de 5 cm. Ao analisar os dados, nota-se que o comprimento das fibras e o diâmetro dos vasos foram significativamente maiores nas posições 80 e 100%, o que pode caracterizar a formação de lenho adulto nos últimos 10 cm do tronco.

4.3 Correlação entre Anatomia e Densidade

No presente estudo o valor médio encontrado para a densidade básica ($0,38 \text{ g cm}^{-3}$) é semelhante ao descrito por Jankowsky et al. (1990) em *Alchornea triplinervia* ($0,37 \text{ g cm}^{-3}$). Nos indivíduos analisados, para a maioria das características não houve diferença estatística significativa, o que indica pequena variação na madeira de *Alchornea sidifolia*. Embora a densidade básica e o lume das fibras não apresentaram variação radial, observou-se uma relação negativa ($R^2 = 0,70$, Figura 7) entre a propriedade física e a característica anatômica, que pode ser interpretada da seguinte forma: o lume das fibras representa espaços vazios nestas células que não contribuem com a massa e conseqüentemente com a densidade, desta forma maiores valores de lume estão associados aos menores valores de densidade.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

5 CONCLUSÕES

Em geral as características anatômicas são semelhantes às encontradas em outras espécies do gênero, no entanto se destaca a presença de fibras gelatinosas próximas da marcação da camada de crescimento; grande presença de cristais e amido observados em todas as posições radiais, além de canais radiais.

A madeira mostrou-se anatomicamente homogênea, tendo em vista que a variação radial dos elementos celulares ocorreu apenas para o comprimento das fibras, diâmetro dos vasos e diâmetro das pontoações intervasculares.

O alto valor do lume das fibras está associado a menores valores de densidade básica.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio laboratorial de Sonia R. G. Campião da Seção de Madeira e Produtos Florestais do Instituto Florestal e a Diego Romeiro pelo auxílio na preparação das pranchas com as fotos do lenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, I.M. et al. Efeito da procedência na variação radial do comprimento de fibras e densidade básica da madeira de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 39-43. (**IF Sér. Reg.**, n. 40, 2009).

ALVES, E.S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. I: Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, v. 21, p. 3-30, 2000.

BAAS, P. et al. Evolution of xylem physiology. In: POOLE, I.; HEMSLEY, A. (Ed.). **Evolution of plant physiology**. London: Elsevier Academic Press, 2004. p. 27-295. (Linnean Society Symposium Series).

BARAJAS-MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bull.**, v. 6, n. 4, p. 355-364, 1985.

BARROSO, G.M. et al. **Sistemática de angiospermas**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2002. v. 1, 309 p.

BERLYN, G.P.; MIKSCHE, J.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames: Iowa State University, 1976. p. 121, 276.

BHAT, K.M.; PRIYA, P.B.; RUGMINI, P. Characterization of juvenile wood in teak. **Wood Science Technology**, v. 34, p. 517-532, 2001.

BRAUN, H.J. The significance of the accessory tissues of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, with some thoughts concerning the evolution of trees. **IAWA Bulletin n.s.**, v. 5, n. 4, p. 275-294, 1984.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

CALLADO, C.H. et al. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. **IAWA Journal**, v. 22, n. 1, p. 29-42, 2001.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA – CEPAGRI. (2010 onwards). **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 5 abr. 2010.

CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: I – Angiospermae, II – Gimnospermae**. Brasília, DF: IBAMA: DIRPED: LPF, 1992. 19 p. (Série Técnica, 15).

DENARDI, L. **Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água**. 2007. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DIAS-LEME, C.L. **Anatomia comparada do lenho do caule, raiz e ramo de algumas espécies de Euphorbiaceae da Mata Atlântica**. 1994. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

- SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).
- DÜNISCH, O.; REISSMANN, C.B.; OLISZESKI, A.V. Variability of vessel characteristics in xylem of *Ilex paraguariensis* (mate-tree) from south Brazil. **IAWA Journal**, v. 25, n. 4, p. 449-458, 2004.
- ESAU, K. **Plant anatomy**. 2. ed. New York: John Wiley, 1965. 767 p.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. London: Pergamon Press, 1974. v. 2, 611 p.
- FOELKEL, C.E.B. Método do máximo teor de umidade aplicado à determinação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus* spp. **IPEF**, n. 23, p. 65-74, 1971.
- FROMARD, L. et al. Control of vascular sap Ph by the vessel-associated cells in woody species. **Plant Physiology**, v. 108, p. 913-918, 1995.
- GARCIA, M.F. et al. Variação radial da densidade básica e comprimento de fibras de diferentes procedências de *Cariniana legalis* – Lecythidaceae. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 75-80. (**IF Sér. Reg.**, n. 40, 2009).
- GONÇALVES, M.P.M. et al. Variação radial da densidade básica e comprimento das fibras da madeira de *Tectona grandis* L. **Floresta e Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 70-75, 2007.
- HACKE, U.G.; SPERRY, J.S. Limits to xylem refilling under negative pressure in *Laurus nobilis* and *Acer negundo*. **Plant, Cell and Environment**, v. 26, p. 303-311, 2003.
- HOADLEY, B. **Understanding wood: a craftsman's guide to wood technology**. 2nd ed. Newtown: Taunton, 2000. 280 p.
- IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, n. 10, p. 220-332, 1989.
- JANKOWSKY, I.P. et al. **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. 172 p.
- JANSEN, S. et al. A survey of the systematic wood of the Rubiaceae. **IAWA Journal**, v. 23, n. 1, p. 1-67, 2002.
- KRONKA, F.J.N. et al. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 200 p.
- LIMA, I.L.; FLORSHEIM, S.M.B.; AGUIAR, O.T. Variação radial da densidade celulares de *Cupania vernalis* Camb. da Serra da Cantareira/SP. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAMEN, 2008. CD Rom.
- LIMA, R.S. et al. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 361-374, 2009.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418 p.
- MARCATI, C.R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 311-320, 2001.
- MELO, R.R. et al. Estudo da variação radial da densidade básica de sete madeiras do semi-árido. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 4, n. 7, p. 1-8, 2006.
- METCALFE, C.R. Distribution of latex in the plant kingdom. **Economic Botany**, v. 21, n. 2, p. 115-127, 1967.
- MONTEIRO, M.H.D.A.; ANDREATA, R.H.P.; NEVES, L.J. Estruturas secretoras em Sapotaceae. **Pesquisas Botânicas**, n. 58, p. 253-262, 2007.
- NAKATA, P.A. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plant. **Plant Science**, v. 164, p. 901-909, 2003.
- PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1964. v. 1, 643 p.
- PAVIANI, T.I. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura**, n. 30, p. 1076-1086, 1978.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

PICKARD, W.F. Laticifers and secretory ducts: two other tube systems in plants. **New Phytologist**, v. 177, n. 4, p. 877-888, 2007.

RIBEIRO, M.L.; BARROS, C.F. Variação intraspecífica do lenho de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Leguminosae – Mimosoideae) de populações ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Atlântica. **Acta Botânica Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 839-844, 2006.

RICHTER, H.G.; DALLWITZ, M.J. (2000 onwards). **Commercial timbers**: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 25th June 2009. Disponível em: <<http://delta-intkey.com>>. Acesso em: 17 mar. 2010.

ROQUE, R.M.; TOMAZZELO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 83, p. 273-285, 2009.

SASS, J.E. **Botanical microtechnique**. 2nd ed. Ames: State College Press, 1951. 228 p.

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

SECCO, R.S. Uma espécie e uma combinação novas de *Alchornea* Sw. (Euphorbiaceae) da Bolívia. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 141-146, 1999.

SILVA, J.C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 181 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

SMITH, L.B.; DOWNS, R.J.; KLEIN, R.M. Euforbiáceas. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1988. 408 p.

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, 2008. 640 p.

SUCKOW, I.M.S. et al. Anatomia da madeira e densidade básica de angico-branco *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 131-135. (IF Sér. Reg., n. 40, 2009).

TESTONI, L. et al. Variação anatômica da madeira de *Platymenia reticulada* e sua influência na densidade aparente e velocidade de propagação do som. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 125-130. (IF Sér. Reg., n. 40, 2009).

TOMAZELLO FILHO, M. et al. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 46-55, 2004.

WHEELER, E.A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, n. 12, p. 275-332, 1991.

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

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees – a review. **IAWA Journal**, v. 16, n. 4, p. 337-351, 1995.

ZANON, B.R. et al. Variação radial da densidade básica e dimensões celulares de *Croton floribundus* Spreng. na Serra da Cantareira, SP. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 2., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2008. p. 25-29. (IF Sér. Reg., n. 36, 2008).

**VARIAÇÃO LOCAL NA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE AVES
NO PARQUE ESTADUAL CARLOS BOTELHO, SÃO MIGUEL ARCANJO – SP
E PROPOSTAS PARA O MONITORAMENTO DO IMPACTO DO ECOTURISMO¹**

**LOCAL VARIATION IN BIRD COMMUNITIES COMPOSITION AT
CARLOS BOTELHO STATE PARK, SÃO MIGUEL ARCANJO – SP, SOUTHEASTERN BRAZIL
AND PROPOSALS FOR MONITORING THE IMPACT OF ECOTOURISM**

Bruna Gonçalves da SILVA²; Aleksander Zamorano ANTUNES³;
Marilda Rapp de ESTON⁴

RESUMO – Como todas as atividades humanas, o ecoturismo apresenta o potencial de impactar negativamente o meio ambiente, necessitando ser monitorado e manejado. As aves podem ser incluídas em protocolos de monitoramento desse impacto, porém devem ser considerados outros fatores que influenciam a composição das comunidades de aves antes de se propor tais protocolos. Dentre estes se destaca a influência da heterogeneidade estrutural da vegetação sobre a distribuição e a abundância das aves. Os objetivos deste trabalho foram: verificar como esse fator atua localmente numa área de Mata Atlântica sob uso público e propor um protocolo de monitoramento de impacto dessa atividade que utilize as aves como indicadores. A avifauna foi amostrada ao longo de duas trilhas, uma na qual o turismo é monitorado e outra sob o sistema autoguiado. A heterogeneidade estrutural ao longo dessas trilhas foi avaliada, e as duas comunidades de aves comparadas em relação à riqueza, composição de espécies, abundância relativa, diversidade e estrutura trófica. Foram utilizados os métodos de pontos de escuta e o de pontos-quadrantes. As trilhas diferiram significativamente na maioria dos parâmetros de estrutura da vegetação analisados e na composição de espécies de aves, mas não nos demais parâmetros considerados para a avifauna. Dezesete espécies apresentaram abundância relativa significativamente diferente entre as áreas e, destas, seis relacionadas a parâmetros estruturais da vegetação. Propõe-se a avaliação do impacto do uso público sobre a avifauna em cada uma das trilhas através do monitoramento da abundância relativa das espécies considerando possíveis alterações estruturais na vegetação local e o monitoramento de 15 espécies de fácil detecção e que não diferiram significativamente em abundância relativa entre as trilhas.

Palavras-chave: estrutura da vegetação; Mata Atlântica; Uso Público.

ABSTRACT – Like all human activities, ecotourism has the potential to negatively impact the environment and need to be monitored and managed. Birds can be included in monitoring protocols but other factors that influence the composition of bird communities should be considered before proposing such protocols. Among these stands out the influence of structural heterogeneity of vegetation on bird distribution and abundance. The objectives of this paper were: to determine how this factor acts locally in an Atlantic forest area with public use and propose a protocol for monitoring the impact of this activity using birds as indicators.

¹Recebido para análise em 14.04.10. Aceito para publicação em 09.07.10. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

²Rua Rui Barbosa, 420, 18230-000 São Miguel Arcanjo, SP, Brasil. brunagoncalves1@hotmail.com

³Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. alexza@if.sp.gov.br

⁴Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. marildarapp@if.sp.gov.br

The avifauna was sampled along two trails, one in which tourism is monitored and another under the self-guided system. The structural heterogeneity along those trails was evaluated, and bird communities richness, species composition, relative abundance, diversity and trophic structure compared. We used point counts and quadrats. The trails differ significantly in most vegetation structure parameters examined and composition of bird species, but not in other parameters considered for the avifauna. Seventeen species showed relative abundance significantly different between areas and of these, six with vegetation structural parameters. We proposed evaluate the impact of public use on avifauna in each trail monitoring the relative abundance of species considering the possible structural changes in local vegetation and monitoring 15 species of easy detection that did not differ significantly in relative abundance between the trails.

Keywords: vegetation structure; Atlantic Forest; Public Use.

1 INTRODUÇÃO

O ecoturismo é visto como um promotor do desenvolvimento sustentável por contribuir com a conservação de áreas selvagens ao substituir formas de uso mais impactantes, gerar retorno econômico a partir delas e ampliar a aceitação pública das Unidades de Conservação – UCs como instituições legítimas (Davenport et al., 2002). Porém, como outras formas de uso turístico, exerce também impactos negativos sobre o meio ambiente, sendo que no interior de UCs os mais perceptíveis ao longo das trilhas são a erosão e a compactação do solo, a degradação da vegetação e a deposição de lixo (Sun e Walsh, 1998; Duim e Caalders, 2002; Laiolo, 2003; Mbaiwa, 2003; Li et al., 2006; Andrade e Rocha, 2008).

Além do potencial de dano ambiental, algumas outras críticas ao ecoturismo são levantadas: 1) este não é bem sucedido em florestas tropicais devido à dificuldade de observação da fauna carismática e às condições desconfortáveis e perigosas prevalentes; 2) os gestores têm muita dificuldade de manejá-lo de maneira eficaz; 3) as rendas obtidas muitas vezes não cobrem os custos do manejo; 4) mesmo que estes recursos possam ser compartilhados com os moradores locais, raramente serão mais atrativos do que o retorno obtido com a extração ilegal de produtos ou mesmo a invasão da área, e 5) a noção de que as UCs são estabelecidas para o uso de turistas ricos, muitas vezes estrangeiros, causa ressentimentos aos residentes do entorno (Davenport et al., 2002).

Esse balanço entre prós e contras do ecoturismo deixa clara a necessidade do monitoramento e de ações de manejo. Nos parques tropicais o monitoramento do impacto da visitação ainda é relegado ao segundo plano devido à necessidade de monitorar ameaças mais explícitas à biodiversidade, como a caça e a extração ilegal de madeiras e outros produtos (Davenport et al., 2002).

Duas ferramentas extremamente úteis para reduzir o impacto do ecoturismo sobre a biota são o zoneamento e a metodologia de monitoramento denominada Limites Aceitáveis de Câmbio – LAC. O primeiro possibilita limitar o acesso de visitantes aos locais mais sensíveis e pode diversificar as oportunidades de turismo local através de experiências intensivas e extensivas. No LAC são consideradas as condições desejadas para o local, os recursos presentes são inventariados, a situação da área é diagnosticada, os indicadores de monitoramento são escolhidos e, por fim, as recomendações para reduzir as ameaças e sanar as deficiências no manejo são obtidas (Davenport et al., 2002; Terborgh e Davenport, 2002).

Entre a fauna, as aves destacam-se para a inclusão em programas de monitoramento ambiental por serem bem conhecidas e relativamente fáceis de amostrar quando comparadas a outros grupos de animais. Contudo, devem ser considerados outros fatores antes de se utilizar as aves como bioindicadores na abordagem LAC. O mais importante é a heterogeneidade estrutural do habitat que influencia a distribuição e a abundância das espécies. Essa varia conforme a escala espacial adotada, o que gera importantes implicações para a compreensão dos padrões de diversidade (Robinson et al., 2000; Thiollay, 2002; Blake, 2007).

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- 1) avaliar a relação entre a heterogeneidade estrutural da vegetação e os parâmetros riqueza, composição de espécies, abundância relativa e estrutura trófica, em duas comunidades de aves do Parque Estadual Carlos Botelho, e
- 2) propor um protocolo de monitoramento do impacto da intrusão humana legalmente permitida (principalmente de ecoturistas, mas também de pesquisadores, estudantes, etc.), utilizando-se as aves como indicadores, selecionando parâmetros a serem monitorados e considerando as condições locais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O Parque Estadual Carlos Botelho – PECB, localizado entre as coordenadas 24°06'55" – 24°14'41"S e 47°47'18" – 48°07'17"W, ocupa uma área de 37.644,36 ha ao longo dos municípios de Capão Bonito, São Miguel Arcanjo, Sete Barras e Tapiraí. A amplitude altitudinal na área do PECB é elevada, entre 20 e 1.000 m. O clima pode ser classificado, no sistema de Köppen, como clima quente úmido sem estiagem (Cfa) para as áreas submontanas e de baixada, e temperado úmido sem estiagem (Cfb) nas áreas montanas. A temperatura média anual fica entre 18° e 20 °C e a pluviosidade anual entre 1.500 e 2.200 mm (Ferraz e Varjabedian, 1999). A vegetação predominante no PECB é a Floresta Ombrófila Densa, com as seguintes categorias ocorrendo ao longo do gradiente altitudinal (Veloso et al., 1991): Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (0 – 50 m de altitude), Floresta Ombrófila Densa Submontana (51 – 500 m) e Floresta Ombrófila Densa Montana (501 – 1.500 m). Há alguns trechos com plantações de araucárias e eucaliptos, bananais, pastos, capoeiras e brejos (Ferraz e Varjabedian, 1999). O PECB apresenta situação fundiária totalmente regularizada e Plano de Manejo. A principal ameaça à conservação de sua biota é a extração ilegal do palmito juçara *Euterpe edulis* Mart.

As trilhas escolhidas para a amostragem localizam-se no entorno da sede administrativa do PECB numa altitude entre 700 e 800 m, e apresentam perto de 2 km de extensão cada uma. São elas: a Trilha Autoguiada do Rio Taquaral (T) e o conjunto de Trilhas Monitoradas Canela-Fornos (CF). A área é bem vigiada, não havendo sinais da ação de palmiteiros e caçadores, e foi definida como Zona de Uso Intensivo pelo Plano de Manejo. A menor distância em linha reta entre elas é de aproximadamente 500 m (CF 24°03'32"S e 47°59'28"W; T 24°03'23"S e 47°59'43"W), porém estão separadas pela rodovia SP139. A topografia das trilhas é semelhante, englobando desde topos de morro até o fundo do vale de riachos. Ambas as trilhas sofreram exploração seletiva de árvores no passado, mas esta foi mais intensa na Trilha do Taquaral. A Trilha da Canela recebeu 407 visitantes em 2008 e apenas 77 em 2009, já a Trilha dos Fornos apresentou visitação similar nos dois períodos, 219 visitantes em 2008 e 214 em 2009.

2.2 Coleta e Análise dos Dados

Para o inventário da avifauna foi utilizado o método de pontos amostrais fixos com raio ilimitado (Bibby et al., 1992), que consistiu em estabelecer uma linha de 10 pontos amostrais distantes 200 metros entre si ao longo das duas trilhas, nos quais os observadores permaneceram parados por 10 minutos registrando as espécies vistas ou ouvidas. Os pontos foram amostrados entre meia hora antes do nascer do Sol e três horas após o alvorecer, sendo cada um deles inventariado doze vezes, o que totalizou duas horas de esforço amostral por ponto e 40 horas de amostragem ao longo das duas trilhas. A coleta de dados ocorreu entre julho de 2008 e junho de 2009.

As aves foram identificadas com auxílio de binóculos 8 x 40 e 8 x 30, e principalmente através das vocalizações características. As vocalizações que não foram identificadas em campo foram gravadas para posterior identificação. A nomenclatura adotada segue a lista de aves do Brasil do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2009).

No entorno dos pontos foram feitas observações qualitativas sobre o relevo e a fitofisionomia. Através do método dos pontos quadrantes, foram amostrados para quatro árvores selecionadas os parâmetros: altura estimada, Perímetro à Altura do Peito – PAP, que posteriormente foi transformado em Diâmetro à Altura do Peito – DAP, e distância do ponto amostral (Martins, 1993). O PAP e a distância do ponto foram medidos com fita métrica de um metro e meio de comprimento. Com essas medidas, calculou-se a área basal total e a densidade de espécies arbóreas (Durigan, 2003). No total, foram efetuados 50 pontos quadrantes por trilha (N = 200 árvores/trilha).

Foram calculados para as comunidades de aves os índices de diversidade e equitatividade de Shannon-Wiener e de similaridade de Jaccard (Magurran, 1988), sendo estes valores comparados através de um teste t adaptado, proposto por Magurran (1988). O número total de espécies de aves por trilha foi estimado pelo método Bootstrap através do programa EstimateS (Colwell, 2009) e comparado aos valores obtidos. A avaliação da abundância relativa das espécies comuns às duas trilhas foi realizada através de análise de frequências pelo teste χ^2 , com fator de correção de Yates para um grau de liberdade.

Os parâmetros da vegetação foram comparados entre as trilhas através do teste z, no caso de valores médios, ou seguindo a fórmula utilizada por Aleixo (1999):

$$(T - CF)/CF \times 100.$$

A abundância relativa por ponto, apenas das aves que diferiram significativamente no total de contatos entre as trilhas, foi relacionada aos parâmetros da vegetação através de regressão linear múltipla (Rp). As guildas utilizadas são, com algumas modificações, as mesmas propostas por Willis (1979). A estrutura trófica das áreas amostrais foi comparada através de análise de regressão linear (R^2), correlacionando-se tanto a riqueza de espécies quanto o total de contatos por guilda (Blake, 2007). Os testes estatísticos foram

efetuados com o programa BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2010), os dados sofreram transformação logarítmica, com exceção dos utilizados em testes χ^2 e os resultados foram considerados significativos para $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

Com relação à estrutura da vegetação, na trilha CF foram encontrados valores significativamente maiores em relação à trilha T para os parâmetros área basal total, porcentagem de árvores do dossel, DAP médio e altura média. A trilha T apresentou valores significativamente maiores para os parâmetros densidade e porcentagem de árvores no sub-bosque (Tabela 1). Além do trecho com vegetação de menor porte e dos pontos com grande densidade de *Euterpe edulis* no interior da floresta, a trilha T apresentou pontos com maior predomínio de moitas de taquara, lianas e herbáceas quando comparados aos pontos de CF. Portanto, os dados indicam maior heterogeneidade da vegetação ao longo da trilha T quando comparada à CF. Algumas espécies arbóreas comuns nos trechos em estágio médio de sucessão secundária em ambas as trilhas foram *Tibouchina pulchra* Cogn., *Miconia cabussu* Hoehne, *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. e *Hyeronima alchorneoides* Allemão. Já nos trechos em estágio avançado destacaram-se *Micropholis crassipedicellata* (Mart. & Eichler ex Miq.) Pierre, *Ocotea catharinensis* Mez, *Copaifera trapezifolia* Hayne e *Pouteria bullata* (S. Moore) Baehni. No início da trilha T há uma área dominada por arvoretas e arbustos, na qual predominam *Clusia criuva* Cambess., *Psidium cattleianum* Sabine e *Myrsine umbellata* Mart., já nas extremidades de CF é frequente a *Attalea dubia* (Mart.) Burret. A palmeira *Euterpe edulis* Mart. ocorre ao longo de toda a extensão das trilhas, mas é extremamente abundante em certos trechos da T. Moitas esparsas de taquaras dos gêneros *Chusquea* e *Merostachys* também estão presentes em ambas as trilhas.

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

Tabela 1. Parâmetros estruturais analisados para a vegetação das trilhas amostradas no Parque Estadual Carlos Botelho – SP.

Table 1. Structural parameters of the vegetation from sampled trails in Carlos Botelho State Park – SP.

	Canela-Fornos	Taquaral	teste z (log 10)	Porcentagem de Variação
Densidade de árvores (indivíduos/ha)	5806,35	8305,02	#	43,03
Área Basal Total (m ² /ha)	12,22	4,46	#	- 63,49
Porcentagem de árvores amostradas no sub-bosque (1,80 – 5 m)	13	30	#	130,7
Porcentagem de árvores amostradas no nível médio (6 – 10 m)	42	41	#	- 2,38
Porcentagem de árvores amostradas no dossel (acima de 11)	45	29	#	- 35,5
DAP médio (cm)	22,504	14,471	5.278 p < 0,0001	
Altura média (m)	10,935	8,447	5.951 p < 0,0001	

Na trilha CF foram detectadas 96 espécies de aves distribuídas em 12 guildas, sendo 18 espécies (19%) registradas exclusivamente nesta área (Tabela 2). Para a trilha T obtiveram-se 111 espécies, distribuídas em 14 guildas, sendo 33 espécies (30%) exclusivas (Tabela 2). A estimativa de riqueza foi de 105 espécies para CF e de 120 para T (Figura 1). O número de contatos somando todas as espécies encontradas por área foi de 1.259 para CF e 1.481 para a T. A diversidade, CF = 3,95 e T = 4,01 (t = 1,36 g.l. 2740,74 n.s.) e a equitatividade, CF = 0,87 e T = 0,85, foram semelhantes entre as áreas, e a similaridade entre ambas foi de 0,60. Oito espécies foram registradas em CF apenas durante o trajeto entre os pontos de escuta: *Aburria jacutinga*, *Harpagus diodon*, *Geotrygon montana*, *Glaucidium minutissimum*, *Lepidocolaptes falcinellus*, *Xenops minutus*, *Oxyruncus cristatus* e *Phaeothlypis rivularis*. Na trilha T apenas quatro espécies foram registradas nessa situação: *Penelope obscura*, *Geotrygon montana*, *Anabacerthia amaurotis* e *Anabazenops fuscus*. Considerando as duas trilhas em conjunto, e as espécies detectadas somente durante os percursos entre pontos, foram registradas 134 espécies de aves. As 57 espécies detectadas em uma única trilha representaram 42% da riqueza total.

Entre as 78 espécies compartilhadas entre as trilhas, apenas 17 (22%) apresentaram abundância relativa significativamente diferente entre elas. Quatro foram mais abundantes em CF: *Tinamus solitarius*

($\chi^2 = 7,68$ p = 0,0056); *Chamaeza campanisona* ($\chi^2 = 11,25$ p = 0,0008); *Carpornis cucullata* ($\chi^2 = 10,47$ p = 0,0012) e *Piprites chloris* ($\chi^2 = 4,92$ p = 0,026). E treze em T: *Dysithamnus mentalis* ($\chi^2 = 6,25$ p = 0,012); *Mionectes rufiventris* ($\chi^2 = 16,96$ p < 0,001); *Leptopogon amaurocephalus* ($\chi^2 = 4,03$ p = 0,044); *Pitangus sulphuratus* ($\chi^2 = 4$ p = 0,045); *Chiroxiphia caudata* ($\chi^2 = 22,38$ p < 0,001); *Pachyrhamphus castaneus* ($\chi^2 = 4,08$ p = 0,043); *Cyclarhis gujanensis* ($\chi^2 = 4,64$ p = 0,031); *Vireo olivaceus* ($\chi^2 = 10,03$ p = 0,0015); *Thraupis sayaca* ($\chi^2 = 5,82$ p = 0,027); *Tangara cyanocephala* ($\chi^2 = 4,90$ p = 0,027); *Parula pitiayumi* ($\chi^2 = 16,53$ p < 0,001); *Basileuterus culicivorus* ($\chi^2 = 11,23$ p = 0,0008) e *Basileuterus leucoblepharus* ($\chi^2 = 4,92$ p = 0,026).

Entre as aves que apresentaram abundância relativa significativamente diferente entre as trilhas, seis demonstraram uma relação positiva com os parâmetros da estrutura da vegetação considerados: *Parula pitiayumi* com a densidade de árvores (Rp = 0,75 e p = 0,0001) e as demais com a área basal: *Tinamus solitarius* (Rp = 0,78 e p = 0,0005); *Chamaeza campanisona* (Rp = 0,60 e p = 0,0014); *Piprites chloris* (Rp = 0,66 e p = 0,0004); *Carpornis cucullata* (Rp = 0,84 e p = 0,0001) e *Vireo olivaceus* (Rp = 0,66 e p = 0,0004).

A estrutura trófica foi bastante semelhante entre as comunidades das duas áreas, tanto em relação a espécies, R² 0,96, quanto ao total de contatos, R² 0,88 (Figura 2).

Tabela 2. Aves registradas nas trilhas Canela-Fornos e Taquaral do Parque Estadual Carlos Botelho – SP, com a guilda a qual pertencem e o total de contatos obtido por trilha. Guildas: CA = Carnívoros; FD = Frugívoros do Dossel; GT = Granívoros Terrestres; GTA = Granívoros dos Taquarais; IA = Insetívoros Aéreos; ID = Insetívoros do Dossel; IN = Insetívoros Noturnos; ISB = Insetívoros do Sub-bosque; ITA = Insetívoros dos Taquarais; ITE = Insetívoros Terrestres; ITG = Insetívoros de Troncos e Galhos; NI = Nectarívoros-insetívoros; OD = Onívoros do Dossel e OS = Onívoros do Sub-bosque.

Table 2. Bird species recorded in Canela-Fornos and Taquaral trails from Carlos Botelho State Park - SP with their guilds and contacts obtained. Guilds: CA = Carnivores; FD = Canopy frugivores; GT = Terrestrial granivores; GTA = Bamboo granivores; IA = Aerial insectivores; ID = Canopy insectivores; IN = Nocturnal insectivores; ISB = Understory insectivores; ITA = Bamboo insectivores; ITE = Terrestrial insectivores; ITG = Trunk and twig insectivores; NI = Nectarivores-insectivores; OD = Canopy omnivores and OS = Understory omnivores.

Aves	Nome Popular	Guilda	Canela-Fornos	Taquaral
Tinamiformes				
Tinamidae				
<i>Tinamus solitarius</i> (Vieillot, 1819)	macuco	GT	18	4
<i>Crypturellus obsoletus</i> (Temminck, 1815)	inhambu-guaçu	GT	6	3
Galliformes				
Odontophoridae				
<i>Odontophorus capueira</i> (Spix, 1825)	uru-capueira	GT	3	1
Falconiformes				
Accipitridae				
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	CA	0	11
<i>Accipiter poliogaster</i> (Temminck, 1824)	tauatô-pintado	CA	0	2
Falconidae				
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	CA	0	4
<i>Herpetotheres cachimans</i> (Linnaeus, 1758)	acaçuã	CA	2	1
<i>Micrastur ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	falcão-caburé	CA	4	0
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	falcão-relógio	CA	4	0
Gruiformes				
Rallidae				
<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825)	saracura-do-brejo	ITE	0	4
Columbiformes				
Columbidae				
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	pomba-asa-branca	FD	36	26
<i>Patagioenas plumbea</i> (Vieillot, 1818)	pomba-amargosa	FD	6	11
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	GT	0	2

continua
to be continued

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcaño – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

continuação – Tabela 2
continuation – Table 2

Aves	Nome Popular	Guilda	Canela-Fornos	Taquaral
Psittaciformes				
Psittacidae				
<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1817)	tíriba-de-testa-vermelha	FD	39	24
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim-de-asa-azul	FD	1	0
<i>Brotogeris tirica</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rico	FD	10	13
<i>Pionopsitta pileata</i> (Scopoli, 1769)	cutú-cuitú	FD	14	5
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca-verde	FD	32	35
<i>Tricharia malachitacea</i> (Spix, 1824)	sabiacea	FD	7	1
Cuculiformes				
Cuculidae				
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	ID	1	3
Caprimulgiformes				
Caprimulgidae				
<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789)	tuju	IN	1	0
Apodiformes				
Trochilidae				
<i>Phaethornis eurynome</i> (Lesson, 1832)	rabo-branco-de-garganta-rajada	NI	12	12
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	tesoura-de-testa-violeta	NI	14	25
<i>Clytolaema rubricauda</i> (Boddaert, 1783)	beija-flor-rubi	NI	0	1
Trogoniformes				
Trogonidae				
<i>Trogon viridis</i> Linnaeus, 1766	surucua-de-barriga-dourada	OD	0	3
<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucua-variado	OD	41	26
<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	surucua-de-barriga-amarela	OD	13	14
Coraciiformes				
Momotidae				
<i>Baryphthengus ruficapillus</i> (Vieillot, 1818)	jujuva-verde	OS	1	0
Piciformes				
Ramphastidae				
<i>Ramphastos dicolorus</i> Linnaeus, 1766	tucano-de-bico-verde	FD	22	14
<i>Selenidera maculirostris</i> (Lichtenstein, 1823)	araçari-poca-de-bico-riscado	FD	1	0

continua
to be continued

continuação – Tabela 2
 continuation – Table 2

Aves	Nome Popular	Guilda	Canela-Fornos	Taquaral
Picidae				
<i>Picumnus temminckii</i> Lafresnaye, 1845	pica-pau-anão-de-coleira	ITG	3	6
<i>Melanerpes flavifrons</i> (Vieillot, 1818)	benedito	ITG	0	1
<i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	pica-pau-manchado	ITG	11	6
<i>Piculus aurulentus</i> (Temminck, 1821)	pica-pau-dourado	ITG	2	3
<i>Ceuleus flavescens</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-velho	ITG	5	6
<i>Campephilus robustus</i> (Lichtenstein, 1818)	pica-pau-rei	ITG	7	0
Passeriformes				
Thamnophilidae				
<i>Hypodaideus guttatus</i> (Vieillot, 1816)	chocão-carijó	ID	16	6
<i>Batara cinerea</i> (Vieillot, 1819)	matração	ITA	0	1
<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	choca-da-mata	ISB	0	7
<i>Dysithamnus stictothorax</i> (Temminck, 1823)	choquinha-de-peito-pintado	ISB	0	1
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa	ISB	10	26
<i>Myrmotherula gularis</i> (Spix, 1825)	choquinha-estrelada	ISB	31	23
<i>Terenura maculata</i> (Wied, 1831)	zidedê	ID	17	21
<i>Pyriglena leucoptera</i> (Vieillot, 1818)	olho-de-fogo-do-sul	ISB	4	10
<i>Myrmeciza squamosa</i> Pelzeln, 1868	formigueiro-da-grota	ITE	8	9
Conopophagidae				
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831)	chupa-dente-marrrom	ITE	2	8
<i>Conopophaga melanops</i> (Vieillot, 1818)	chupa-dente-mascarado	ITE	3	0
Grallariidae				
<i>Grallaria varia</i> (Boddaert, 1783)	tovacuçu	ITE	7	4
Rhinocryptidae				
<i>Psilorhamphus guttatus</i> (Ménétriés, 1835)	macuquinho-pintado	ITA	0	1
<i>Eileoscytalopus indigoticus</i> (Wied, 1831)	macuquinho-perereca	ITA	0	1
Formicariidae				
<i>Chamaeza campanisona</i> (Lichtenstein, 1823)	tovaca-campainha	ITE	62	29
Scleruridae				
<i>Sclerurus scansor</i> (Ménétriés, 1835)	vira-folha-vermelho	ITE	12	4

continua
 to be continued

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcaño – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

continuação – Tabela 2
continuation – Table 2

Aves	Nome Popular	Guilda	Canela-Formos	Taquaral
Dendrocolaptidae				
<i>Dendrocincla turdina</i> (Lichtenstein, 1820)	arapaçu-liso	ISB	12	13
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde	ITG	65	66
<i>Xiphocolaptes albicollis</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-de-garganta-branca	ITG	1	1
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	arapaçu-de-bico-preto	ISB	2	0
<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	ITG	22	31
Fumariidae				
<i>Cranioleuca pallida</i> (Wied, 1831)	joão-pálido	ID	0	1
<i>Anabacerthia amaurotis</i> (Temminck, 1823)	limpa-folha-miúdo	ISB	1	0
<i>Philydor atricapillus</i> (Wied, 1821)	limpa-folha-coroadado	ISB	18	10
<i>Philydor rufum</i> (Vieillot, 1818)	limpa-folha-de-testa-ruiva	ID	15	24
<i>Automolus leucophthalmus</i> (Wied, 1821)	barranqueiro-de-olho-branco	ISB	10	10
<i>Lochmias nematura</i> (Lichtenstein, 1823)	joão-do-riacho	ITE	6	7
<i>Heliobletus contaminatus</i> Berlepsch, 1885	trepadorzinho	ITG	2	1
<i>Xenops minutus</i> (Spartman, 1788)	bico-virado-miúdo	ITG	0	1
<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821	bico-virado-carijó	ITG	2	0
Tyrannidae				
<i>Mionectes rufiventris</i> Cabanis, 1846	abre-asa-de-cabeça-cinza	OS	2	24
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	abre-asa-cabeçudo	ISB	9	21
<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	maria-cigarra	ISB	7	9
<i>Phyllomyias burmeisteri</i> Cabanis & Heine, 1859	poaieiro-do-sul	OD	1	0
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	piozinho	OD	0	1
<i>Phyllomyias griseicapilla</i> Sclater, 1862	poaieiro-serrano	OD	4	0
<i>Campostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	OD	0	1
<i>Phylloscartes ventralis</i> (Temminck, 1824)	maria-borboletinha	ID	1	1
<i>Phylloscartes oustaleti</i> (Sclater, 1887)	treme-rabo	ID	4	11
<i>Tolmomyias sulphureus</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta	ID	16	26
<i>Playrynchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho-de-garganta-branca	ISB	21	20
<i>Onychorhynchus swainsoni</i> (Pelzeln, 1858)	maria-leque-do-sudeste	ISB	0	1
<i>Lathrotriccus eulérii</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado	ISB	14	8

continua
to be continued

continuação – Tabela 2
 continuation – Table 2

Aves	Nome Popular	Guilda	Canela-Fornos	Taquaral
<i>Colonia colomus</i>	maria-viuvinha	ID	0	1
<i>Legatus leucophaius</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-pirata	OD	0	1
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi-verdadeiro	OD	1	8
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado	OD	0	7
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	OD	0	2
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	maria-irré	OD	6	3
<i>Attila phoenicurus</i> Pelzeln, 1868	tinguaçu-castanho	ID	25	38
<i>Attila rufus</i> (Vieillot, 1819)	tinguaçu-de-cabeça-cinza	OS	17	29
Cotingidae				
<i>Carpornis cucullata</i> (Swainson, 1821)	corocochó	FD	40	15
<i>Procnias nudicollis</i> (Vieillot, 1817)	araponga	FD	57	76
<i>Pyroderus scutatus</i> (Shaw, 1792)	pavó	FD	4	11
Pipridae				
<i>Piprites chloris</i> (Temminck, 1822)	caneleirinho-cantor	ID	11	2
<i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw & Nodder, 1793)	tangará-dançarino	OS	59	124
Tityridae				
<i>Oxyruncus cristatus</i> Swainson, 1821	bico-agudo	OD	0	1
<i>Schiffornis virescens</i> (Lafresnaye, 1838)	flautim-verde	OS	76	80
<i>Tityra inquisitor</i> (Lichtenstein, 1823)	araponguinha-de-cara-preta	OD	0	1
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	araponguinha-de-rabo-preto	OD	1	0
<i>Pachyramphus castaneus</i> (Jardine & Selby, 1827)	caneleiro-castanho	OD	2	10
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	OD	1	0
<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-crista	OD	0	2
Vireonidae				
<i>Cycalthis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	OD	9	22
<i>Vireo olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	juruviaira-oliva	OD	8	28
<i>Hypothylus poicilotis</i> Temminck, 1822	vite-vite-coroado	OD	27	25
Hirundinidae				
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora-do-sul	IA	0	1
Poliptilidae				
<i>Ramphocaelus melanurus</i> Vieillot, 1819	balança-rabo-de-bico-longo	ISB	0	1

continua
 to be continued

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcaño – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

continuação – Tabela 2
continuation – Table 2

Aves	Nome Popular	Guilda	Canela-Fornos	Taquaral
Turdidae				
<i>Turdus flavipes</i> Vieillot, 1818	sabiá-una	OD	28	17
<i>Turdus rufigularis</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	OS	0	2
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	OS	49	47
Coerebidae				
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	NI	0	4
Thraupidae				
<i>Salpator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trineca-ferro-verdadeiro	OD	0	1
<i>Orthogonyx chloricterus</i> (Vieillot, 1819)	catirumbava	OD	1	0
<i>Trichothraupis melanops</i> (Vieillot, 1818)	tié-de-topete	OS	4	10
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	gurundi	OS	0	2
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinza	OD	1	10
<i>Thraupis cyanoptera</i> (Vieillot, 1817)	sanhaço-da-serra	OD	4	3
<i>Thraupis</i> sp.	sanhaço	OD	1	1
<i>Tangara seledon</i> (Statius Muller, 1776)	saiira-sete-cores	OD	4	1
<i>Tangara cyanocephala</i> (Statius Muller, 1776)	saiira-militar	OD	1	9
<i>Tangara</i> sp.	saiira	OD	14	11
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	sai-andorinha	OD	3	0
<i>Hemithraupis ruficapilla</i> (Vieillot, 1818)	saiira-ferrugem	OD	2	6
Emberizidae				
<i>Haplospiza unicolor</i> Cabanis, 1851	catatau	GTA	0	4
<i>Sporophila frontalis</i> (Verreaux, 1869)	pixoxó	GTA	2	0
Cardinalidae				
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	tié-da-mata	OS	14	15
Parulidae				
<i>Parula pitayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita-do-sul	OD	4	28
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppé, 1830)	pula-pula-coroado	ISB	57	100
<i>Basileuterus leucoblepharus</i> (Vieillot, 1817)	pula-pula-assobiador	ITE	2	11
<i>Phaeothlypis rivularis</i> (Wied, 1821)	pula-pula-ribeirinho	ITE	0	5
Icteridae				
<i>Cacicus chrysopterus</i> (Vigors, 1825)	japim-soldado	OD	5	5
Fringillidae				
<i>Euphonia pectoralis</i> (Latham, 1801)	ferro-velho	OD	11	7

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

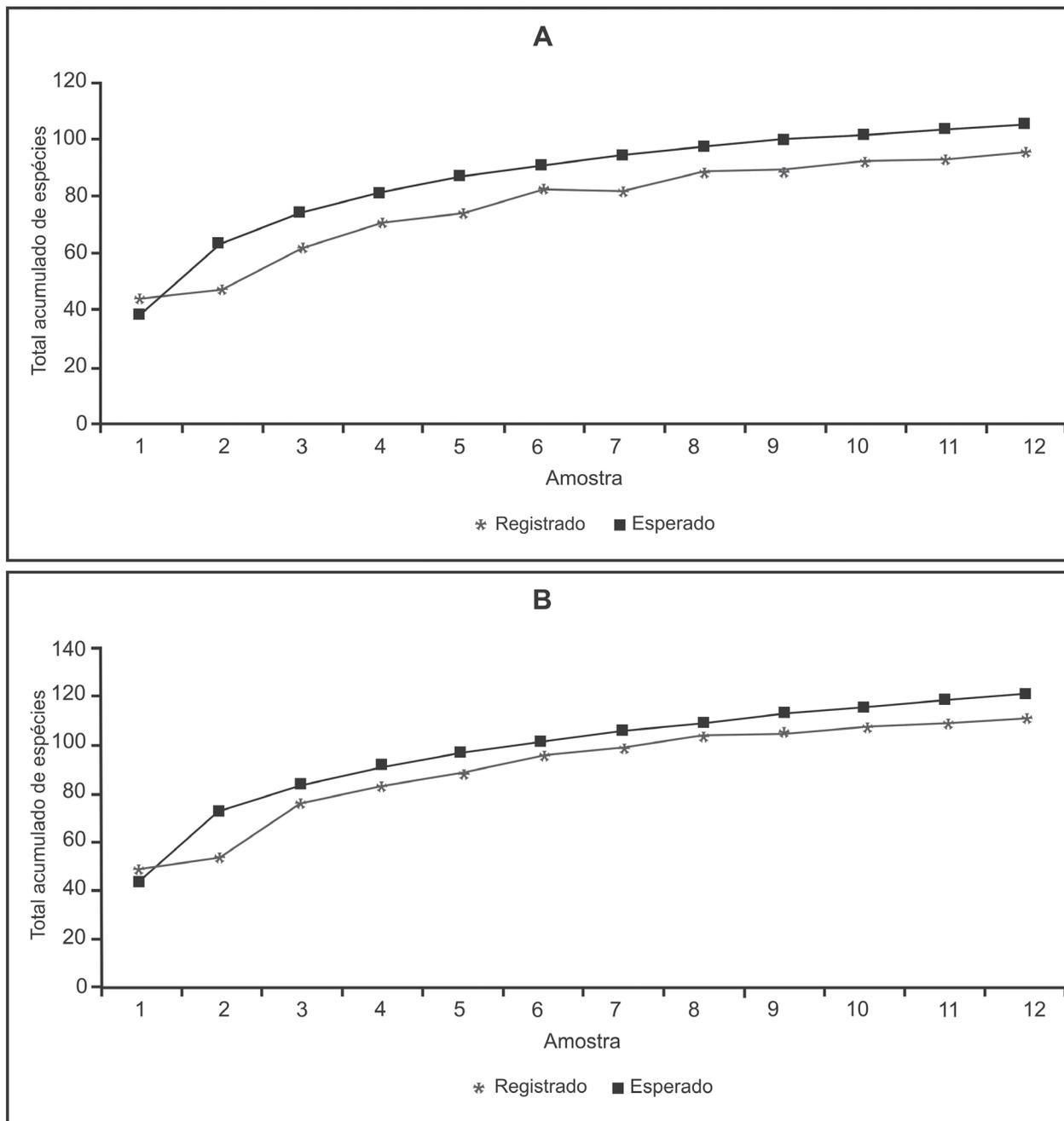


Figura 1. Curvas de acúmulo de espécies, valores obtidos e estimados (Bootstrap), para as trilhas amostradas no Parque Estadual Carlos Botelho. A – Canela-Fornos; B – Taquaral.

Figure 1. Cumulative bird species curves recorded and estimated (Bootstrap) from trails sampled in Carlos Botelho State Park. A – Canela-Fornos; B – Taquaral.

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

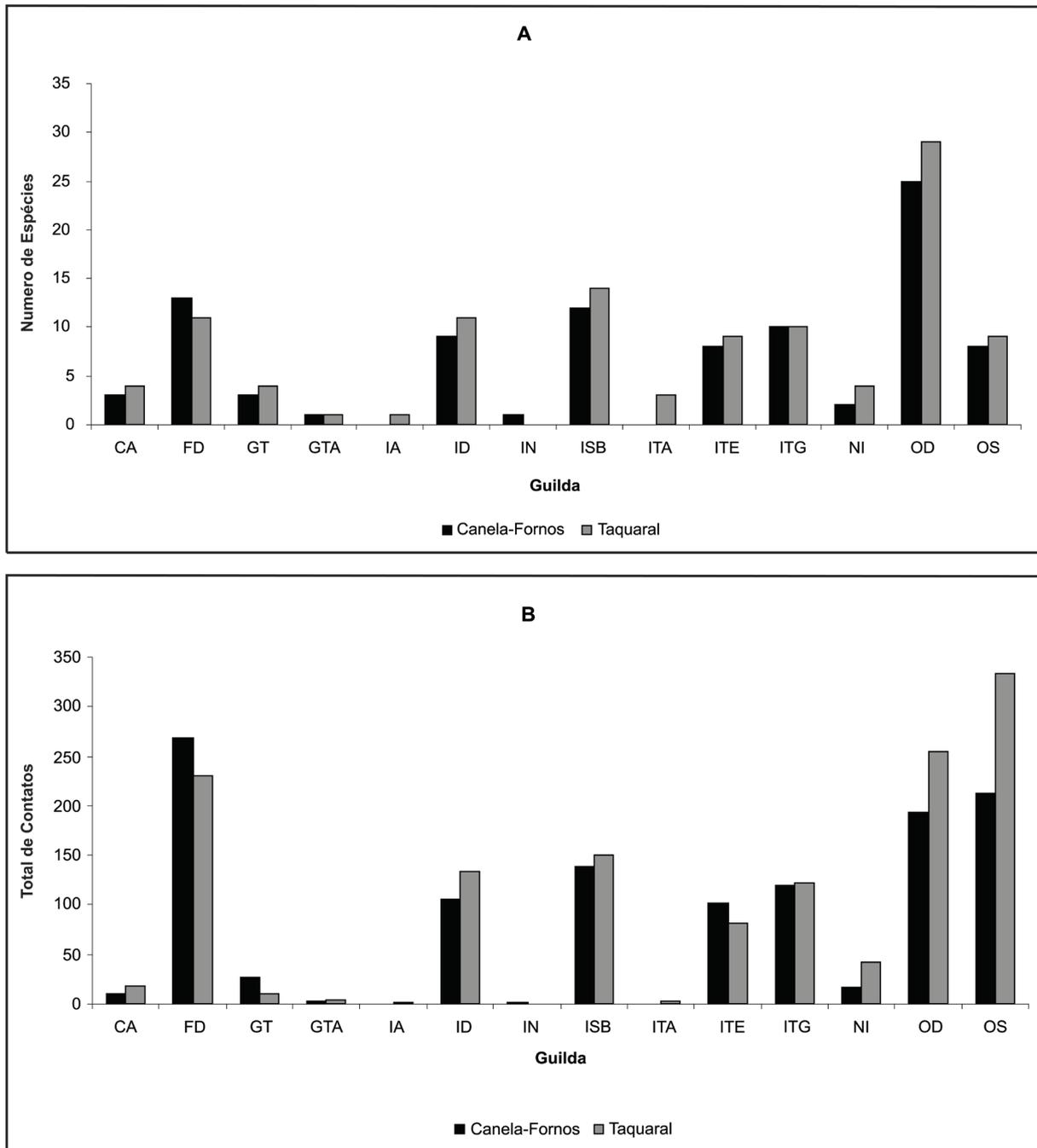


Figura 2. A - Riqueza por guilda. B - Total de contatos por guilda. Guildas: CA = Carnívoros; FD = Frugívoros do Dossel; GT = Granívoros Terrestres; GTA = Granívoros dos Taquarais; IA = Insetívoros Aéreos; ID = Insetívoros do Dossel; IN = Insetívoros Noturnos; ISB = Insetívoros do Sub-bosque; ITA = Insetívoros dos Taquarais; ITE = Insetívoros Terrestres; ITG = Insetívoros de Troncos e Galhos; NI = Nectarívoros-insetívoros; OD = Onívoros do Dossel e OS = Onívoros do Sub-bosque.

Figure 2. A - Bird richness by guild. B - Number of contacts by guild. Guilds: CA = Carnivores; FD = Canopy frugivores; GT = Terrestrial granivores; GTA = Bamboo granivores; IA = Aerial insectivores; ID = Canopy insectivores; IN = Nocturnal insectivores; ISB = Understory insectivores; ITA = Bamboo insectivores; ITE = Terrestrial insectivores; ITG = Trunk and twig insectivores; NI = Nectarivores-insectivores; OD = Canopy omnivores and OS = Understory omnivores.

4 DISCUSSÃO

Os parâmetros quantitativos considerados para as comunidades de aves analisadas, riqueza, diversidade e equitatividade, foram muito similares entre as duas trilhas, contrastando com as diferenças observadas na estrutura da vegetação. Entretanto, as áreas amostrais diferiram na composição de espécies de aves e na proporção de espécies exclusivas a uma única trilha. Por se tratarem de áreas muito próximas, é possível atribuir essas diferenças a processos ecológicos e não aos biogeográficos (Blake, 2007). Não foi possível obter réplicas para as trilhas, porém para as análises efetuadas, as mesmas foram consideradas como tratamentos distintos. Devido às áreas encontrarem-se separadas pelo leito da rodovia SP139, que provavelmente funciona como uma barreira à dispersão de várias espécies de sub-bosque (Develey e Stouffer, 2001), pode-se assumir uma menor dependência espacial do que se esperaria devido à proximidade entre elas.

A trilha T, com vegetação mais heterogênea, apresentou maior riqueza e maior número de espécies exclusivas de aves. Essa maior heterogeneidade estrutural foi gerada por ações antrópicas do passado. Provavelmente, somente por estarem contíguas a áreas no estágio avançado, resultando num distúrbio moderado na vegetação ao longo da trilha, é que tais áreas perturbadas contribuíram para um incremento na riqueza e na diversidade de aves local (Aleixo, 1999; Bojorges-Banos e López-Mata, 2006). As espécies significativamente mais abundantes em CF, quando comparadas às significativamente mais abundantes em T, são dependentes de florestas em estágio avançado de sucessão, consideradas mais exigentes quanto ao habitat e mais sensíveis às perturbações (Aleixo, 1999).

Outro fator a ser considerado é a variação da influência da estrutura da vegetação na detectabilidade das aves ao longo das trilhas e conseqüentemente na eficiência do método amostral. Tanto as curvas de acúmulo de espécies quanto o maior número de espécies registradas fora dos pontos amostrais indicam que um maior esforço seria recomendado em CF. Entretanto, considerou-se que os resultados, que poderiam ser obtidos,

não seriam significativos a ponto de se optar por violar o pressuposto de mesmo esforço amostral para as trilhas. Portanto, foi assumido que a amostragem caracterizou de maneira adequada as comunidades de aves.

Florestas maduras são o habitat primário para a maioria das espécies genuinamente florestais, porém algumas destas espécies podem colonizar áreas nos estádios intermediários de sucessão ou utilizar temporariamente certos recursos alimentares nelas presentes (Borges e Stouffer, 1999; Blake e Loiselle, 2001). Muito antes de atingir uma estrutura semelhante à encontrada em florestas em estágio avançado, as secundárias em estágio intermediário já fornecem vários recursos alimentares para as aves (De Walt et al., 2003). Contudo, as comunidades de aves de florestas secundárias diferem das comunidades de florestas maduras em termos de riqueza, composição e estrutura trófica (Robinson e Terborgh, 1997; Blake e Loiselle, 2001). Assim, um desdobramento importante do presente trabalho seria a avaliação de quantas espécies apresentam indivíduos residentes o ano todo em cada trilha ou em cada fitofisionomia que possa ser nelas reconhecida, pois só foram encontradas diferenças significativas na composição de espécies entre as áreas.

Os resultados obtidos demonstram que áreas muito próximas, apesar de apresentarem comunidades de aves com riqueza, diversidade e estrutura trófica similares, podem diferir acentuadamente na composição de espécies em decorrência de variações na heterogeneidade estrutural da vegetação. No presente caso, a diferença na composição de espécies entre as trilhas derivou de distribuições pontuais ou descontínuas de espécies ao longo das trilhas, indicando espécies raras ou com distribuição em manchas (Terborgh et al., 1990). Teoricamente, essas populações menores, esparsamente distribuídas, permitiriam a ocupação de uma dada área por mais espécies. Dessa maneira, a substituição de espécies numa escala local pode contribuir muito para a riqueza regional (Cohn-Haft et al., 1997; Thiollay, 2002).

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

Quanto ao monitoramento do impacto da intrusão humana sobre as aves, este geralmente é avaliado em termos de alterações comportamentais em resposta à presença das pessoas (Gutzwiller e Riffellb, 2008; Gutzwiller et al., 1994, 1997, 1998a, b, 2002). A maioria das espécies parece se adaptar a tal intrusão, mas espécies de maior porte que habitam áreas de grande visibilidade ou vivem mais próximas do solo se adaptam aumentando a sua distância de fuga (Gutzwiller et al., 1998a; Wang et al., 2004). Também, foram relatadas diminuições na riqueza e diversidade locais, devido ao desalojamento de espécies em áreas com alta visitação (Fernández-Juricic, 2000; Heil et al., 2007) e decréscimos populacionais (Gill et al., 2001; Heil et al., 2007).

As espécies não respondem identicamente à presença humana e isto pode ter consequências na organização das comunidades, por exemplo, Heil et al. (2007) registraram redução significativa na densidade de insetívoros, mas não para outras guildas. Assim, é possível que dificuldades de acesso aos recursos alimentares resultem em algumas das alterações observadas.

Altos níveis de intrusão não devem ocorrer em Unidades de Conservação de Proteção Integral. No caso de níveis baixos é importante conhecer até quais distâncias a partir do foco de perturbação (e.g. trilhas) a distribuição e o comportamento das espécies pode ser alterado, a fim de se proteger as espécies sensíveis e também evitar restrições desnecessárias ao uso público (Gutzwiller e Anderson, 1999). Em áreas grandes como o Parque Estadual Carlos Botelho os efeitos populacionais da intrusão de ecoturistas, pesquisadores e estudantes sobre as aves, provavelmente é pouco significativo. Entretanto, como muitos visitantes buscam o contato com animais selvagens, principalmente aves, o monitoramento das trilhas e o manejo de sua utilização são necessários para preservar os próprios atrativos do parque.

A avaliação do impacto sobre a fauna baseada apenas na permanência ou não de certas espécies na área, após o início da visitação, pode ser inadequada, pois as espécies monitoradas muitas vezes não apresentam opções quanto a áreas de fuga (Gill et al., 2001).

Como a habituação pode não refletir as consequências populacionais da intrusão humana e vice-versa, protocolos de monitoramento mais abrangentes são necessários.

Para avaliar alterações na riqueza, pelo menos um ano de amostragem é requerido, devido aos fatores discutidos anteriormente. Já para alterações de abundância relativa, a metodologia pode ser adaptada com a utilização do Índice Pontual de Abundância – IPA, obtido dividindo-se o total de contatos com a espécie pelo total de pontos amostrados (Vielliard, 2000). Assim, a amostragem pode ser concentrada nos meses de maior atividade reprodutiva, setembro a fevereiro, quando a detecção é favorecida.

No presente caso, duas abordagens de monitoramento são factíveis: a avaliação de cada trilha independentemente e a comparação entre elas devido às intensidades de uso distintas. Quando o presente trabalho foi efetuado, ambas as trilhas já estavam sendo utilizadas para uso público, porém com baixa intensidade e esporadicamente. Mesmo na trilha autoguiada, o uso concentra-se num pequeno trecho ao longo do rio Taquaral, que é utilizado para recreação. Tal condição deverá ser alterada a médio prazo, pois há uma política de incentivo ao ecoturismo por parte da Secretaria do Meio Ambiente do Estado que inclui o PECB. A gestão da visitação deverá incluir amostragens para estimar o total de usuários da trilha autoguiada. Portanto, os dados obtidos podem ser utilizados como parâmetros de uma condição inicial das comunidades de aves nas trilhas.

Para monitoramentos de longa duração, a riqueza não é um bom parâmetro, pois está relacionada à heterogeneidade da vegetação, que varia ao longo do tempo com o processo de sucessão ecológica. Da mesma forma, as espécies que diferiram significativamente em abundância relativa entre as trilhas também não servem para o monitoramento comparativo entre elas, por serem claramente influenciadas pela estrutura da vegetação. E devido à baixa visibilidade dos indivíduos, abordagens sobre alterações comportamentais não são factíveis.

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

Portanto, levando-se em conta as condições locais, a abordagem mais adequada para a avaliação do impacto do uso público sobre a avifauna, em cada uma das trilhas, é o monitoramento da abundância relativa das espécies, considerando possíveis alterações estruturais na vegetação. Já para a análise comparativa da influência da intensidade de uso das trilhas sobre a comunidade de aves, sugere-se o monitoramento de 15 espécies registradas ao longo das trilhas ou bem próximo a elas, de fácil visualização ou com vocalizações muito características, e que não diferiram significativamente em abundância relativa entre as trilhas: *Myrmotherula gularis*, *Pyriglena leucoptera*, *Myrmeciza squamosa*, *Sclerurus scansor*, *Dendrocincla turdina*, *Sittasomus griseicapillus*, *Xiphorhynchus fuscus*, *Philydor atricapillus*, *Automolus leucophthalmus*, *Platyrinchus mystaceus*, *Attila rufus*, *Schiffornis virescens*, *Turdus albicollis*, *Trichothraupis melanops* e *Habia rubica*.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e ao Instituto Florestal pela bolsa concedida à primeira autora, ao gestor do Parque Estadual Carlos Botelho, José Luiz Camargo Maia, pelo apoio e incentivo à pesquisa e à Dra. Regina Miura pelas críticas e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEIXO, A. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. **Condor**, v. 101, p. 537-548, 1999.
- ANDRADE, W.J.; ROCHA, R.F. Manual de trilhas: um manual para gestores. **IF Sér. Reg.**, n. 35, p. 1-74, 2008.
- ANTUNES, A.Z. et al. Avaliação das informações disponíveis sobre a avifauna do Parque Estadual Carlos Botelho. **Rev. Inst. Flor.**, v. 18, n. único, p. 103-120, 2006.
- AYRES, M.M. et al. **BioEstat 5.0** – aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM/MCT/CNPq, 2008. Disponível em: <<http://www.mamiraua.org.br/download/Default.aspx?dirpath=e\home\mamiraua\Web\download\BioEstat%20Português&tipo=diretoria>>. Acesso em: 9 abr. 2010.
- BIBBY, C.J.; BURGESS, N.D.; HILL, D.A. **Bird census techniques**. Orlando: Academic Press, 1992. 257 p.
- BLAKE, J.G. Neotropical forest bird communities: a comparison of species richness and composition at local and regional scales. **Condor**, v. 109, n. 1, p. 237-255, 2007.
- _____; LOISELLE, B.A. Bird assemblages in second-growth and old-growth forests, Costa Rica: perspectives from mist nets and point counts. **Auk**, v. 118, n. 2, p. 304-326, 2001.
- BOJORGES-BANOS, J.C.; LÓPEZ-MATA, L. Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. **Rev. Mexicana de Biodiversidad**, v. 77, n. 235-249, 2006.
- BORGES, S.H.; STOUFFER, P.C. Bird communities in two types of anthropogenic successional vegetation in central Amazonia. **Condor**, v. 101, p. 529-536, 1999.
- COHN-HAFT, M.; WHITTAKER, A.; STOUFFER, P.C. A new look at the “species-poor” central Amazon: the avifauna north of Manaus, Brazil. **Ornithological Monographs**, v. 48, p. 205-235, 1997.
- COLWELL, R.K. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. Persistent URL. 2009. Disponível em: <<http://www.purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em: 9 abr. 2010.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS – CBRO. **Listas das aves do Brasil**. Versão 9/8/2009. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 9 abr. 2010.

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

DAVENPORT, L. et al. Ferramentas de ecoturismo para parques. In: TERBORGH, J. et al. (Org.). **Tornando os parques eficientes – estratégias para a conservação da natureza nos trópicos**. Curitiba: Editora da UFPR: Fundação O Boticário, 2002. p. 305-333.

DEVELEY, P.F.; STOUFFER, P. Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in central Amazonian Brazil. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1416-1422, 2001.

DE WALT, S.J.; MALIAKAL, S.K.; DENSLOW, J.S. Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. **Forest Ecology and Management**, v. 182, p. 139-151, 2003.

DUIM, R. van der; CAALDERS, J. Biodiversity and tourism: impacts and interventions. **Annals of Tourism Research**, v. 29, n. 3, p. 743-761, 2002.

DURIGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: CULLEN Jr., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora UFPR, 2003. p. 455-479.

FERNANDEZ-JURICIC, E. Local and regional effects of pedestrians on forest birds in a fragmented landscape. **Condor**, v. 102, n. 2, p. 247-255, 2000.

FERRAZ, L.P.M.; VARJABEDIAN, R. **Evolução histórica da implantação e síntese das informações disponíveis sobre o Parque Estadual Carlos Botelho**. São Paulo: SMA: CINP: IF: DRPE: PECB, 1999. 95 p.

GILL, J.A.; NORRIS, K.; SUTHERLAND, W.J. Why behavioral responses may not reflect the population consequences of human disturbance. **Biological Conservation**, v. 97, p. 265-268, 2001.

GUTZWILLER, K.J.; ANDERSON, S.H. Spatial extent of human-intrusion effects on subalpine bird distributions. **Condor**, v. 101, p. 378-389, 1999.

GUTZWILLER, K.J. et al. Effects of human intrusion on song occurrence and singing consistency in subalpine birds. **Auk**, v. 111, n. 1, p. 28-37, 1994.

_____. et al. Does human intrusion alter the seasonal timing of avian song during breeding periods? **Auk**, v. 114, n. 1, p. 55-65, 1997.

_____. et al. Vertical distribution of breeding-season birds: is human intrusion influential? **Wilson Bulletin**, v. 110, n. 4, p. 497-503, 1998a.

_____. et al. Bird tolerance to human intrusion in Wyoming montane forests. **Condor**, v. 100, n. 5, p. 19-527, 1998b.

_____.; RIFFELLB, S.K. Does repeated human intrusion alter use of wildland sites by red squirrels? Multiyear experimental evidence. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 2, p. 374-380, 2008.

_____.; _____.; ANDERSON, S.H. Repeated human intrusion and the potential for nest predation by gray jays. **Journal of Wildlife Management**, v. 66, n. 2, p. 372-380, 2002.

HEIL, L. et al. Avian responses to tourism in the biogeographically isolated high Córdoba Mountains, Argentina. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, p. 1009-1026, 2007.

LAILOLO, P. Diversity and structure of the bird community overwintering in the Himalayan Subalpine zone: is conservation compatible with tourism? **Biological Conservation**, v. 15, p. 251-262, 2003.

LI, W. et al. Tourism's impacts on natural resources: a positive case from China. **Environment Management**, v. 38, p. 572-579, 2006.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 192 p.

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma Floresta Mesófila**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 1993. 246 p.

MBAIWA, J.E. Enclave tourism and its socio-economic impacts in the Okavango delta, Botswana. **Tourism Management**, v. 26, p. 157-172, 2003.

SILVA, B.G. de; ANTUNES, A.Z.; ESTON, M.R. de. Variação local na composição da comunidade de aves no Parque Estadual Carlos Botelho, São Miguel Arcanjo – SP e propostas para o monitoramento do impacto do ecoturismo.

ROBINSON, S.K.; TERBORGH, J. Bird community dynamics along primary successional gradients of an Amazonian whitewater river. **Ornithological Monographs**, v. 48, p. 641-672, 1997.

ROBINSON, W.D.; BRAUN, J.D.; ROBINSON, S.K. Forest bird community structure in central Panama: influence of spatial scale and biogeography. **Ecological Monographs**, v. 70, n. 2, p. 209-235, 2000.

SUN, D.; WALSH, D. Review of studies on environmental impacts of recreation and tourism in Australia. **Journal of Environmental Management**, v. 53, p. 323-328, 1998.

TERBORGH, J. et al. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. **Ecological Monographs**, v. 60, n. 1, p. 213-238, 1990.

_____.; DAVENPORT, L. Monitorando as áreas protegidas. In: TERBORGH, J. et al. (Org.). **Tornando os parques eficientes – estratégias para a conservação da natureza nos trópicos**. Curitiba: Editora da UFPR: Fundação O Boticário, 2002. p. 426-439.

THIOLLAY, J.M. Avian diversity and distribution in French Guiana: patterns across a large forest landscape. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 471-498, 2002.

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

VIELLIARD, J.M. Bird community as an indicator of biodiversity: results from quantitative surveys in Brazil. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 72, n. 3, p. 323-330, 2000.

WANG, Y.; CHEN, S.; DING, P. Flush distance: bird tolerance to human intrusion in Hangzhou. **Zoological Research**, v. 25, n. 3, p. 214-220, 2004.

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

PARÂMETROS GENÉTICOS E GANHOS NA SELEÇÃO EM TESTE DE PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE *Eucalyptus pellita*, EM BATATAIS–SP¹

GENETIC PARAMETERS AND GAINS WITH THE SELECTION IN OPEN POLLINATED PROGENY TEST OF *Eucalyptus pellita*, IN BATATAIS–SP

Marcelo ZANATA³; Miguel Luiz Menezes FREITAS^{3,4};
Morgana Tramontini SILVA²; Eurípedes MORAIS³;
Antonio Carlos Scatena ZANATTO³; Alexandre Magno SEBBENN^{3,5}

RESUMO – Os objetivos deste estudo foram estimar parâmetros genéticos, ganhos na seleção e avaliar o desenvolvimento silvicultural da espécie em um teste de progênies de *Eucalyptus pellita*, aos 23 anos de idade, estabelecido em Batatais, SP. Foram testadas 25 progênies de polinização aberta de árvores amostradas da Austrália. O teste de progênies foi instalado em 1986, no delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas de uma planta e 100 repetições. Em 2009, foram avaliados a altura, o diâmetro à altura do peito – DAP, a forma do fuste e a sobrevivência. Aos 23 anos de idade, a sobrevivência foi de 69%, que pode ser considerada satisfatória, visto que o ensaio não foi desbastado. Os incrementos médios anuais foram altos em DAP (1,14 cm), altura (0,89 m), volume (0,0316 m³/árvore), indicando alto potencial silvicultural nesse local. Os coeficientes de variação genética e de herdabilidade em altura, em nível de média de progênies (h_m^2), foram altos (mínimos de 5,7% e 0,85, respectivamente). Isso indica que o material tem potencial para ser melhorado geneticamente via seleção entre progênies. Ganhos genéticos foram estimados considerando-se a seleção sequencial entre e dentro de progênies. Os resultados mostraram a possibilidade de se capitalizar grandes progressos genéticos em todos os caracteres avaliados (29,1% a 85,4%). Esses ganhos foram estimados para plantios desse material com 23 anos de idade, em ambientes com características edafoclimáticas similares às da região de estudo e realizados com sementes originadas do presente teste após a seleção entre e dentro de progênies.

Palavras-chave: conservação genética; melhoramento florestal; variabilidade genética.

ABSTRACT – The study was established to estimate genetic parameters and expected gains through selection, as well as to evaluate the silvicultural potential of *Eucalyptus pellita*, at 23 years of age in Batatais, São Paulo State, Brazil. Twenty five open-pollinated families sampled from the natural forest in Australia were tested. The trial was established in 1986 in a randomized block design with single plant plots replicated 100 times. In 2009, height, diameter at breast height, stem form and survival were assessed and the volume was estimated. The 69% survival rate was considered to be satisfactory, since it had never been thinned. The annual growth rate was high in DBH (1.14 cm), height (0.89 m), and volume (0.0316 m³/tree), indicating its high silvicultural potential on the site. The genetic variation and heritability in height at family level (h_m^2) were high (minimum of 5.7% and 0.85, respectively). This indicated the high potential of the material for further improvement through family selection. The estimates of genetic gains through sequential selection among and within families ranged from 29.1% to 85.4% in all traits. These are expected in stands of this material at 23 years of age on a similar site.

Keywords: genetic conservation; genetic variability; tree breeding.

¹Recebido para análise em 10.02.10. Aceito para publicação em 20.07.10. Disponibilizado *online* em 02.06.11.

²Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Avenida Luiz de Camões, 2090, 88520-000 Lages, SC, Brasil.

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

⁴Autor para correspondência: Miguel Luiz Menezes Freitas – miguellmfreitas@yahoo.com.br

⁵Autor para correspondência: Alexandre Magno Sebbenn – alexandresebbenn@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

O sucesso do setor florestal brasileiro advém de florestas plantadas, em especial a partir de espécies introduzidas. Apesar de ser um setor relativamente novo no Brasil, cerca de um século, apresenta crescimento e sucesso contínuos. Segundo dados da Aracruz (2008), *Eucalyptus* é o gênero de plantas arbóreas com a maior área plantada no Brasil (aproximadamente 3,5 milhões de hectares).

Eucalyptus é um gênero da família Mirtaceae, com mais de 600 espécies descritas, originárias, sobretudo, da Austrália e da Indonésia. As espécies de *Eucalyptus* apresentam-se como grande alternativa para a produção de madeira nos próximos anos e as indústrias deste setor já apostam na sua disponibilidade para os futuros suprimentos de matéria-prima. Seu uso é real, de múltiplas utilidades e fácil trabalhabilidade, com boas respostas ao melhoramento genético, bem como já se tem conhecimento de sua silvicultura e o manejo de várias espécies do gênero. O cultivo da espécie é amplamente voltado para fornecimento de celulose e energia, por isso são florestas jovens, de ciclo curto e de rápido crescimento. As indústrias moveleiras e de construção civil estão em busca de novas espécies com a possibilidade de utilização intensiva da madeira de *Eucalyptus* nos seus produtos, tendo conseguido resultados satisfatórios. Contudo, na utilização da madeira para fins mais nobres, é necessário aprimorar ainda mais estes estudos, avaliando a qualidade da madeira e incorporá-las aos programas de melhoramento genético e de manejo da floresta (A madeira..., 2001).

No Brasil, algumas espécies desse gênero se destacam com maior interesse econômico, como é o caso de *E. grandis*, *E. urophylla* e *E. saligna*, amplamente cultivado pela indústria de papel e celulose. Ainda assim, há a busca por novas espécies que possam se tornar promissoras, tendo como primeiro desafio nesta busca a definição de quais espécies merecem maior atenção,

e então realizar maiores estudos sobre estas e estabelecer programas de melhoramento genético para potencializar seu desenvolvimento. A partir dessas considerações, alguns estudos vêm sendo realizados sobre *Eucalyptus pellita* F. Muell., que apresenta como característica ser uma espécie com excelente forma do fuste, sendo reto até meia altura da árvore. A espécie pode superar 40 m de altura e 1 m de diâmetro à altura do peito – DAP, chegando a atingir uma altura entre 13 e 15 m aos três anos e meio de idade. Em regiões onde não ocorrem geadas severas, às quais a espécie não é resistente, o *E. pellita* pode ser considerado como uma espécie promissora (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, 2009). Um estudo realizado na região dos Tabuleiros Costeiros do Estado do Sergipe, objetivando testar procedências para a seleção de populações base de programas de melhoramento genético para solos de baixa fertilidade, mostrou que o desenvolvimento do *E. pellita*, pela avaliação de caracteres quantitativos silviculturais, que a mesma foi melhor que as procedências de *E. grandis* (PRL – África do Sul), *E. urophylla* (Camacua-SP) e *E. brassiana* (IPEF/Na – 09), aos 30 meses de idade. Outro estudo realizado em dois locais na Indonésia (Kalimantan e Sumatra), com o intuito de avaliar uma população melhorada de *E. pellita*, obtiveram ganhos em altura e diâmetro de 16 e 19%, respectivamente. Os resultados obtidos neste estudo confirmaram que a primeira geração do programa de melhoramento de árvores de *E. pellita* foi eficaz na Indonésia, e que deve fornecer sementes melhoradas para plantações comerciais, aumentando sua produtividade (Leksono et al., 2008).

A madeira de *E. pellita* é fácil de trabalhar e tem bom acabamento, quando comparada com outras espécies do gênero, podendo ser usada para pisos, revestimentos, painéis, soleiras, construção e estruturas. A espécie é moderadamente resistente a *Cryphonectria cubensis* (fungo causador do cancro do eucalipto). *E. pellita* tem crescimento inferior às espécies mais utilizadas no Brasil como *E. saligna*, *E. grandis* e híbridos como *Eucalyptus urograndis*. Ocorre que pouco se fez em relação ao seu melhoramento genético até o momento (Foelkel, 2009).

Este estudo objetivou estimar parâmetros genéticos, ganhos na seleção e avaliar o desenvolvimento silvicultural da espécie, com base em um teste de progênies de polinização aberta, aos 23 anos de idade, estabelecido em Batatais, SP, visando melhorar o crescimento da espécie, aumentando sua produtividade de tal forma que silvicultores tenham maior rentabilidade.

Os objetivos específicos foram: *i*) estimar coeficientes de variação genética e de herdabilidades para caracteres de crescimento e forma; *ii*) estimar coeficientes de correlações fenotípicos e genéticos entre caracteres de crescimento, e *iii*) quantificar os progressos esperados com a seleção sequencial entre e dentro de progênies.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Ensaio, Amostragem e Delineamento Experimental

As 25 progênies testadas são originadas de polinização aberta de árvores matrizes selecionadas em duas populações da Austrália: Helenvale (9 progênies) e Corn (16 progênies). O teste de procedências e progênies foi instalado em 1986, na Floresta Estadual de Batatais, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 20°53'28"S e longitude 47°35'06"W, altitude de 862 m. O clima em Batatais é classificado como tropical (ameno) com inverno seco, precipitação pluvial principalmente de novembro/março e temperatura média anual de 21 °C. Toda a área está localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí-Mirim.

O delineamento experimental utilizado para o ensaio foi o de blocos ao acaso. As parcelas foram compostas por uma planta, em espaçamento 4 m x 4 m, com 100 repetições e bordadura dupla. Em 2009, procedeu-se à coleta dos dados de altura (m), DAP (diâmetro à altura do peito – 1,30 m a partir do solo, cm), forma do fuste [usando-se um sistema de notas, com valores variando de um (pior forma) a cinco (melhor forma)] e sobrevivência.

O volume real foi calculado com a expressão, $V_r = [\pi(DAP)^2 h F_r]/4$, sendo h a altura e F_r o fator de forma (0,50, Shimizu e Carvalho, 2000).

3.2 Análise Estatística

Para fins de estimativa da variação entre progênies, dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos, as duas populações foram consideradas como uma simples população, devido ao fato de que na população Helenvale foram amostradas apenas nove progênies, o que é um número insuficiente para estimar parâmetros genéticos com precisão.

3.3 Estimativa de Componentes da Variância e Parâmetro Genéticos

Da análise de variância foram estimados os componentes de variância utilizando-se o método REML (*Restricted Maximun Likelihood*) e o programa estatístico SELEGEN (Resende, 2002). Os componentes estimados foram: σ_p^2 = variância genética entre progênies; σ_e^2 = variância ambiental; σ_d^2 = variância fenotípica dentro de progênies. Desses componentes de variância foram estimadas a variância fenotípica total ($\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_d^2$) e a variância genética aditiva, $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$, sendo r_{xy} o coeficiente médio de parentesco entre plantas dentro de progênies, o qual foi estimado utilizando-se a expressão:

$$\hat{r}_{xy} = 0,25(1 + \hat{F}_p) [4\hat{s} + (\hat{t}^2 + \hat{t}\hat{s}\hat{r}_s)(1 + \hat{r}_p)] \quad (\text{Ritland, 1989}),$$

em que, 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 correlação 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 progênies). Para calcular r_{xy} foi utilizada a taxa de cruzamento ($t_m = 0,557$) calculada

para a média de três populações de *E. pellita* (House e Bell, 1996). A correlação de paternidade (r_p) e a correlação de autofecundação (r_s) foram calculadas para a média de apenas cinco espécies, visto que são as únicas estimativas existentes na literatura corrente ($r_p = 0,390$; $r_s = 0,290$). Assumiu-se a ausência de endogamia na geração parental ($F_p = 0$). Isso resultou no coeficiente de parentesco dentro de progênies de 0,576 e a variância genética aditiva foi calculada finalmente por:

$$\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / 0,576.$$

Os coeficientes de herdabilidade, o coeficiente de variação genética e medidas de correlações entre caracteres foram estimados com base em Namkoong (1979). O coeficiente de variação genética foi estimado por: $CV_g = 100(\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}) / \bar{x}$, em que, \bar{x} é a média do carácter sob consideração. Foram estimados os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais (h_i^2), média de progênies (h_m^2) e dentro de progênies (h_d^2), utilizando-se as expressões:

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_F^2}, \hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{J}}, \hat{h}_d^2 = \frac{(1 - \hat{r}_{xy})\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2},$$

em que J é o número de repetições. A variância fenotípica dentro, a acurácia seletiva e as herdabilidades para o modelo assumindo que as progênies de polinização aberta são progênies de meios-irmãos foram estimadas utilizando-se o programa SELEGEN (Resende, 2002). Posteriormente, as estimativas de herdabilidades em nível de plantas individuais e dentro de progênies foram corrigidas para o parentesco entre plantas dentro de progênies, conforme descrito anteriormente.

Os ganhos genéticos esperados com a seleção entre e dentro de progênies (G_{ed}) foram calculados por:

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

em que, i_e e i_d são as intensidades de seleção em unidade de desvio-padrão, aplicada entre progênies e σ_F e σ_d são os desvios-padrão da variância fenotípica total e dentro de progênies, respectivamente. Para a formação de um pomar de sementes por mudas foram selecionadas dez progênies (10:25, 40% - $i_e = 1,331$; Hallauer e Miranda Filho, 1988) e quatro plantas dentro de progênies (4:100, 4% - $i_e = 2,1543$; Hallauer e Miranda Filho, 1988). Os ganhos esperados na seleção em porcentagem [G_{ed} (%)] foram estimados por:

$$\hat{G}_{ed}(\%) = \frac{100\hat{G}_{ed}}{\bar{x}},$$

em que, \bar{x} é a média do carácter sob consideração.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sobrevivência

A taxa de sobrevivência foi de 69% aos 23 anos. Para essa mesma espécie, aos sete anos de idade, crescendo em Lagoa Grande (Minas Gerais), foi encontrada porcentagem de sobrevivência variando de 66,7% a 76,7% (Nova et al., 2003). Em um estudo avaliando diferentes espaçamentos para *Eucalyptus* spp. na região noroeste de Minas Gerais, foi encontrada sobrevivência de 62,74%, 64,68% e 78,66% em espaçamentos de 3 m x 2 m, 6 m x 3 m e 6 m x 2 m, aos 9,4 anos de idade (Magalhães et al., 2006).

Portanto, os resultados indicam que a população de *E. pellita* aqui avaliada apresentou boa adaptação às condições ambientais da região de estudo, pois manteve a média aos 23 anos semelhante às apresentadas por outras espécies em idades menores do que 10 anos.

4.2 Crescimento Médio e Forma do Fuste

A espécie apresentou incremento médio anual – IMA de 1,14 cm em DAP; 0,89 m em altura e 0,0316 m³ para volume (Tabela 1). Comparando-se o IMA em DAP com o observado em outras espécies em idades próximo aos 23 anos e crescendo em outras regiões, o *E. pellita* apresenta um crescimento intermediário, estando entre os valores determinados para *Eucalyptus* sp. (1,05 cm) (Sebbenn et al., 2008); *Cordia alliodora* (0,51 cm) (Sebbenn et al., 2007); *Eucalyptus camaldulensis* (0,96 cm) (Moraes et al., 2007) que apresentaram resultados inferiores, e *Eucalyptus resinifera* (1,84 cm) (Sato et al., 2007) e *Araucaria cunninghamii* (1,37 cm) (Sebbenn et al., 2005), em que os valores foram superiores aos deste ensaio. Diferentemente do que ocorre com o IMA para o DAP, o IMA para altura foi inferior ao detectado em três das quatro espécies comparadas, sendo elas: *Eucalyptus* sp. (1,42 m); *Eucalyptus resinifera* (1,07 m); *E. camaldulensis* (0,94 m) e *Araucaria cunninghamii* (1,16 m),

apresentando-se superior somente às procedências de *Cordia alliodora* da América Central (0,38 m). Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho foram observados para *Pinus caribaea* var. *bahamensis* (Freitas et al., 2007) conforme dados expostos na Tabela 2. Isso indica uma taxa de crescimento satisfatória em DAP e relativamente baixa em altura, comparando-se com as outras espécies. Esse crescimento em DAP é favorável à silvicultura por gerar boa receita anual e indica a possibilidade de se cultivar a espécie com boas perspectivas de ganho em relação a esse caráter, na região de Batatais, embora o crescimento em altura tenha se mostrado inferior. A forma do fuste apresentou média de 2,64 indicando um fuste que tende à tortuosidade, correspondendo a 47% do valor de um fuste ideal (5). Essa forma de fuste foi inferior ao encontrado para *E. camaldulensis* (Santos et al., 2008), que foi considerado regular, apresentando forma de 3,82. O mesmo ocorreu para *P. caribaea* var. *bahamensis*, em que a média para as procedências testadas foi de 2,93 (Freitas et al., 2005). Contudo, o carácter forma do fuste pode ser melhorado por seleção, devido à alta herdabilidade deste carácter em espécies arbóreas. Assim, devido à forma do fuste relativamente ruim da população estudada, este carácter deve ser levado em conta no programa de melhoramento genético.

Tabela 1. Média e incremento médio anual para os caracteres DAP, altura, volume e forma do fuste em progênies de *E. pellita*, aos 23 anos, em Batatais, SP.

Table 1. Average and annual growth rate for DBH, height, volume and stem form traits in *E. pellita* families, at 23 years of age, in Batatais, SP.

Parâmetros	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³)	Forma do fuste
Média – \bar{x}	26,30	20,41	0,7261	2,64
Incremento médio anual – IMA	1,14	0,89	0,0316	–

Tabela 2. Estimativa de parâmetros genéticos para os caracteres DAP, altura, volume e forma, assumindo progênies de *E. pellita* como meios-irmãos e como misturas de diferentes parentescos devido ao sistema misto de reprodução (SM).

Table 2. Estimates of genetic parameters for DBH, height, volume and stem form traits assuming *E. pellita* families as half-sibs and mixtures of different relatedness due reproduction by mixed mating system (SM).

Parâmetros	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³)	Forma do fuste
Coefficiente de variação genética – CV_g (%)	10,6	5,7	18,8	6,4
Coefficiente de variação genética aditiva – CV_A (%)	21,2	11,4	37,5	12,8
Herdabilidade entre progênies – \hat{h}_m^2	0,9013	0,8493	0,8997	0,8995
Herdabilidade individual (MI) – \hat{h}_i^2	0,3347	0,2134	0,3293	0,3285
Herdabilidade individual (SM) – \hat{h}_i^2	0,1793	0,1053	0,1757	0,1752
Superestimativa relativa (%)	46,4	46,4	46,4	46,5
Herdabilidade dentro de progênies (MI) – \hat{h}_d^2	0,2740	0,1690	0,2691	0,2684
Herdabilidade dentro de progênies (SM) – \hat{h}_d^2	0,0673	0,0415	0,0661	0,0659
Superestimativa relativa (%)	75,45	75,45	75,45	75,45
Acurácia seletiva – Ac	0,9494	0,9216	0,9485	0,9484

4.3 Variação Genética

O coeficiente de variação genética (CV_g) variou de 5,7% em altura a 18,8% em volume (Tabela 2). Esses valores são altos se comparados aos demais resultados encontrados na literatura. Considerando a exótica *Pinus* sp., convém citar Sebbenn et al. (2008) que encontrou em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 20 anos, crescendo em Assis-SP, os valores de coeficientes de variação genética maiores do que a média calculada para diferentes espécies, idades e populações de *Pinus* testados no Brasil, estes valores foram: 5,8% (DAP); 2,6% (altura), e 13,1% (volume). Contudo, apesar de serem os maiores valores encontrados para *Pinus*, ainda são menores que os encontrados neste estudo. Assim, comparando-se com os estudos de *Pinus* realizados no Brasil, pode-se considerar que o *E. pellita* apresenta altos valores de coeficientes de variação genética. Em *Eucalyptus camaldulensis*, aos 19 anos, em Luiz Antônio-SP,

os valores encontrados foram 3,36%; 5,39%, e 8,80% para altura, DAP e forma, respectivamente. Apesar de serem considerados satisfatórios, também foram menores que os aqui encontrados. Esses resultados indicam que o material tem grande potencial para o melhoramento genético, pois altos coeficientes de variação genética permitem ganhos com a seleção de genótipos superiores. Esta variabilidade genética pode ser explorada pela seleção das melhores progênies e melhores plantas dentro de progênies, para todos os caracteres, principalmente para volume e DAP. A variação genética aditiva (CV_A) refere-se à parte da variação genética que é transmitida para a próxima geração (Sebbenn et al., 2008). Os resultados aqui encontrados confirmam a indicação da possibilidade de se obterem ganhos com a seleção genética, que se expressa mais fortemente no caráter volume, seguido pelo DAP, forma do fuste e altura, sugerindo ganhos maiores seguindo esta sequência.

4.4 Coeficientes de Herdabilidade

Os resultados mostraram um alto controle genético para os caracteres em nível de média de progênies. Os coeficientes de herdabilidade, em nível de média de progênies (h_m^2), variaram de 0,85 (altura) a 0,90 (DAP). Tais resultados reforçam que substanciais ganhos genéticos podem ser obtidos pela seleção das melhores progênies. Essas herdabilidades em nível de média entre progênies se encontram entre as mais altas detectadas em estudos com espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*. Por exemplo, em *Eucalyptus resinifera*, aos 21 anos de idade, crescendo em Luiz Antônio-SP (Sato et al., 2007), as herdabilidades em nível de média de progênies variaram para os caracteres de crescimento de 0,37 (altura) a 0,59 (volume), portanto estes valores foram entre 34 a 56% inferiores aos aqui observados. Em *Pinus patula* var. *tecunumanii*, aos 14 anos de idade, crescendo em São Simão-SP (Sebbenn et al., 2005), a maior herdabilidade em nível de média de progênies foi detectada para o caracter forma do fuste, com valor aproximadamente 53% ($\hat{h}_m^2 = 0,4199$) menor do que o encontrado no presente trabalho. Uma explicação para essas altas herdabilidades é o grande controle ambiental do presente teste, devido ao delineamento utilizado, baseado em parcelas de uma planta e 100 repetições. Outra é a variabilidade natural do material testado, visto que as progênies testadas foram obtidas de populações naturais australianas, não melhoradas, ou ainda devido à mistura de duas procedências.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade, em nível de média de progênies e dentro de progênies, foram substancialmente reduzidas para todos os caracteres, sugerindo, quando as progênies foram consideradas como originadas de sistema misto de reprodução (SM), em relação ao sistema de cruzamento aleatório (meios-irmãos: MI). Nesse caso, sem fazer uso do modelo de correção para o sistema misto de cruzamento, o coeficiente de herdabilidade sofreria uma superestimativa relativa de 46,4%, em nível de plantas individuais, e 75,45% dentro de progênies.

Essas superestimativas foram maiores do que as encontradas por Sebbenn et al. (2008) em *P. caribaea* var. *bahamensis*, crescendo em Assis-SP, aos 22 anos, com valores superestimados em 23% (em nível de plantas individuais) e 31% (dentro de progênies), respectivamente. Assumir progênies de polinização aberta como meios-irmãos pode, portanto, induzir a erros nas estimativas de variâncias genéticas aditivas e herdabilidades e, conseqüentemente, nas estimativas de ganhos genéticos. Isso, portanto, indica também que a seleção deve se basear nas herdabilidades estimadas assumindo o sistema de cruzamento misto (Freitas et al., 2006). Houve diferenças entre as herdabilidades em nível de planta individual e dentro de progênies, em que os valores em nível de plantas individuais se sobressaíram, sendo aproximadamente 62% maiores. Esses resultados demonstram que, para maior sucesso na seleção, isto é, a seleção massal no experimento poderia ser mais eficiente do que a seleção massal dentro de progênies. Contudo, os valores de herdabilidade encontrados em nível de plantas individuais, assumindo o sistema misto, são de baixa magnitude ($< 0,2$) para todos os caracteres (Freitas et al., 2006), variando entre 0,1053 a 0,1793 (Tabela 2). Tais resultados indicam pequenos progressos genéticos obtidos com a seleção massal dos caracteres no experimento, uma vez que o controle genético é baixo. Entretanto, valores semelhantes para DAP e forma do fuste foram encontrados em espécies de *Pinus* sp. para herdabilidade em nível individual, diferindo apenas no caracter altura, que apresentou média de 0,18. Para obtenção de maiores ganhos com a seleção, neste estudo, a melhor estratégia será proceder com a seleção entre e dentro de progênies, visto que as herdabilidades em nível de média de progênies mostraram valores altos para todos os caracteres avaliados. A acurácia seletiva, que representa a relação entre o valor genético verdadeiro e o estimado, foi alta para DAP, volume e forma do fuste, com valores variando de 92,16% (altura) a 94,94% (DAP). Isso indica alta precisão no acesso à variação genética verdadeira a partir da variação fenotípica observada nos caracteres (Moraes et al., 2007).

4.5 Respostas à Seleção

Como os resultados anteriores demonstraram, os caracteres aqui estudados apresentaram altos valores de resposta à seleção. Já previstos pelo alto coeficiente de variação genética entre progênies, coeficiente de variação genética aditiva e pelos coeficientes de herdabilidade, os resultados dos ganhos esperados com a seleção confirmam a indicação de altos ganhos genéticos, os quais variaram de 29,1% a 85,4% (Tabela 3) para forma e volume, respectivamente. Isso fica mais evidente quando esses resultados são comparados com os obtidos para *P. caribaea* var. *bahamensis*,

por exemplo, em que esses valores variaram de 4,6% a 26,3%, os quais já eram considerados altos (Sebbenn et al., 2008). Tais ganhos foram preditos com base na seleção das dez melhores progênies, seguida da seleção das quatro melhores árvores dentro destas melhores progênies, dando origem a um pomar de sementes por mudas, composto por 40 árvores superiores. Vale ressaltar que esses ganhos preditos são esperados para plantios de *E. pellita*, aos 23 anos de idade, estabelecidos em ambientes com as mesmas características edafoclimáticas da região de Batatais-SP, e realizados com sementes originadas do presente teste, após a seleção entre e dentro de progênies.

Tabela 3. Ganhos genéticos esperados na seleção em porcentagem [G_e (%)] para DAP, altura, volume e forma em 25 progênies de polinização aberta de *Eucalyptus pellita*, aos 23 anos de idade em Batatais, São Paulo.

Table 3. Genetic gains expected by selection in percentage [G_e (%)] for DBH, height, volume and stem and form in 25 open-pollinated families of *Eucalyptus pellita*, at 23 years of age in Batatais, São Paulo.

Parâmetro	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³ /árvore)	Forma do fuste
Ganho na seleção: G_{ed}	11,73	5,80	0,58	0,43
Ganhos esperados com a seleção: G_{ed} (%)	44,6	28,4	79,6	27,1
Média da população: $\bar{x}_{População}$	26,30	20,41	0,7261	2,64
Média da população melhorada: $\hat{x}_{Melhorada} = \bar{x}_{População} + G_{ed}$	38,02	26,21	1,3040	3,07

5 CONCLUSÕES

1. A espécie apresenta condições de ser cultivada na região de Batatais – SP, tendo crescimento e sobrevivência satisfatórios.
2. A população apresenta variação genética em nível de progênies substancialmente alta e um forte controle genético nos caracteres em nível de média de progênies.
3. Os caracteres volume e DAP têm maior controle genético do que forma do fuste e altura.

4. A população testada tem alto potencial para obterem-se ganhos genéticos com a seleção sequencial entre e dentro de progênies.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Antenor Oliveira da Silva, Paulo Teodoro Ferreira e Dionísio Barbosa, pelo apoio à mensuração do experimento. O autor Alexandre Magno Sebbenn também agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARACRUZ CELULOSE. Centro de Pesquisa e Tecnologia. O que é o eucalipto? In: ARACRUZ CELULOSE. Centro de Pesquisa e Tecnologia. **O eucalipto e meio ambiente em tempos de aquecimento global**. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/br/materia.php?num=10&subject=Eucalipto&title=A%20Madeira%20de%20Eucalipto>>. Acesso em: 19 set. 2009.
- FOELKEL, C. **Eucalyptus online book e newsletter** – pergunta 68. 2009. Disponível em: <www.eucalyptus.com.br/eucaexpert/Pergunta%2068.doc>. Acesso em: 25 set. 2009.
- FREITAS, M.L.M. et al. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 22 anos de idade. **Rev. Inst. Flor.**, v. 17, n. 1, p. 103-111, 2005.
- _____. et al. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão em três sistemas de cultivo. **R. Árvore**, v. 30, n. 3, p. 319-329, 2006.
- _____. et al. Pomar de sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Rev. Inst. Flor.**, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2007.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468 p.
- HOUSE, A.P.N.; BELL, J.C. Genetic diversity, mating systems and systematic relationship in two red mahoganies, *Eucalyptus pellita* and *E. scias*. **Aust. J. Bot.**, v. 44, p. 157-174, 1996.
- INSTITUTO DE PESQUISAS FLORESTAIS – IPEF. **Chave de identificação de espécies florestais, *Eucalyptus pellita***. Piracicaba, 2004. Disponível em: <www.ipef.br/identificacao/cief/espécies/pellita.asp>. Acesso em: 19 set. 2009.
- LEKSONO, B.; KURINOBU, S.; IDE, Y. Realized genetic gains observed in second generation seedling seed orchards of *Eucalyptus pellita* in Indonesia. **Journal of Forest Research.**, v. 13, n. 2, p. 110-116, 2008.
- A MADEIRA de eucalipto. **Revista da Madeira**, n. 59, 2001. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?Num=10&subject=Eucalipto&title=A%20Madeira%20de%20Eucalipto>. Acesso em: 19 set. 2009.
- MAGALHÃES, W.M. et al. Desempenho silvicultural de espécies de *Eucalyptus* spp. em quatro espaçamentos de plantio na região noroeste de Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 1-7, 2006.
- 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.**, 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).
- NOVA, N.A.V.; MOREIRA, P.R.; PEREIRA, A.B. Eficiência de captura de energia solar por um dossel de *Eucalyptus pellita* F. Muell sob várias densidades de plantio. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 2, p. 269-264, 2003.
- RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- RITLAND, K. Correlated matings in the partial selfer *Mimulus guttatus*. **Evolution**, v. 43, p. 848-859, 1989.
- SANTOS, F.W. et al. Variação genética para a densidade básica da madeira e caracteres silviculturais em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, n. 1, p. 185-194, 2008.
- SATO, A.S. et al. Seleção dentro de progênies de *Eucalyptus resinifera* aos 21 anos de idade em Luiz Antônio – SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 19, n. 2, p. 93-100, 2007.
- SEBBENN, A.M. et al. Variação genética em procedências e progênies de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* no noroeste do Estado de São. **Rev. Inst. Flor.**, v.17, n. 1, p. 1-15, 2005.

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

_____.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J.C. 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. **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, n. 2, p. 103-115, 2008.

SHIMIZU, J.Y.; CARVALHO, P.E.R. Primeira aproximação na indicação de eucaliptos para produção de madeira na Região de Quaraí, RS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 40, p. 101-107, 2000.

MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA MANTIQUEIRA, SÃO PAULO¹

LAND USE AND OCCUPATION MAPPING OF THE MANTIQUEIRA'S WATER RESOURCE MANAGEMENT UNITY IN SÃO PAULO

Mônica PAVÃO^{2,3}; Ciro Koiti MATSUKUMA²; Marina Mitsue KANASHIRO²;
Maria Shizue Shin-Ike YWANE²; Marco Aurélio NALON²

RESUMO – O presente trabalho apresenta o mapeamento e a quantificação do uso e ocupação da terra da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI da Mantiqueira, resultado da interpretação de ortofotos digitais (ano 2003) estruturadas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG. Dentre os resultados, pode-se destacar que nos municípios de Campos do Jordão, São Bento do Sapucaí e Santo Antônio do Pinhal, quanto ao uso e ocupação da terra predominam as categorias de vegetação secundária, em diferentes estágios: avançado 5.875,9 ha (8,70%); médio 25.387,7 ha (37,58%) e inicial 1.164,9 ha (1,72%), sendo que as maiores concentrações de vegetação secundária, em seus diferentes estágios de desenvolvimento, se localizam no município de Campos do Jordão.

Palavras-chave: mapeamento; uso e ocupação da terra; ortofotos digitais.

ABSTRACT – This paper concerns about the mapping and quantification of land use and occupation of the Mantiqueira's water resource management unity, as a result of the interpretation of digital orthophotos (year 2003), which are structured in Campos do Jordão, São Bento do Sapucaí and Santo Antônio do Pinhal, by means of land use and occupation, the secondary vegetation categories prevail in different levels: advanced 5,875.9 ha (8.70%); intermediate 25,387.7 ha (37.58%) and initial 1.164,9 ha (1.72%), considering that the greatest concentration of secondary vegetation in different levels of development are situated in Campos do Jordão.

Keywords: mapping; land use and occupation; digital orthophotos.

1 INTRODUÇÃO

As primeiras classificações de uso da terra baseavam-se em trabalhos de campo. A partir da década de 50, do século XX, um grande número de pesquisadores tem-se dedicado à identificação detalhada de culturas agrícolas em fotografias aéreas (Steiner, 1970).

Segundo Borges et al. (1993), na década de 1970, as imagens orbitais surgiram como importante instrumento no mapeamento de uso e ocupação da terra.

Nos últimos dez anos, as ortofotos digitais ganharam grande popularidade, devido à qualidade e precisão da informação apresentada. Entretanto, em razão de seu alto custo, geralmente são produtos utilizados em projetos que envolvem grandes instituições.

O mapeamento de uso e ocupação da terra, segundo Santos (2004), é de fundamental importância, pois se trata de um tema básico para planejamento ambiental, para retratar as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais, configurando-se um elo importante entre as informações dos meios biofísico e socioeconômico.

O presente trabalho apresenta o mapeamento e quantificação do uso e ocupação da terra da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI da Mantiqueira, resultado da interpretação de ortofotos digitais estruturadas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG.

¹Recebido para análise em 17.06.09. Aceito para publicação em 20.07.10. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

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

³Autor para correspondência: Mônica Pavão – monicapavao@yahoo.com.br

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A UGRHI da Mantiqueira, localizada a leste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 22°26'45" e 22°53'50" de latitude Sul e 45°22'51" e 45°47'30" de longitude Oeste, é composta pelos municípios de Campos do Jordão, São Bento do Sapucaí e Santo Antônio do Pinhal (Figura 1). Está situada em região montanhosa, com altitudes que variam entre 800 a 2.000 m, totalizando uma área aproximada de 67.560 ha e população de 61.000 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2009).

A Mata Atlântica é um complexo vegetacional contendo uma formação florestal de altitude, ocupa as cadeias montanhosas que se estendem ao longo do litoral sul e sudeste brasileiro (Rizzini, 1979). Sua área central de concentração situa-se nas serras do Mar e da Mantiqueira, Estado de São Paulo. A UGRHI da Mantiqueira é uma área de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista, com a presença de campos de altitude.

O clima, segundo Köppen, é subtropical de altitude, mesotérmico úmido sem estiagem, com temperatura média anual mínima de 14,3 °C e máxima de 15,3 °C.

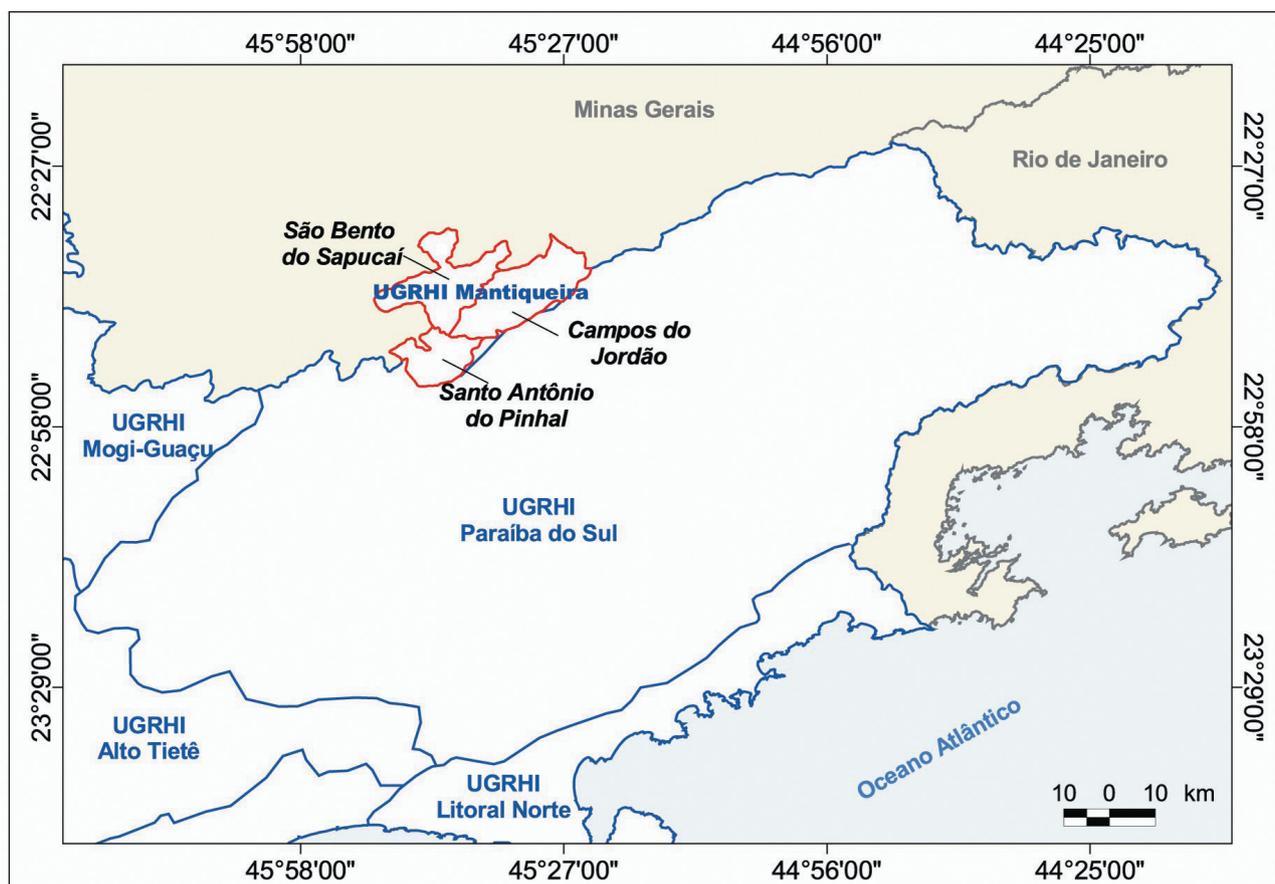


Figura 1. Localização da área de estudo.

Figure 1. Study area location.

A UGRHI da Mantiqueira caracteriza-se por um desenvolvimento tipicamente rural, sendo muito explorada pela atividade turística, devido à beleza cênica do relevo serrano e ao clima característico de regiões montanhosas.

As atividades econômicas e usos desenvolvidos nessa UGRHI estão sujeitos a um disciplinamento específico, pois abriga as Áreas de Proteção Ambiental – APAs estaduais de Campos do Jordão⁴ e Sapucaí-Mirim⁵, e federal da Serra da Mantiqueira⁶. Além disso, a UGRHI da Mantiqueira abriga o Parque Estadual de Campos do Jordão e o Parque Estadual dos Mananciais de Campos do Jordão. Essas APAs pertencem ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, regulado pela Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000), e, portanto, o processo de ocupação deve assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, conciliando o uso da terra e o desenvolvimento regional com a manutenção dos processos ecológicos essenciais, protegendo a diversidade biológica.

Brasil (2004), utilizando imagens do satélite Landsat 7, sensor ETM+, com resolução espacial de 30 m, mapeou a cobertura vegetal e o uso do solo do bioma Mata Atlântica para o mesmo período do mapeamento apresentado neste trabalho. Segundo esse mapeamento, na UGRHI da Mantiqueira predominam a Floresta Ombrófila Densa com 63,1%, seguido de áreas com pecuária (pastagem) 23,8%. Possui, ainda, 6,1% de áreas com reflorestamento, 5,3% de uso agrícola, 1,6% de áreas com influência urbana, e uma pequena área com vegetação secundária inicial e corpos d'água.

Kronka et al. (2005) mapearam para a UGRHI da Mantiqueira, também utilizando imagens de Satélite Landsat 5, do ano de 1997, áreas cobertas por florestas que representam aproximadamente 19% da UGRHI, vegetação secundária correspondendo a 15% e também áreas de reflorestamento, com 10%.

2.2 Material e Procedimentos Metodológicos

Como material básico para a interpretação, foram utilizadas ortofotos digitais obtidas a partir de voo específico efetuado em abril de 2003 pela Base Aerofotogrametria e Projetos S.A., na escala de 1:25.000. As ortofotos foram geradas na escala 1:10.000, pela empresa Aerocarta S.A. – Engenharia de Aerolevantamentos.

O princípio básico de produção de ortofotos digitais consiste no processo de transformação da projeção central na imagem (fotografia aérea rasterizada) em projeção ortogonal ao plano, mediante meios e métodos essencialmente digitais (Porfirio e Boggione, 2005). Desta forma, as feições nela contidas são apresentadas em suas verdadeiras posições. Portanto, são geometricamente equivalentes a um mapa de linhas e de símbolos, no qual podem ser realizadas, diretamente, medidas de posição, distâncias, ângulos horizontais e áreas.

Um fator importante a ser considerado para preservar a resolução da imagem, é a relação entre a escala de voo e a escala da ortofoto a ser elaborada. A ampliação é de 3 a 4 vezes a escala de voo. A precisão relativa na ortofoto digital é diretamente relacionada com a escala da foto. Por exemplo, a precisão relativa para uma foto na escala 1:10.000 é de 50 cm (Porfirio e Boggione, 2005). A alta resolução espacial das ortofotos possibilita excelente visualização para fointerpretação, contribuindo para a qualidade do mapeamento.

A Figura 2 apresenta uma ortofoto digital do município de São Bento do Sapucaí. Observa-se que a qualidade da resolução espacial se mantém, mesmo com a ampliação da escala de 1:25.000 para 1:2.500.

⁴Criada pelo Decreto Estadual nº 20.956, de 1983 e Lei Estadual nº 4.105, de 26 de junho de 1984.

⁵Criada pelo Decreto Estadual nº 43.285, de 3 de julho de 1998.

⁶Criada pelo Decreto Federal nº 91.304, em 3 de junho de 1985.

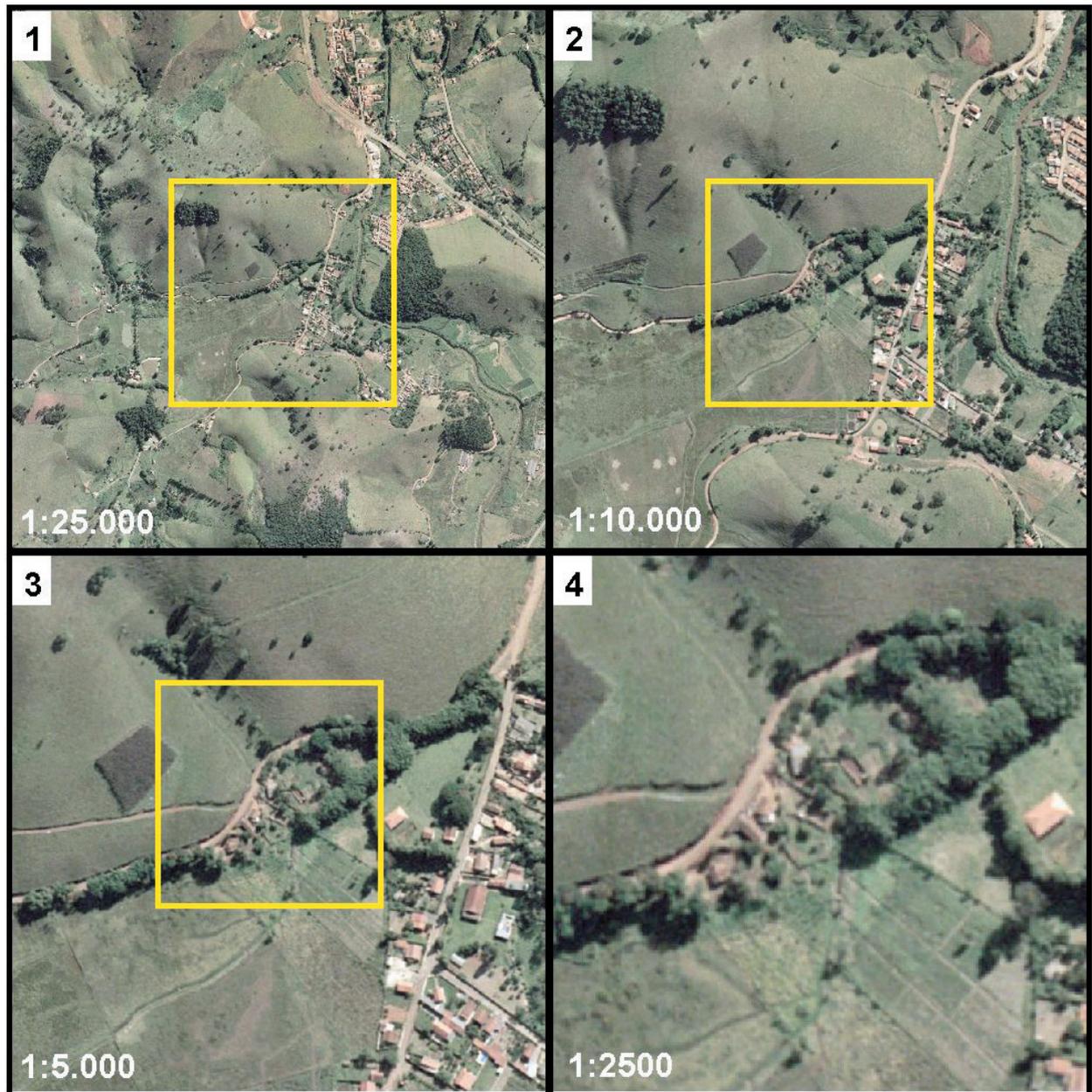


Figura 2. Visualização de ortofoto em diferentes escalas: 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000 e 1:2.500.

Figure 2. Orthophoto view under different scales: 1:25,000, 1:10,000, 1:5,000 and 1:2,500.

A fotointerpretação, o mapeamento e a posterior quantificação abrangeram as seguintes categorias de uso e ocupação da terra: vegetação natural (vegetação secundária e de várzea, araucária e campo natural), uso agrícola (reflorestamento, pastagem e uso agrícola em geral) e outros usos e ocupações (área urbana, solo exposto, afloramento rochoso e corpo d'água).

A interpretação e edição do material digital foram realizadas utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGis 9.1, com a geração de uma base cartográfica contínua originada a partir das ortofotos.

Na análise visual das ortofotos foram definidos os padrões de cor, textura e aspectos associados, apresentados a seguir na chave de classificação.

Categoria: Vegetação Secundária – estágio avançado
Descrição: Cobertura vegetal natural de porte arbóreo alto
Textura: Rugosa e grosseira
Cor: Verde médio
Outras inf.: Ausência de carregadores e limites irregulares

Ortofoto



Fotografia (1)



Categoria: Vegetação Secundária – estágio médio
Descrição: Cobertura vegetal natural de porte arbóreo médio a alto
Textura: Rugosa
Cor: Verde claro
Outras inf.: Ausência de carregadores e limites irregulares

Ortofoto



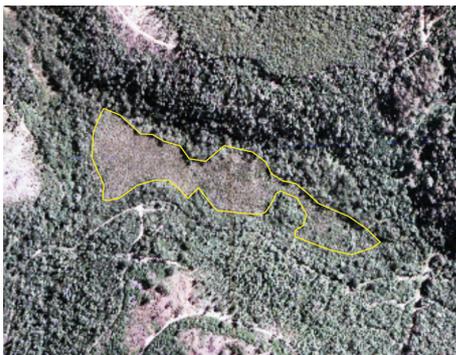
Fotografia (2)



Categoria: Vegetação Secundária – estágio inicial
Descrição: Cobertura vegetal natural de porte herbáceo
Textura: Fina
Cor: Verde e marrom claro
Outras inf.: Ausência de carreadores e limites irregulares

Ortofoto**Fotografia (3)**

Categoria: Vegetação de Várzea
Descrição: Área com predomínio de vegetação herbácea sob influência fluvial
Textura: Fina
Cor: Verde musgo
Outras inf.: Ausência de carreadores, limites irregulares, localização em área de várzea

Ortofoto**Fotografia (4)**

Categoria:	Araucária
Descrição:	Áreas com vegetação natural e presença de araucárias
Textura:	Aveludada
Cor:	Verde escuro
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Ortofoto</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografia (5)</p>  </div> </div>

Categoria:	Campo Natural sem perturbação antrópica
Descrição:	Área com vegetação natural, constituída predominantemente por gramíneas e arbustos
Textura:	Fina
Cor:	Verde acinzentado
Outras inf.:	Ausência de carregadores, limites irregulares e presença de árvores isoladas
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Ortofoto</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografia (6)</p>  </div> </div>

Categoria:	Campo Natural com perturbação antrópica
Descrição:	Área com vegetação natural, constituída predominantemente por gramíneas e arbustos, tornando-se possível a identificação de indícios da ação do homem
Textura:	Fina
Cor:	Verde acinzentado
Outras inf.:	Ausência de carregadores, limites irregulares, presença de árvores isoladas, caminhos e cercas

Ortofoto**Fotografia (7)**

Categoria:	Reflorestamento
Descrição:	Áreas reflorestadas com <i>Pinus</i> ou <i>Eucalyptus</i>
Textura:	Fina
Cor:	Verde escuro
Outras inf.:	Presença de carregadores, limites regulares, semelhante a um “tapete”, sendo perceptível a orientação do reflorestamento

Ortofoto**Fotografia (8)**

Categoria: Uso agrícola
Descrição: Áreas com cultura anual ou perene
Textura: Lisa, fina
Cor: “Colcha de retalhos” – variação de cores
Outras inf.: Limites regulares

Ortofoto**Fotografia (9)**

Categoria: Pastagem
Descrição: Áreas com predomínio de vegetação herbácea utilizada para pecuária
Textura: Lisa, fina
Cor: Verde claro
Outras inf.: Presença de árvores isoladas

Ortofoto**Fotografia (10)**

Categoria: Afloramento rochoso

Descrição: Formação rochosa

Textura: Lisa

Cor: Marrom claro

Ortofoto



Fotografia (11)



Categoria: Área urbanizada

Descrição: Áreas com presença de edificações, como vilas e cidades

Textura: Rugosa

Cor: Variação de cor

Outras inf.: Edificações, arruamento, aspectos geométricos

Ortofoto



Fotografia (12)



Categoria:	Solo exposto
Descrição:	Áreas que apresentam solo exposto, preparado ou não para plantio identificado
Textura:	Lisa
Cor:	Branca

Ortofoto

Categoria:	Corpo d'água
Descrição:	Constituem os reservatórios de água (naturais ou artificiais), como: represas, lagoas, açudes, etc.
Textura:	Lisa
Cor:	Marrom

Ortofoto**Fotografia (14)**

Créditos: fotografias 1, 2, 3, 5, 9, 11 e 14 – Marina Mitsue Kanashiro; fotografias 4, 8 e 10 – Ciro Koiti Matsukuma; fotografias 6 e 7 – Massako Nakaoka Sakita; fotografia 12 – Diogo Figueiredo.

Para a aferição da fotointerpretação e mapeamento foram efetuadas vistorias de campo.

Os mapas foram gerados através das imagens georreferenciadas sob o sistema de projeção de coordenadas Universal Transversa de Mercator – UTM, com base no Datum Horizontal SAD 69 e no Datum Vertical Imbituba–SC,

conforme o padrão estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 é apresentada a distribuição espacial das diferentes categorias de uso e ocupação da terra da UGRHI da Mantiqueira.

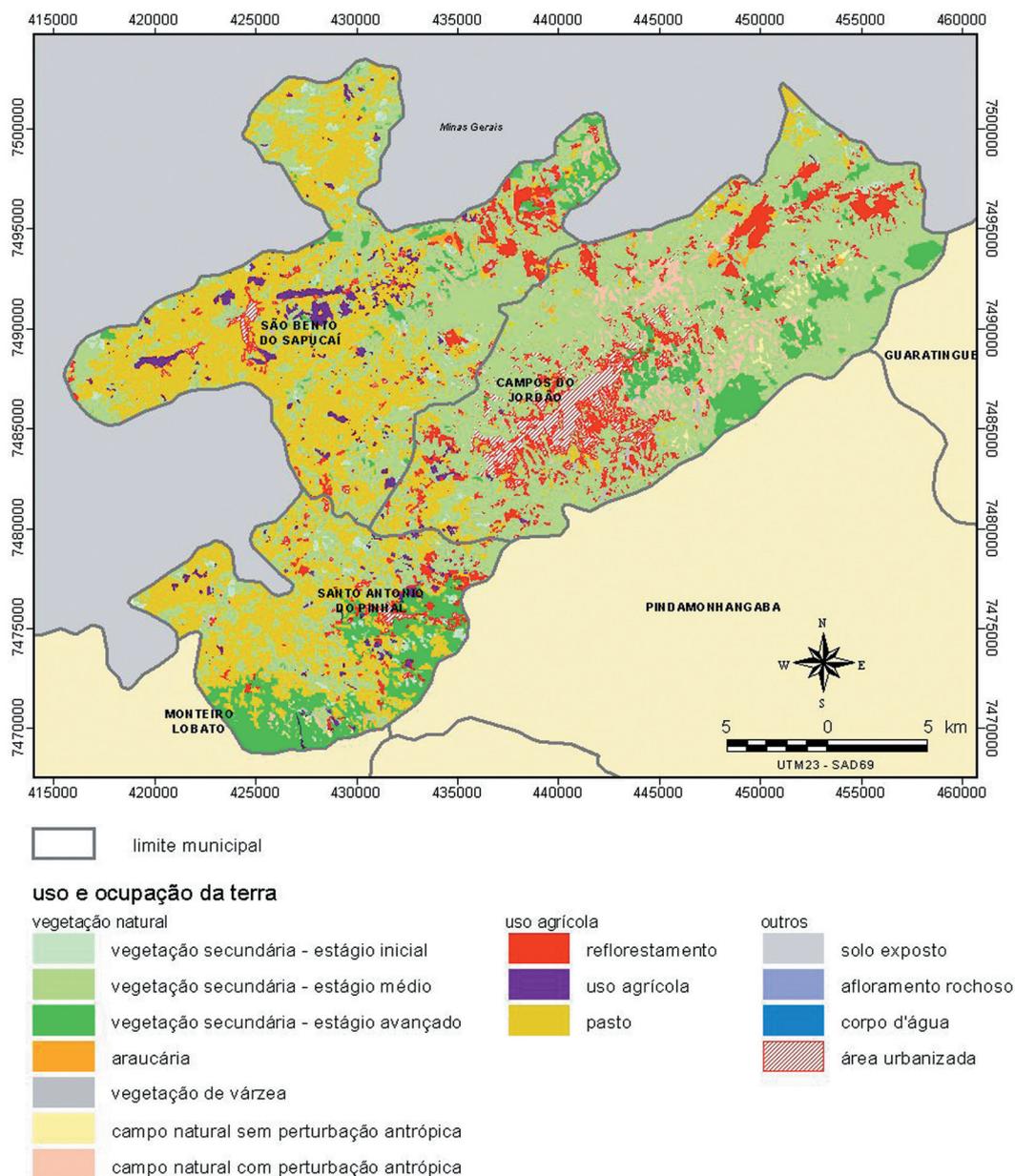


Figura 3. Distribuição espacial do uso e ocupação da terra da UGRHI da Mantiqueira.

Figure 3. Spatial distribution of land use and occupation of UGRHI Mantiqueira.

Os resultados dos levantamentos referentes ao uso e ocupação da terra da UGRHI da Mantiqueira são apresentados na Tabela 1.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos levantamentos do uso e ocupação da terra para cada um dos municípios integrantes da UGRHI da Mantiqueira.

Tabela 1. Quantificação do uso e ocupação da terra da UGRHI da Mantiqueira.

Table 1. Quantification of land use and occupation of UGRHI da Mantiqueira.

Uso e Ocupação da Terra	Área (ha)	Área (%)
Araucária	469,20	0,69
Campo natural com perturbação antrópica	2.488,60	3,68
Campo natural sem perturbação antrópica	738,30	1,09
Vegetação de várzea	158,10	0,23
Vegetação secundária – estágio avançado	5.875,90	8,70
Vegetação secundária – estágio inicial	1.164,90	1,72
Vegetação secundária – estágio médio	25.387,70	37,58
Pastagem	21.994,10	32,55
Reflorestamento	4.482,80	6,64
Uso agrícola	1.706,30	2,53
Afloramento rochoso	28,90	0,04
Área urbanizada	3.029,00	4,48
Corpo d'água	24,30	0,04
Solo exposto	12,10	0,02
Total	67.560,20	

Tabela 2. Quantificação das categorias de uso e ocupação da terra para os municípios de Santo Antônio do Pinhal, Campos do Jordão e São Bento do Sapucaí.

Table 2. Quantification of the categories of use and occupancy of land for the municipalities of Santo Antônio do Pinhal, Campos do Jordão and São Bento do Sapucaí.

Uso e Ocupação da Terra	Santo Antônio do Pinhal		Campos do Jordão		São Bento do Sapucaí	
	área (ha)	(%)	área (ha)	(%)	área (ha)	(%)
Araucária	42,4	0,31	205,2	0,71	221,6	0,88
Campo natural com perturbação antrópica	87,8	0,64	2.142,8	7,44	257,9	1,03
Campo natural sem perturbação antrópica	181,2	1,32	549,9	1,91	7,2	0,03
Vegetação de várzea	11,9	0,09	85,0	0,30	61,1	0,24
Vegetação secundária – estágio avançado	3.042,1	22,21	1.861,4	6,47	972,4	3,88
Vegetação secundária – estágio inicial	281,4	2,05	361,6	1,26	522,0	2,08
Vegetação secundária – estágio médio	2.524,4	18,43	15.613,9	54,23	7.249,4	28,92
Pastagem	6.465,0	47,19	2.539,5	8,82	12.989,6	51,81
Reflorestamento	492,4	3,59	2.787,9	9,68	1.202,5	4,80
Uso agrícola	358,0	2,61	128,3	0,45	1.219,9	4,87
Afloramento rochoso	0,9	0,01	3,3	0,01	24,7	0,10
Área urbanizada	203,1	1,48	2.496,7	8,67	329,2	1,31
Corpo d'água	3,8	0,03	14,7	0,05	5,8	0,02
Solo exposto	4,9	0,04	0,0	0,00	7,2	0,03
Total	13.699,3		28.790,4		25.070,5	

A análise dos resultados obtidos, de acordo com os procedimentos metodológicos adotados, permitiu as seguintes inferências:

1. a resolução espacial das ortofotos constituiu-se em excelente fator para a fotointerpretação e mapeamento;
2. dentro dos limites da UGRHI da Mantiqueira e abrangendo os municípios que a integram, Campos do Jordão, São Bento do Sapucaí e Santo Antônio do Pinhal, quanto ao uso e ocupação da terra predominam as categorias de vegetação secundária, em diferentes estágios: avançado 5.875,9 ha (8,70%); médio 25.387,7 ha (37,58%) e inicial 1.164,9 ha (1,72%), o que totaliza 32.428,5 ha ou 48% da área de estudo, sendo que as maiores concentrações se localizam no município de Campos do Jordão;
3. as pastagens também abrangem uma área expressiva de 21.994,1 ha representando 32,55% de toda a UGRHI. Cabe observar, que no município de São Bento do Sapucaí, 51,81% é ocupado por pastagens, superando a área de vegetação secundária;
4. a maior parte dos campos naturais apresenta-se com perturbações antrópicas, 2.488,6 ha, correspondendo a 3,68% da UGRHI da Mantiqueira. Os campos naturais sem perturbação antrópica abrangem 738,3 ha, representando apenas 1,09%. As maiores áreas dessa categoria se localizam no município de Campos do Jordão;
5. as áreas com araucária totalizam 469,2 ha, representando 0,69% do total da UGRHI;
6. as maiores áreas de campo natural, com e sem perturbação antrópica, localizam-se no município de Campos do Jordão, abrangendo 2.142,8 ha e 549,9 ha, respectivamente;
7. as maiores concentrações de vegetação secundária, em seus diferentes estágios de regeneração localizam-se no município de Campos do Jordão;
8. as áreas de reflorestamento totalizam 4.482,80 ha representando 6,64% da área total. Os reflorestamentos são compostos principalmente por *Pinus* e *Eucalyptus*. As áreas mais representativas dessa categoria de uso se encontram, respectivamente nos municípios de Campos do Jordão com 2.787,9 ha, São Bento do Sapucaí com 1.202,5 ha e Santo Antônio do Pinhal com 492,4 ha;
9. as maiores extensões de uso agrícola encontram-se no município de São Bento do Sapucaí com área de 1.219,9 ha. Nos municípios de Santo Antônio do Pinhal e Campos do Jordão as áreas de uso agrícola são menores, com 358 ha e 128,3 ha, respectivamente;
10. o município de Campos do Jordão possui a maior área urbanizada da UGRHI com 2.496,7 ha. São Bento do Sapucaí e Santo Antônio do Pinhal possuem áreas urbanas restritas com 329,2 ha e 203,1 ha, respectivamente, e
11. em relação aos mapeamentos já realizados por Brasil (2004) e Kronka et al. (2005), podemos enfatizar o detalhamento proporcionado pela alta resolução espacial das ortofotos digitais em relação às imagens de satélite. No presente trabalho foi possível mapear, por exemplo, o afloramento rochoso representado pela Pedra do Baú, no município de São Bento do Sapucaí, enquanto nos trabalhos anteriormente destacados o mesmo afloramento foi agrupado na classe de reflorestamento ou pastagem. Da mesma forma, foi possível detalhar o mapeamento das áreas de vegetação secundária, dividindo-as em três estágios de regeneração (inicial, médio e avançado). No mapeamento realizado por Brasil (2004), essas mesmas áreas foram classificadas apenas como florestas, pois o material utilizado não permitia maiores detalhamentos.

5 CONCLUSÕES

O mapeamento do uso da terra da UGRHI da Mantiqueira apresenta informações de importância relevante para o planejamento ambiental, conservação de recursos hídricos e desenvolvimento de pesquisas científicas.

Os municípios que compõem a UGRHI da Mantiqueira localizam-se em áreas de relevo de morros, relevo montanhoso e relevo escarpado com declividades médias a altas, entre 15% e superiores a 30%. Portanto, a implantação de atividades humanas deve obedecer aos critérios técnicos presentes na legislação ambiental vigente como também nos instrumentos legais municipais, tais como os Planos Diretores Municipais. Do contrário, as atividades humanas contribuirão para intensificar os processos erosivos naturais podendo causar prejuízos materiais e perdas de vidas humanas, como nos episódios de deslizamentos ocorridos no município de Campos do Jordão.

Nesse sentido, o mapeamento de uso e ocupação da terra pode ser utilizado como uma ferramenta auxiliar no planejamento ambiental na medida em que contribui para a identificação de atividades impactantes no meio ambiente, contribuindo assim para a mitigação e resolução de problemas originados por tais atividades.

6 AGRADECIMENTOS

Aos Pesquisadores Científicos do Instituto Florestal, Waldir Joel de Andrade pela participação no trabalho de campo e Massako Nakaoka Sakita, pelas fotos cedidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, M.H.; PFEIFER, R.M.; DEMATTÊ, J.A.M. Evolução e mapeamento do uso da terra, através de imagens aerofotogramétricas e orbitais em Santa Bárbara D'Oeste (SP). *Sci. Agric.*, v. 50, n. 3, p. 365-371, 1993.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e dá outras providências. *LEX – Coletânea de Legislação e Jurisprudência*, v. 64, n. 7, p. 3692, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Brasil, 2004. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>>. Acesso em: 14 out. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapeamento topográfico**. Rio de Janeiro, 2009. Escala 1:50.000.

KRONKA, F.J.N. et al. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. v. 1, 200 p.

PORFÍRIO, G.C.; BOGGIONE, G. de A. Avaliação de métodos de classificação em ortofotocartas digitais para identificação do uso e ocupação do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1993. p. 4259-4264. CD-Rom.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: HUCITEC: EDUSP, 1979. v. 2.

SANTOS, R.F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

STEINER, D. Time dimension for crop surveys from space. *Photogrammetric Engineering*, v. 36, n. 2, p. 187-194, 1970.

**FITOSSOCIOLOGIA DO ESTRATO ARBÓREO E ARBUSTIVO EM SUB-BOSQUE DE TALHÕES
DE *Pinus elliottii* E *Eucalyptus maculata/citriodora*
NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE TUPI, PIRACICABA – SP¹**

**PHYTOSOCIOLOGY OF THE ARBOREAL AND ARBUSTIVE STRATUM IN UNDERSTORY
OF *Pinus elliottii* AND *Eucalyptus maculata/citriodora*
AT ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE TUPI, PIRACICABA – SP**

Rosa Maria Galera GONÇALVES²; Edgar Fernando de LUCA³;
Denise ZANCHETTA⁴; Marco Aurélio Leite FONTES⁵

RESUMO – A Estação Experimental de Tupi – EET, Piracicaba–SP, é uma unidade do Instituto Florestal com 198 ha, onde a maior parte foi reflorestada com espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* entre as décadas de 1950 e 1980. Neste estudo se fez o levantamento fitossociológico do sub-bosque em talhão de *Pinus elliottii* – TP e de *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE. Foram instaladas 30 parcelas com 100 m² (10 m x 10 m) em cada ambiente, de onde foram amostrados todos os indivíduos arbustivos e arbóreos com diâmetro $\geq 3,0$ cm, e altura $\geq 1,0$ m. No talhão de *Pinus* foram identificadas 26 famílias e 63 espécies e no talhão de *Eucalyptus* foram 20 famílias e 57 espécies. A família Fabaceae ocorreu com a maior riqueza, com 25 espécies quando somados os dois ambientes. As espécies com maior densidade em cada ambiente foram: *Piper arboreum* com 115 ind. ha⁻¹ (TP) e *Melia azedarach* com 173,3 ind. ha⁻¹ (TE). Essas apresentaram comportamento de invasoras. A espécie *M. azedarach* teve também o maior Índice de Valor de Importância nos dois ambientes (IVI = 34,4 em TP e 47,8 em TE), devido à sua elevada densidade. Por outro lado, as espécies raras somaram 45,5 e 27,5% do IVI total em TP e em TE, respectivamente. As comunidades vegetais estudadas mostraram alta riqueza de espécies, porém ocorreram muitas espécies raras. Os resultados obtidos demonstraram que as espécies exóticas estudadas (*Pinus* e *Eucalyptus*) podem ser utilizadas como pioneiras no processo de recuperação de áreas degradadas. No entanto, para se obter comunidades vegetais com alta diversidade são necessárias intervenções de manejo visando controlar a densidade das espécies dominantes.

Palavras-chave: reflorestamento; restabelecimento; floresta estacional semidecidual; manejo florestal.

ABSTRACT – The Estação Experimental de Tupi in Piracicaba, SP, is one of the Forest Institute units mostly of its 198 ha was recovered with the genera *Pinus* and *Eucalyptus* species between the decades of 1950 and 1980. In this study a phytosociological survey was carried out aiming to know the natural regeneration inside the stands of *Pinus elliottii* and *Eucalyptus maculata/citriodora*. Thirty parcels (10 m x 10 m) were established in each case where all the individuals with d.b.h. equal or bigger than 3 cm were sampled and the height starting from 1.0 m were measured as well. In TP and TE were identified 28 and 23 families and 68 and 61 species respectively. The Fabaceae family was the most diversified with 25 species in two environments. In TP the densest species was *Piper arboreum* (115 ind. ha⁻¹) in TE was *Melia azedarach* (173.3 ind. ha⁻¹). These two species showed off an invasive behavior, *M. azedarach* was found to possess the greatest value of importance in TP (34.4) and in TE (47.8) due to its high density. As for the rare species they occurred with percentages 45.5 and 27.5 respectively. The study was important to define management strategies aiming to improve stands conditions such as thinning species that show off invasive behavior and to enrich the stands with samplings of rare species.

Keywords: reforestation; natural reestablishment; semi-deciduous tropical forest; forest management.

1 INTRODUÇÃO

A Estação Experimental de Tupi – EET, Piracicaba–SP, é uma unidade de produção e conservação do Instituto Florestal, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Possui área de 198 ha, dos quais 158 ha foram reflorestados entre as décadas de 1950 e 1980, principalmente com espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Ocorre apenas um fragmento (floresta estacional semidecidual) com 4,7 ha que representa a vegetação natural remanescente (Velloso et al., 1991). Durante os primeiros anos da fase adulta das florestas implantadas na EET foram realizados desbastes seletivos, porém há mais de uma década não se pratica o manejo florestal. Nessa situação, houve condições para a regeneração natural, com formação de denso sub-bosque nos talhões reflorestados.

Passados mais de cinquenta anos do início dos plantios, formaram-se mosaicos de vegetação nativa associados à floresta implantada de espécies exóticas. Esses tipos se tornaram objetos de estudos que visaram conhecer os processos envolvidos na sucessão ecológica, na dinâmica das populações, no efeito de borda, no banco de sementes e nas áreas de clareiras (Giannotti et al., 2003).

O processo de regeneração natural em áreas de florestas normalmente se dá após a ocorrência de algum evento, seja ele natural ou antrópico, resultando no desenvolvimento da vegetação através do processo de sucessão ecológica. Essa capacidade de regeneração natural das espécies nativas em sub-bosque de plantios homogêneos é importante para a biodiversidade do ambiente, pois favorece o banco genético vegetal e cria condições para sustentação da fauna, propiciando fontes de alimentação e ambientes propícios à nidificação. As formações florestais resultantes são importantes reservatórios de espécies que podem ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas (Crestana, 2006).

Segundo Silva Jr. (2005), estudos de florística e fitossociologia são básicos para o conhecimento da flora, assim como da relação entre comunidade, plantas e fatores ambientais. Dessa forma, constituem subsídios para a recuperação de áreas e elaboração de propostas de manejos adequados às unidades de conservação.

Nesse sentido, Marangon (1999) cita que a identificação das espécies e seus comportamentos nas comunidades devem ser usados para analisar as relações ambientais, sendo que estes dados fornecem suporte para adotar técnicas de manejo e conservação.

O manejo dos recursos naturais pressupõe o conhecimento específico sobre fatores bióticos e abióticos, sendo imprescindíveis informações sobre flora, fauna, solo e água. Esses elementos interagem entre si e com as ações antrópicas que neles incidem. É, portanto, indispensável considerar essa sinergia que existe entre esses elementos e orientar seus respectivos usos, respeitando essa interação.

Diniz e Monteiro (2008) estudaram a regeneração natural em sub-bosques de florestas de *Pinus* spp. na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade, Rio Claro–SP. Ao todo foram amostradas 38 famílias e 96 espécies. Os autores concluíram que apesar da riqueza ser relativamente alta, quando comparada com outros trabalhos semelhantes na mesma unidade de conservação, o índice de diversidade médio ($H' = 2,58$) obtido foi mais baixo do que os normalmente encontrados para florestas nativas ou remanescentes pouco perturbados.

Sartori et al. (2002) estudaram a regeneração natural em sub-bosque de *Eucalyptus saligna*, na Estação Experimental de Itatinga–SP. O estudo avaliou dois sítios distintos quanto às características edáficas e de relevo. Foram identificadas 34 famílias, 72 gêneros e 107 espécies, das quais sete foram comuns aos dois sítios estudados. Com relação às diversidades florísticas foi encontrado maior índice de Shannon-Weiner ($H' = 3,75$) para o sítio sob LATOSSOLO VERMELHO, onde ocorrem principalmente espécies de cerrado e floresta estacional semidecidual. Menor diversidade ($H' = 2,51$) ocorreu em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, onde ocorreram espécies típicas de cerrado.

No presente estudo foi realizado um levantamento fitossociológico do estrato arbóreo e arbustivo, visando conhecer as condições estruturais de dois talhões reflorestados com espécies de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* e, desta forma, compor subsídios auxiliares à tomada de decisões quanto ao correto manejo florestal adequado à conservação desses talhões.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de Estudo

A Estação Experimental de Tupi está inserida na Bacia do Rio Piracicaba, nas coordenadas geográficas 22°43'21" Sul e 47°32'30" Oeste, entre as altitudes 505 e 565 m. Conforme a classificação de Köppen, os elementos climáticos inserem a região na categoria Cwa (*mesotérmico*, com temperatura média do mês mais frio entre -3 °C e 18 °C e *tropical de altitude*, com inverno seco e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C). A precipitação anual média é 1.534 mm e diferenciam-se os períodos chuvoso (outubro a março), quando chove cerca de 80% do total, e seco (abril a setembro). A temperatura média anual é 20,6 °C e pode-se diferenciar o período mais quente (setembro a abril), entre dezembro e março a média fica acima de 22 °C, e o menos quente (maio a agosto), com temperaturas abaixo de 19 °C, sendo junho e julho os meses mais frios. O balanço hídrico climatológico (Thornthwaite e Mather, 1955) mostrou deficiência hídrica anual de apenas 7 mm, concentrada nos meses de julho e agosto, e excedente hídrico anual de 572 mm, concentrado entre outubro e março.

O solo dominante nos dois talhões estudados é classificado como ALISSOLO CRÔMICO Argilúvico textura arenosa/média, segundo o sistema de classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1999). Para a caracterização química e física realizaram-se amostragens compostas em ambos os talhões, cujos resultados para TP e TE foram, resumidamente: areia = 610 e 550 g. kg⁻¹; argila = 120 e 140 g. kg⁻¹; soma de bases = 18 e 15 mmol_c dm⁻³ e saturação de bases (V) = 26 e 17%.

2.2 Amostragem e Análise dos Dados

Um dos talhões selecionados para este estudo foi plantado em 1958 com *Pinus elliottii* – TP e possui área de 4,5 ha. O outro talhão foi plantado em 1954 com *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus citriodora* – TE e possui área de 6,2 ha.

Para as amostragens de indivíduos arbóreos e arbustivos foram instaladas 30 parcelas com dimensões de 10 m x 10 m em cada talhão. As parcelas foram dispostas em três linhas retas e equidistantes em 100 m, em cada linha, foram locadas 10 parcelas contíguas. Para a locação das linhas foram respeitadas bordaduras de 15 m. Amostraram-se os indivíduos maiores que 1,0 m e com diâmetro \geq a 3,0 cm.

A identificação taxonômica das espécies amostradas foi efetuada mediante literatura especializada e consultas a especialistas. O material coletado e herborizado foi utilizado para posterior identificação por comparação com exsicatas do Herbário D. Bento José Pickel, Instituto Florestal. O material não obteve “voucher” por não estar completo, não integrando, portanto, o acervo do referido herbário. As espécies foram organizadas segundo a classificação proposta em Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003).

Os parâmetros fitossociológicos calculados foram a densidade, frequência e dominâncias absolutas e relativas. A partir desses valores calculou-se o índice de valor de importância – IVI (Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974). Também foram calculados o índice de diversidade de Shannon-Weiner (H') e a Equabilidade (E') (Pielou, 1975), que reflete a forma como os indivíduos encontram-se distribuídos entre as espécies presentes na amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características dendrométricas dos indivíduos de *Pinus elliottii* (TP) e *Eucalyptus maculata/citriodora* (TE) foram, respectivamente: densidade = 227,5 e 463,3 ind. ha⁻¹, DAP (diâmetro à altura do peito) médio = 43,9 e 28,3 cm, e altura média = 32,3 e 35,0 m. Com relação à regeneração natural nos sub-bosques foram identificadas 26 famílias e 63 espécies em TP e 20 famílias e 57 espécies em TE (Tabela 1).

Tabela 1. Famílias e espécies amostradas nos sub-bosques de *Pinus elliottii* – TP e *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.
 Table 1. Families and species found in understory of *Pinus elliottii* – TP and *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	número de indivíduos	
			TP	TE
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guarita	01	
	<i>Mangifera indica</i> L. *	manga	03	
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> M. Arg.	peroba-poca	12	
	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	guatambu		03
	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i> (A. DC.) Miers	leiteiro	03	09
	<i>Rauvolfia sellowii</i> M. Arg.	casca-d'anta		01
ARECACEAE (PALMAE)	<i>Syagrus ramanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	jerivá	01	01
ASTERACEAE (COMPOSITAE)	<i>Gochnata polymorpha</i> (Less.) Cabr.	cambará	03	02
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	caroba	05	
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	ipê-de-jardim		01
CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum.	pau-pólvora	03	01
CLUSIACEAE (GUTTIFERAE)	<i>Catophyllum brasiliensis</i> Camb.	guanandi	01	
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.	tapiá	41	01
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	03	12
	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	andá-assu	01	
FABACEAE	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	monjoleiro		02
	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	angico-vermelho	26	
	<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Macbr	angelim-de-morego	01	
	<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata-de-vaca	05	19
	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tull. var. <i>leiostachya</i> Benth. <i>Calliandra spinosa</i> Ducke	pau-ferro barba-de-bode	01	04

continua
to be continued

GONÇALVES, R.M.G. et al. Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo em sub-bosque de talhões de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP.

continuação – Tabela 1
continuation – Table 1

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	número de indivíduos	
			TP	TE
	<i>Centrobium tomentosum</i> Guil. ex Benth.	arará	03	16
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	óleo-de-copaíba	06	13
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britt.			01
	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	alecrim-de-campinas	01	
	<i>Inga uruguensis</i> Hook. et Arnt.	ingá		01
	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Tul.) Malme	embira-de-sapo		01
	<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	jacarandá-bico-de-pato	01	10
	<i>Machaerium paraguayensis</i> L.	jacarandá-branco		01
	<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	caviúna		01
	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vog.	sapuvinha		07
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	ibirá-puitá	01	
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré	10	
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	guapuruvu	11	03
LAURACEAE	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	canela-fedida	01	
MALVACEAE	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.Hil.) Ravenna	paineira	03	02
	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	01	06
	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Rob.	embiruçu		04
MELASTOMACEAE	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	quaresmeira	02	
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana	09	02
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-rosa	02	06
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	guarea; marinheiro	05	02
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	guarea	01	
	<i>Melia azedarach</i> L.*	santa bárbara	36	52
	<i>Trichilia</i> sp.	catiguá		33

continua
to be continued

continuação – Tabela 1
 continuation – Table 1

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	número de indivíduos	
			TP	TE
MYRTACEAE	<i>Campomanesia eugenioides</i> (Cambess.) D. L.	gabioba		14
	<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk	gabioba		03
	<i>Campomanesia guazumaefolia</i> (Camb.) Berg.	sete-capotes	01	
	<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden *	eucalipto	01	
	<i>Eugenia florida</i> DC.	guamirim		04
	<i>Eugenia glazioviana</i> O. Berg.	guamirim	05	18
	<i>Eugenia moraviana</i> Kiaersk.	guamirim	06	13
	<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	uvaia	02	
	<i>Eugenia sonderiana</i> O. Berg	guamirim	01	
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga		01
	<i>Myrcia rostrata</i> DC.	guamirim-da-folha-miúda	01	
	<i>Myrciaria glazioviana</i> (Kiaersk.) Barr. & Sobral	cabeludinha		01
	<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg.	jabuticaba	02	04
	<i>Psidium guajava</i> L.	goiaba	01	05
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá		01
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels *	jambolão	31	
	PIPERACEAE	<i>Piper arboreum</i> Abul.	caapeba	46
<i>Piper marginatum</i> Jacq.		falso jaborandi	01	01
PHYTOLACCACEAE	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	pau-d' alho	01	01
	<i>Seguieria americana</i> L.	agulheiro		04
PROTEACEAE	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.*	grevilea	06	
	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotz.	carne-de-vaca	01	02
RHAMNACEAE	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.*	uva-japonêsa		01
	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.*	ameixa	04	

continua
 to be continued

GONÇALVES, R.M.G. et al. Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo em sub-bosque de talhões de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP.

continuação – Tabela 1
continuation – Table 1

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	número de indivíduos	
			TP	TE
ROSACEAE	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	pessegueiro-bravo	01	
RUBIACEAE	<i>Randia calycina</i> Cham.	jasmim-do-mato	01	06
RUTACEAE	<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	pau-marfim	01	03
RUTACEAE	<i>Citrus limon</i> Burm.*	limão-rosa	01	
	<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	guarantã	11	03
	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St. Hil.) A. Juss	mamoninha	02	23
	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jacq.*	murta		04
	<i>Zathoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-porca	01	07
	<i>Zathoxylum</i> sp.			02
SALICACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatonga	02	
	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briquet.	pau-de-espeto	04	06
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga	23	37
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	baga-de-morcego	02	
	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	arco-de-peneira		05
	<i>Diatenopterix sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta	01	
SOLANACEAE	<i>Solanum argenteum</i> Dunal	folha-prata	15	05
URTICACEAE	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	embaúba	37	
VERBENACEAE	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz et Pav.) A. L. Juss.	lixreira	04	01
NÃO IDENTIFICADA			04	01

* Espécies exóticas. Parênteses indicam a classificação da família por outro sistema.

Diniz e Monteiro (2008) estudaram o sub-bosque de dois talhões reflorestados com *Pinus* spp. na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade – FEENA, Rio Claro–SP, os quais contavam com 41 e 49 anos após plantio. Os resultados encontrados por esses autores se assemelham aos do presente estudo, pois amostraram 30 e 31 famílias, 47 e 70 espécies, respectivamente, nos dois talhões estudados.

Nessa mesma unidade também foram estudados dois talhões reflorestados com *Eucalyptus* spp., com os seguintes resultados referentes ao estrato arbóreo: talhão de *Eucalyptus tereticornis* aos 80 anos: 33 famílias e 63 espécies (Schlittler, 1984); talhão de *Eucalyptus saligna* aos 72 anos: 18 famílias e 38 espécies (Takahasi, 1992). Moura (1998) estudou talhão de *E. tereticornis* aos 85 anos e amostrou 22 famílias e 42 espécies; em *Eucalyptus microcorys* aos 42 anos amostrou 11 famílias e 12 espécies. Esse autor comparou as situações estudadas com as situações de Schlittler (1984) e Takahasi (1992), concluindo que nenhuma das espécies da regeneração natural foi comum a todas as situações.

Portanto, a riqueza encontrada no presente estudo foi intermediária entre as riquezas encontradas por outros autores que estudaram sub-bosques de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. em situações semelhantes que distam cerca de 50 quilômetros da unidade do presente estudo.

Cerqueira et al. (2008), em floresta estacional semidecídua no Estado de São Paulo, identificaram 41 famílias e 159 espécies amostrando indivíduos com altura a partir de 2,0 m. Carvalho et al. (2009), em floresta aluvial do Paraná, amostraram 29 famílias e 52 espécies somando os estratos inferior, intermediário e arbóreo. Siqueira et al. (2009), em dois fragmentos de floresta estacional decidual em Minas Gerais, amostraram 32 e 22 famílias e 64 e 46 espécies de indivíduos com DAP a partir de 4,8 cm.

No presente estudo, 20 famílias ocorrentes em TP foram comuns a TE, porém apenas seis famílias (21,4%) foram exclusivas

à TP (Anarcadiaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Rosaceae e Urticaceae). Dentre as cinco famílias com maior número de espécies em cada ambiente, quatro (Fabaceae, Myrtaceae, Meliaceae e Rutaceae) foram comuns a ambos.

A família Fabaceae apresentou a maior riqueza, ocorrendo com 13 espécies em TE e 11 espécies em TP. A família Myrtaceae ocorreu com 10 espécies em cada um dos dois talhões. Resultados semelhantes foram encontrados por Cerqueira et al. (2008), nos quais as famílias de maior riqueza foram Fabaceae (24) e Myrtaceae (15); e também por Siqueira et al. (2009) que amostrou Fabaceae como a família de maior riqueza nos dois fragmentos estudados. Diniz e Monteiro (2008) encontraram maior riqueza na família Myrtaceae em duas situações, com oito e sete espécies, respectivamente, e Carvalho et al. (2009) registraram Myrtaceae (15) e Fabaceae (3), estes lembraram que Malvaceae foi incluída entre as mais ricas nesses fragmentos devido ao sistema de classificação adotado (APG II, 2003), que classifica nesta família as espécies anteriormente classificadas em Bombacaceae e Tiliaceae.

A densidade total do sub-bosque foi 1.060,0 ind. ha⁻¹ em TP e 1.323,3 ind. ha⁻¹ em TE. A família Meliaceae apresentou a maior densidade em TE (323,3 ind. ha⁻¹), seguida pelas famílias Fabaceae (286,7 ind. ha⁻¹) e Myrtaceae (213,3 ind. ha⁻¹). Em TP a maior densidade ocorreu para Fabaceae (167,5 ind. ha⁻¹), seguida das famílias Meliaceae (132,5 ind. ha⁻¹) e Mirtaceae (127,5 ind. ha⁻¹). Em relação à densidade total, em TP as cinco famílias de maior densidade contribuíram com 55% do total e em TE a contribuição das cinco famílias de maior densidade foi 71% (Figura 1).

Entre as 10 espécies com maior densidade, apenas *Melia azedarach* (espécie exótica) e *Casearia sylvestris* foram comuns aos dois ambientes estudados (Figura 2). Para *M. azedarach* foram encontradas contribuições de 10,3% e 4,9% em TP e TE, respectivamente.

GONÇALVES, R.M.G. et al. Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo em sub-bosque de talhões de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP.

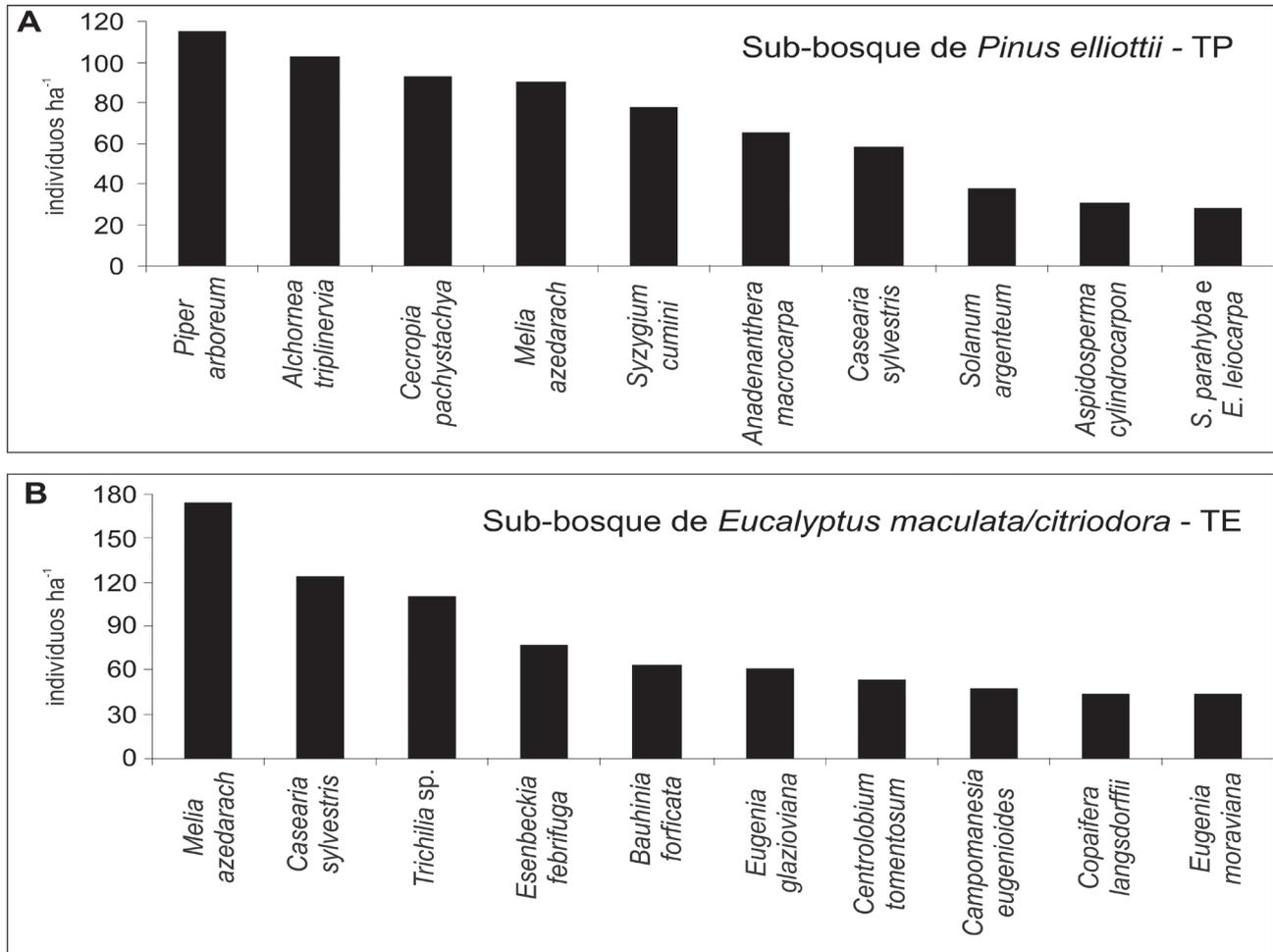


Figura 1. Densidade (indivíduos.ha⁻¹) das famílias amostradas em sub-bosque de (a) *Pinus elliottii* – TP e (b) *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.

Figure 1. Density (individuals.ha⁻¹) of families found in understory of (a) *Pinus elliottii* – TP and (b) *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.

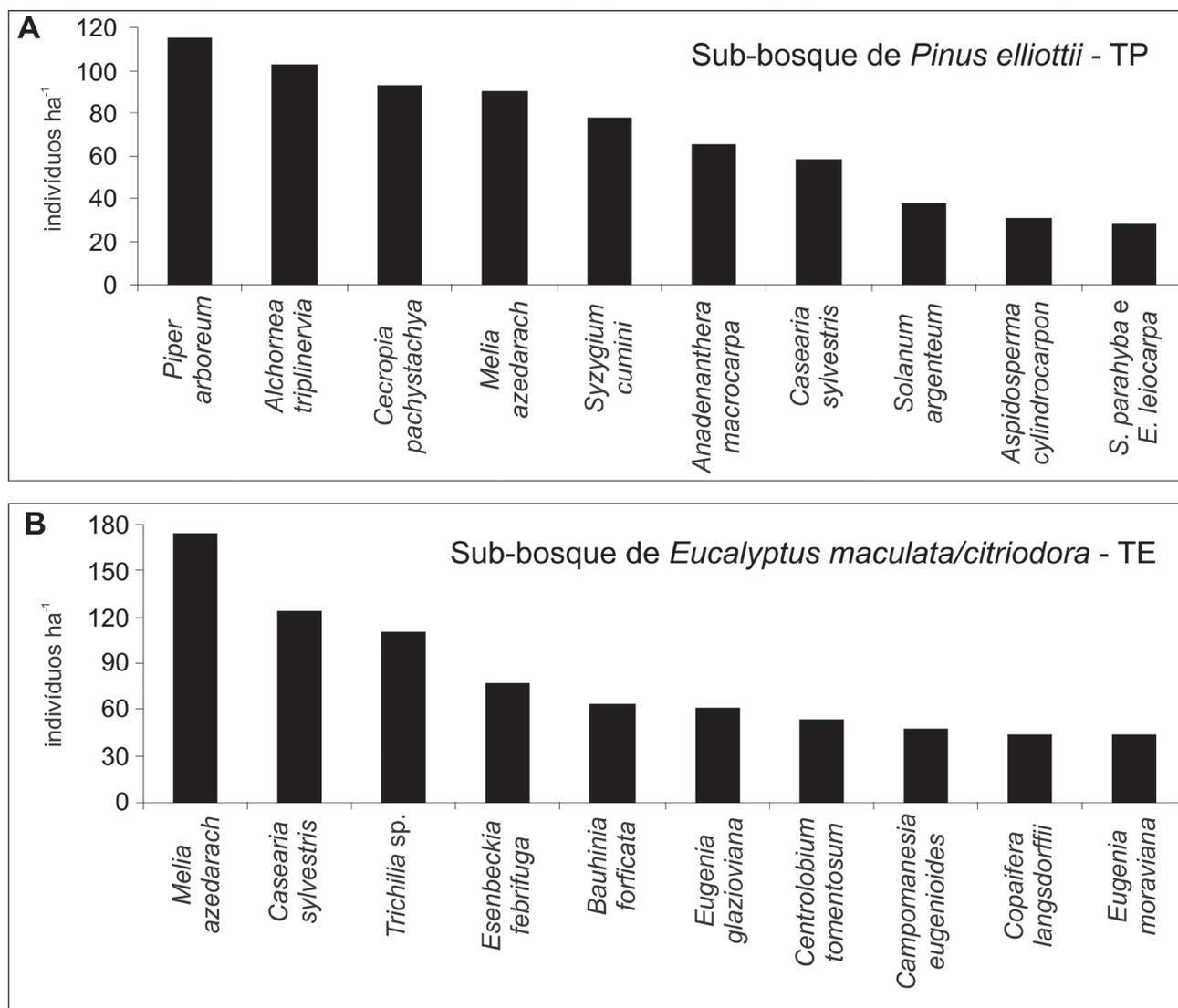


Figura 2. Valores das dez espécies com as maiores densidades (indivíduos ha⁻¹) amostradas em sub-bosque de (a) *Pinus elliottii* – TP e (b) *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.

Figure 2. The ten highest densities (individuals ha⁻¹) to the species found in understory of (a) *Pinus elliottii* – TP and (b) *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.

Em TP, a espécie de maior densidade foi *Piper arboreum* (115 ind. ha⁻¹). Essa espécie representou 98% dos indivíduos da família Piperaceae e foi responsável por seu destaque como a família de maior densidade de indivíduos. Outras famílias com baixo número de espécies, constantes entre as dez com maior densidade, foram *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae), *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e *Melia azedarach* (Meliaceae). A espécie *P. arboreum* ocorreu, principalmente, na forma de touceiras. Esse tipo de agrupamento ocasionou a formação de serapilheira composta exclusivamente por folhas de indivíduos dessa espécie. Também foi observado que essas touceiras impediam a deposição das acículas de *Pinus* no solo e que o sombreamento decorrente ocasionou maior umidade do solo em relação às superfícies externas a esses maciços. Essa condição favoreceu visivelmente a elevada ocorrência de fungos decompositores.

Em TE, a espécie de maior densidade foi *Melia azedarach* (173,3 ind. ha⁻¹). Sua contribuição na densidade da família Meliaceae foi de 54% dos indivíduos, sendo a porcentagem restante dividida entre as outras seis espécies da família.

Essa densidade pode ser considerada alta e até mesmo representativa do comportamento de invasora quando comparada à densidades das espécies nativas. Outras famílias com baixo número de espécies entre as dez com maior densidade foram: *Casearia sylvestris* (Salicaceae), *Trichilia* sp. (Meliaceae) e *Esenbeckia febrifuga* (Rutaceae).

No sub-bosque de *Pinus* todas as dez espécies de maior densidade pertenceram a famílias diferentes, enquanto em TE cinco famílias figuraram entre as dez espécies de maior densidade. Em TP também ocorreram mais espécies raras, aqui consideradas como aquelas com apenas uma ocorrência na amostragem. Nesse talhão essas espécies (31) corresponderam a 45,5% do total de espécies e a 7,3% da densidade total nesse ambiente. Em TE ocorreram 18 espécies raras, que corresponderam a 29,5% do total de espécies e a 4,5% da densidade total (Figura 3). Essas porcentagens de espécies raras ficaram próximas às encontradas por Diniz e Monteiro (2008), 60% e 41%, e por Araújo e Haridasan (1997), 33%.

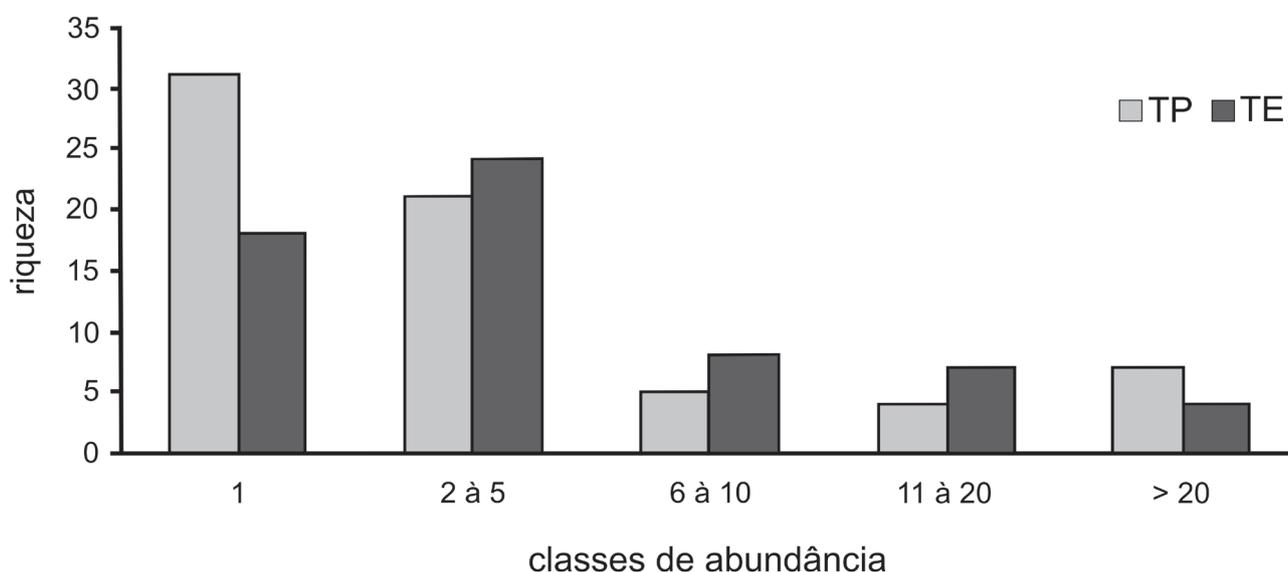


Figura 3. Número de espécies (riqueza) ocorrentes em cada classe de abundância (número de indivíduos com que cada espécie foi amostrada nas 30 parcelas) em sub-bosque de *Pinus elliottii* – TP e *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.

Figure 3. Number of species (richness) found in each class of abundance (quantity of individuals from each species were found in total 30 plots) in understory of *Pinus elliottii* – TP and *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.

Espécies raras são importantes na dinâmica das comunidades, pois geralmente a perda e o ganho de espécies estão relacionados à elas (Nascimento et al., 1999; Werneck et al., 2000 apud Silva e Araújo, 2009). Werneck et al. (2000), em fragmento de floresta estacional semidecidual em Minas Gerais, realizaram levantamentos florísticos intercalados em 14 anos. Nesse período, dez espécies entraram e também dez espécies saíram da comunidade, sendo que todas elas ocorriam com um ou dois indivíduos.

Portanto, considerando que algumas poucas espécies ocorrem em elevada densidade, e que muitas espécies são raras, há necessidade de práticas de manejo visando ao monitoramento das duas situações. Nessa situação são indicados o desbaste com a retirada de indivíduos da espécie exótica *Melia azedarach* e a poda manual na espécie nativa *Piper arboreum*. Pretende-se com essas técnicas favorecer maior abundância de indivíduos das espécies raras. Rodrigues et al. (2009) afirmaram que o desafio em produzir florestas autossustentáveis é traduzir conhecimentos científicos em estratégias simples de restauração.

Dentre as dez espécies com maior Índice de Valor de Importância – IVI em TP ocorreram as exóticas arbóreas *Melia azedarach* e *Syzygium cumini* e as nativas *Piper arboreum*, *Alchornea tripilinervia* e *Anadenanthera macrocarpa*. O maior IVI ocorreu para *M. azedarach*. Considerando que essa espécie foi ranqueada em quarto lugar quanto à densidade absoluta, seu maior IVI se deu por sua alta dominância relativa. No caso do *Piper arboreum* seu IVI ocorreu pelo fato de possuir a maior densidade relativa entre as espécies estudadas. Todas as espécies do grupo das dez com maior densidade, além daquelas com maior IVI, pertencem à famílias diferentes (Tabela 2A).

Em TE a espécie com maior IVI também foi *Melia azedarach*, porém o segundo maior valor ocorreu para a nativa *Casearia sylvestris*. As espécies *Piptadenia gonoacantha*, com apenas quatro indivíduos, e *Cedrela fissilis*, com seis indivíduos, figuraram entre as dez com os maiores IVI devido aos seus padrões de dominância estarem relativamente altos: 6,10 e 4,08, respectivamente.

Nesse ambiente figuraram oito famílias, uma vez que Meliaceae contribuiu com as espécies *C. fissilis*, *M. azedarach* e *Trichilia* sp. (Tabela 2B).

Diniz e Monteiro (2008) também registraram o comportamento da família Piperaceae entre as primeiras de maior densidade, mas com baixo número de espécies, assim como o comportamento de *P. arboreum* no presente estudo, os referidos autores encontraram que o alto IVI foi devido à elevada densidade.

Possivelmente, o elevado número de famílias e de espécies seja consequência de antigos desbastes aplicados nos dois talhões. Esses desbastes teriam ocasionado clareiras e, conseqüentemente, criado condições para o surgimento de novos indivíduos. Com a cessação das intervenções antrópicas, há cerca de vinte anos, criaram-se condições de maturidade e fixação de novas espécies. Mariano et al. (1998) estudaram um fragmento florestal na EET, o qual foi reflorestado com 22 espécies em 1975. Vinte anos após o reflorestamento identificaram o recrutamento de outras 55 espécies. Os autores atribuíram o sucesso desse recrutamento à germinação das sementes armazenadas no solo e ao ingresso de sementes e propágulos oriundos de fragmento vizinho ao estudado.

Essa consideração pode ser reforçada pelo fato de o entorno da EET ser formado basicamente por ambientes antrópicos, como pastagens, canais e rodovias, mas também há a possibilidade de dispersão zoocórica, principalmente aves e mamíferos de pequeno porte, estar fornecendo propágulos de pequenos fragmentos florestais externos à Unidade.

Em TP ocorre a atividade de extração da resina, processo conhecido como resinagem, há quatro anos. Não se pode afirmar que esse tipo de manejo florestal tenha prejudicado a diversidade biológica do sub-bosque, uma vez que este foi o primeiro levantamento no talhão e, comparativamente a TE, onde não ocorre esse manejo, o sub-bosque em TP foi mais rico em famílias e espécies. No entanto, os corredores formados para acesso às árvores em resinagem ocuparam área em regeneração, e o impacto de pisoteios e movimentações de tambores condicionadores de resina foram fatores prejudiciais nestes locais, dificultando provavelmente o estabelecimento de outros indivíduos das espécies raras.

GONÇALVES, R.M.G. et al. Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo em sub-bosque de talhões de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP.

Tabela 2A. Descritores quantitativos do estudo fitossociológico para as espécies amostradas em sub-bosque de *Pinus elliottii* – TP.

Table 2A. Quantitative descriptors to phytosociological study of understory *Pinus elliottii* – TP and their sampled species.

ESPÉCIE	NI	DR	DoR	FR	IVI
<i>Melia azedarach</i> L.*	36	8,49	22,61	3,31	34,41
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.	41	9,67	11,50	3,31	24,48
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	26	6,13	11,27	3,31	20,71
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	31	7,31	7,93	3,31	18,55
<i>Piper aduncum</i> L.	46	10,85	3,32	3,31	17,47
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	37	8,73	5,09	3,31	17,12
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	11	2,59	6,23	3,31	12,13
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	23	5,42	1,50	3,31	10,23
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	15	3,54	0,48	3,31	7,33
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	11	2,59	1,16	3,31	7,06
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	10	2,36	1,18	3,31	6,84
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> M. Arg.	12	2,83	1,56	1,65	6,04
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz et Pav.) A. L. Juss	4	0,94	2,64	1,65	5,24
<i>Ceiba speciosa</i>	3	0,71	2,87	1,65	5,23
<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.*	6	1,42	2,01	1,65	5,08
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	6	1,42	1,77	1,65	4,84
<i>Mangifera indica</i> L.	3	0,71	2,46	1,65	4,82
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	4	0,94	0,40	3,31	4,65
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brinq.	4	0,94	1,12	2,48	4,54
<i>Bauhinia forficata</i> Link	5	1,18	0,76	2,48	4,42
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	9	2,12	0,64	1,65	4,41
<i>Eugenia moraviana</i> Kiaersk.	6	1,42	0,29	1,65	3,36
<i>Eugenia glazioviana</i> O. Berg	5	1,18	0,33	1,65	3,16
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	3	0,71	0,39	1,65	2,75
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum.	3	0,71	0,36	1,65	2,72
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	5	1,18	0,67	0,83	2,67
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	5	1,18	0,53	0,83	2,54
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2	0,47	1,06	0,83	2,36
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	2	0,47	0,23	1,65	2,35
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St. Hil.) A. Juss	2	0,47	0,04	1,65	2,16
não identificada	1	0,24	0,97	0,83	2,03
<i>Peschiera fuchsiaeifolia</i> (A. DC.) Miers	3	0,71	0,48	0,83	2,02
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	1	0,24	0,88	0,83	1,94
não identificada	1	0,24	0,83	0,83	1,89
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	2	0,47	0,51	0,83	1,81
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guil. ex Benth.	3	0,71	0,17	0,83	1,70
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabr.	3	0,71	0,08	0,83	1,61
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Fr. All. ex Benth.	1	0,24	0,54	0,83	1,61

continuação
to be continued

continuação – Tabela 2A
 continuation – Table 2A

ESPÉCIE	NI	DR	DoR	FR	IVI
<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	1	0,24	0,54	0,83	1,61
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	1	0,24	0,39	0,83	1,45
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	2	0,47	0,13	0,83	1,43
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	2	0,47	0,08	0,83	1,38
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg.	2	0,47	0,06	0,83	1,35
não identificada	1	0,24	0,22	0,83	1,28
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	1	0,24	0,20	0,83	1,26
não identificada	1	0,24	0,15	0,83	1,21
<i>Campomanesia guazumaefolia</i> (Camb.) Berg.	1	0,24	0,13	0,83	1,19
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1	0,24	0,10	0,83	1,16
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	1	0,24	0,10	0,83	1,16
<i>Citrus limon</i> Burm.*	1	0,24	0,08	0,83	1,15
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	1	0,24	0,08	0,83	1,15
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	1	0,24	0,08	0,83	1,15
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotz.	1	0,24	0,08	0,83	1,15
<i>Syagrus ramanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	1	0,24	0,08	0,83	1,15
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	1	0,24	0,07	0,83	1,13
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meissn.) Mez	1	0,24	0,07	0,83	1,13
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	1	0,24	0,06	0,83	1,12
<i>Eugenia sonderiana</i> O. Berg	1	0,24	0,05	0,83	1,11
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	1	0,24	0,05	0,83	1,11
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb.	1	0,24	0,04	0,83	1,10
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	1	0,24	0,04	0,83	1,10
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	1	0,24	0,04	0,83	1,10
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Macbr	1	0,24	0,03	0,83	1,09
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tull	1	0,24	0,03	0,83	1,09
<i>Psidium guajava</i> L.	1	0,24	0,03	0,83	1,09
<i>Randia calycina</i> Cham.	1	0,24	0,03	0,83	1,09
<i>Zathoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	0,24	0,03	0,83	1,09
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	1	0,24	0,02	0,83	1,08

NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa; IVC = índice de valor comercial; IVI = índice de valor de importância.

GONÇALVES, R.M.G. et al. Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo em sub-bosque de talhões de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP.

Tabela 2B. Descritores quantitativos do estudo fitossociológico para as espécies amostradas em sub-bosque de *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE.

Table 2B. Quantitative descriptors to phytosociological study of understory *Eucalyptus maculata/citriodora* – TE and their sampled species.

ESPÉCIE	NI	DR	DoR	FR	IVI
<i>Melia azedarach</i> L.*	52	13,13	31,54	3,16	47,83
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	37	9,34	5,34	3,16	17,84
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	13	3,28	10,52	3,16	16,96
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	29	7,32	1,59	3,16	12,07
<i>Bauhinia forficata</i> Link	19	4,80	4,54	2,11	11,45
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guil. ex Benth.	16	4,04	4,25	2,11	10,40
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St. Hil.) A. Juss	23	5,81	2,40	2,11	10,32
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	4	1,01	6,10	2,11	9,21
<i>Eugenia glazioviana</i> O. Berg	18	4,55	1,47	3,16	9,17
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	6	1,52	4,08	2,11	7,70
<i>Campomanesia eugenioides</i> (Cambess.) D. L.	14	3,54	1,93	2,11	7,57
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	10	2,53	1,36	3,16	7,04
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	12	3,03	1,51	2,11	6,65
<i>Eugenia moraviana</i> Kiaersk	13	3,28	1,03	2,11	6,42
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	6	1,52	2,36	2,11	5,98
<i>Zathoxylum rhoifolium</i> Lam.	7	1,77	1,67	2,11	5,55
<i>Peschiera fuchsiaefolia</i> (A. DC.) Miers	9	2,27	1,01	2,11	5,39
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	1	0,25	3,32	1,05	4,63
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	5	1,26	0,67	2,11	4,04
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brinq.	6	1,52	0,40	2,11	4,02
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Rob.	4	1,01	1,88	1,05	3,95
<i>Randia calycina</i> Cham.	6	1,52	0,26	2,11	3,88
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	5	1,26	0,21	2,11	3,57
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg.	4	1,01	0,29	2,11	3,41
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vog.	7	1,77	0,55	1,05	3,37
<i>Sequiaria americana</i> L.	4	1,01	0,24	2,11	3,36
<i>Calliandra spinosa</i> Ducke	4	1,01	0,21	2,11	3,32
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotz.	2	0,51	0,69	2,11	3,31
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	3	0,76	1,48	1,05	3,29
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	3	0,76	1,35	1,05	3,16
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	2	0,51	0,31	2,11	2,92
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabr.	2	0,51	0,26	2,11	2,87
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2	0,51	0,10	2,11	2,71
<i>Psidium guajava</i> L.	5	1,26	0,24	1,05	2,55
<i>Eugenia florida</i> DC.	4	1,01	0,47	1,05	2,53
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jacq.*	4	1,01	0,21	1,05	2,28
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk	3	0,76	0,29	1,05	2,10

continua
to be continued

continuação – Tabela 2B
 continuation – Table 2B

ESPÉCIE	NI	DR	DoR	FR	IVI
<i>cascuda de espinho escondida (1.1)</i>	2	0,51	0,52	1,05	2,08
<i>Trichilia</i> off. Casaretti C. DC.	2	0,51	0,46	1,05	2,02
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	3	0,76	0,13	1,05	1,94
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	3	0,76	0,12	1,05	1,93
não identificada	1	0,25	0,61	1,05	1,91
<i>Ceiba speciosa</i>	2	0,51	0,22	1,05	1,77
<i>Trichilia elegans</i> Adr. Juss	2	0,51	0,14	1,05	1,70
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	1	0,25	0,22	1,05	1,52
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.	1	0,25	0,17	1,05	1,48
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Tul.) Malme	1	0,25	0,13	1,05	1,44
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	1	0,25	0,13	1,05	1,44
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	2	0,25	0,12	1,05	1,43
<i>Eugenia uniflora</i> L.	1	0,25	0,11	1,05	1,42
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	1	0,25	0,11	1,05	1,42
<i>Rauvolfia sellowii</i> M. Arg.	1	0,25	0,11	1,05	1,42
<i>Machaerium paraguariensis</i> L.	1	0,25	0,10	1,05	1,40
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britt.	1	0,25	0,08	1,05	1,39
<i>Inga uruguensis</i> Hook. et Arnott.	1	0,25	0,07	1,05	1,37
<i>Syagrus ramanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	1	0,25	0,07	1,05	1,37
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz et Pav.) A. L. Juss	1	0,25	0,05	1,05	1,36
<i>Myrciaria glazioviana</i> (Kiaersk.) Barroso e Sobral	1	0,25	0,05	1,05	1,36
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1	0,25	0,04	1,05	1,35
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	1	0,25	0,03	1,05	1,34
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum.	1	0,25	0,02	1,05	1,33

NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa; IVC = índice de valor comercial; IVI = índice de valor de importância.

O estudo fitossociológico mostrou em TP dominância absoluta de 9,82 m².ha⁻¹, índice de diversidade de Shannon-Weiner (H') de 3,37 nats. indivíduo⁻¹ e equabilidade de Pielou (E') de 0,55. Para esses três índices, em TE os valores foram 9,65 m².ha⁻¹; 3,46 nats. indivíduo⁻¹ e 0,57, respectivamente. Esses valores demonstram a maior diversidade biológica dos talhões quando comparados a outros sub-bosques desenvolvidos em reflorestamentos. Diniz e Monteiro (2008) obtiveram média de H' = 2,58 no sub-bosque de *Pinus* sp. e citaram que Durigan et al. (2004) encontraram H' = 2,55 em sub-bosque de *Pinus elliottii* em Assis-São Paulo, além de Neri et al. (2005)

que obtiveram H' = 2,49 em sub-bosque de *Eucalyptus* na Floresta Nacional de Parapoeba (MG).

Sartori et al. (2002), avaliando a regeneração natural de espécies nativas nos sub-bosques de *Eucalyptus saligna* localizados na Estação Experimental de Itatinga-SP, avaliaram dois sítios distintos quanto às características topográficas e edáficas. Com relação às diversidades florísticas foram encontrados H' = 3,75 para o sítio em LATOSSOLO VERMELHO, onde ocorreram principalmente espécies de cerrado e floresta estacional semidecidual, e H' = 2,51 no sítio LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, onde as espécies encontradas foram tipicamente de cerrado.

Na floresta aluvial do Paraná, Carvalho et al. (2009) registraram H' entre 1,59 e 2,49. Giannotti et al. (2003), em mata ciliar na mesma unidade desse estudo, calcularam $H' = 3,28$. De acordo com esses autores o valor H' está em conformidade com a maioria dos índices calculados em fragmentos naturais de São Paulo, os quais variaram entre 3,05 e 4,36. Os valores de H' desse presente estudo aproximaram-se até mesmo de $H' = 3,53$ de um fragmento de floresta mesófila semidecídua na Reserva Estadual Águas da Prata–SP, onde não há indícios de perturbação antrópica (Toledo Filho e Bertoni, 1998).

Algumas intervenções se fazem necessárias no caso das espécies que apresentaram densidade relativa elevada, como a nativa *Piper arboreum* no sub-bosque de *Pinus elliottii* e a exótica *Melia azedarach* no sub-bosque de *Eucalyptus maculata/citriodora*. Para a primeira, devido sua ocorrência em forma de touceiras dificultar o surgimento de regenerantes, sugere-se o manejo de podas manuais, e para a segunda, o manejo de desbastes seletivos dos indivíduos com menor área basal.

Tanto no caso da poda manual como desbaste seletivo objetiva-se propiciar condição de competição por espaço e o surgimento de regenerantes, quer do banco de sementes ou da chuva de sementes. Assim, criar condições para o estabelecimento de plântulas das espécies de diferentes grupos sucessionais, ocasionando enriquecimento da comunidade. Outros manejos como capina de ervas e combate às formigas podem ser adotados.

Por fim, o monitoramento de espécies nativas colonizadoras e dominantes deve ser constante, visando ao acompanhamento de suas densidades, pois elevadas densidades podem suceder devido às explosões momentâneas, cujas regressões ocorrem naturalmente com o tempo, mas se isto não acontecer, recomenda-se a aplicação de intervenções de manejo, visando conter o censo populacional.

4 CONCLUSÕES

O levantamento fitossociológico forneceu informações que podem contribuir ao manejo dos talhões estudados. Os números de famílias e de espécies encontradas, além dos descritores

fitossociológicos calculados, mostraram elevada diversidade nos ambientes de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora*. Florestas monoespecíficas maduras formadas por esses gêneros possibilitaram estabelecimento de espécies nativas em seus sub-bosques e constituem importante sítio para restabelecimento da vegetação original.

Dessa forma, apesar de o Plano de Manejo da EET (Pinheiro et al., 1999) indicar os talhões estudados como áreas de produção florestal, com possibilidade de corte raso, sugere-se que estes ambientes sejam conservados, visando à manutenção dessa vegetação secundária formada pela regeneração de espécies características da floresta estacional semidecidual. Esse tipo de estudo pode ser decisivo para novas qualificações de talhões da EET, uma vez que seu Plano de Manejo preconiza que áreas com vegetações importantes quanto à diversidade devem ser qualificadas como regime especial, ou seja, adotar práticas de manejo conservacionistas.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos funcionários do Herbário D. Bento José Pickel, pela contribuição na identificação das espécies. Aos funcionários do Instituto Florestal, Alcides Lambstein (grande conhecedor de plantas) e Idail Amador, pelo valioso auxílio nos trabalhos de campo, e ao Edi Carvalho Pereira, pela revisão dos textos em inglês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG – Angiosperm Phylogeny Group II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linnean Soc.*, v. 141, p. 399-436, 2003.

ARAÚJO, G.M.; HARIDASAN, M. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. *Naturalia*, v. 22, p. 115-129, 1997.

- GONÇALVES, R.M.G. et al. Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo em sub-bosque de talhões de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP.
- CARVALHO, J. et al. Relações entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, Brasil. **Acta bot. bras.**, v. 23, n. 1, p. 1-9, 2009.
- CERQUEIRA, R.M.; GIL, A.S.B.; MEIRELES, L.D. Florística das espécies arbóreas de quatro fragmentos de floresta estacional semidecídua montana na Fazenda Dona Carolina (Itatiba/ Bragança Paulista, São Paulo, Brasil). **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, n. 1, p. 33-49, 2008.
- CRESTANA, M.S.M. **Floresta** – sistema de recuperação com essências nativas, produção de mudas e legislação. 2. ed. Campinas: CATI, 2006. 248 p.
- DINIZ, F.V.; MONTEIRO, R. Composição e estrutura da comunidade vegetal em regeneração sob plantios mistos de *Pinus* spp. (Pinaceae) em Rio Claro, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, n. 2, p. 117-138, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- GIANNOTTI, E. et al. Recrutamento e fitossociologia de um reflorestamento com espécies nativas e exóticas de cinquenta anos de idade, em Piracicaba, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 15, n. 1, p. 69-79, 2003.
- PINHEIRO, G.S. et al. Plano de Manejo da Estação Experimental de Tupi, Piracicaba, SP. **IF Sér. Reg.**, n. 19, p. 1-61, 1999.
- MARANGON, L. C. **Florística e fitossociologia de área de floresta estacional semidecidual visando dinâmica de espécies florestais arbóreas no município de Viçosa, MG**. 1999. 135 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MARIANO, G. et al. Regeneração natural em área à margem de represa, no município de Piracicaba, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 10, n. 1, p. 81-93, 1998.
- MOURA, L.C. **Um estudo da estrutura de comunidades em fitocenoses originárias da exploração e abandono de plantios de eucalipto, localizadas no Horto Florestal Navarro de Andrade, Rio Claro, SP**. 1998. 335 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Willey and Sons, 1974. 547 p.
- NASCIMENTO, H.E.M. et al. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Rev. Bras. Biol.**, v. 59, p. 329-342, 1999.
- PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York: John Willey and Sons, 1975. 325 p.
- RODRIGUES, R.R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1242-1251, 2009.
- SARTORI, M.S.; POGGIANI, F.; ENGEL, V.L. Regeneração da vegetação arbórea nativa no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith. localizado no Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n. 62, p. 86-103, 2002.
- SCHLITTLER, F.H.M. **Composição florística e estrutura fitossociológica do subosque de uma plantação de *Eucalyptus tereticornis* Sm., no município de Rio Claro – SP**. 1984. 142 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro.
- SILVA, M.R.; ARAÚJO, G.M. Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta semidecidual em Uberlândia, MG, Brasil. **Acta bot. bras.**, v. 23, n. 1, p. 49-56, 2009.
- SILVA JUNIOR, M.C. Fitossociologia e estrutura na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Rev. Cerne**, v. 11, n. 2, p. 147-158, 2005.

GONÇALVES, R.M.G. et al. Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo em sub-bosque de talhões de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus maculata/citriodora* na Estação Experimental de Tupi, Piracicaba – SP.

SIQUEIRA, A.S.; ARAÚJO, G.M.; SCHIAVINI, I. Estrutura do componente arbóreo e características edáficas de dois fragmentos de floresta estacional decidual no vale do rio Aragarai, MG, Brasil. **Acta bot. bras.**, v. 23, n. 1, p. 10-21, 2009.

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

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance.** Centerton: Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 10.).

TOLEDO FILHO, D.V.; BERTONI, J.E.A. Fitossociologia da Reserva Estadual de Águas da Prata, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 10, n. 2, p. 137-151, 1998.

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

WERNECK, M.S.; FRANCESCHINELLI, E.V; TAMEIRÃO NETO, E. Mudanças florísticas e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994-1998), na região do triângulo Mineiro. **Rev. Bras. Bot.**, v. 23, p. 399-411, 2000.

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS E GANHOS NA SELEÇÃO PARA
CARACTERES DE CRESCIMENTO EM TESTE DE PROGÊNIES DE
Pinus caribaea var. *hondurensis* E var. *bahamensis*, EM ASSIS–SP¹**

**ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS AND GAINS FROM SELECTION FOR GROWTH
TRAITS IN *Pinus caribaea* var. *hondurensis* AND var. *bahamensis* PROGENY TESTS, IN ASSIS–SP**

Alexandre Magno SEBBENN^{2,3}; Osmar Vilas BÔAS²;
José Carlos Molina MAX²; Miguel Luiz Menezes FREITAS^{2,3}

RESUMO – Os objetivos deste estudo foram estimar parâmetros genéticos e ganhos na seleção em diâmetro à altura do peito – DAP e altura em um teste de 14 progênies de polinização aberta de *P. caribaea* var. *hondurensis* e seis de *P. caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, estabelecido em Assis, SP. Para fins de comparação, uma testemunha *P. caribaea* var. *hondurensis* foi incluída no ensaio. O delineamento experimental utilizado foi o látice retangular 4 x 5, com parcelas de dez plantas no espaçamento de 3 m x 3 m, totalizando 20 tratamentos com três repetições. Não foram detectadas diferenças entre as variedades. Variações significativas entre progênies de ambas as variedades foram detectadas em altura. As médias das progênies de ambas as variedades foram maiores que a média da testemunha, indicando que o material testado tem potencial para ser utilizado em reflorestamentos na região de Assis. A variação genética e os coeficientes de herdabilidades foram maiores em DAP do que em altura, indicando que maiores ganhos podem ser obtidos mediante seleção em DAP. Os ganhos genéticos preditos em plantios com 13 anos de idade, em locais com características ambientais semelhantes às de Assis e realizados com sementes coletadas após a seleção no teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* foi estimado para o DAP em 6,36%.

Palavras-chave: melhoramento florestal; variabilidade genética; herdabilidade.

ABSTRACT – The aims of this study were to estimate genetic parameters and gains from selection for diameter at breast height – DBH and height in 14 open-pollinated progenies of *P. caribaea* var. *hondurensis* and six of *P. caribaea* var. *bahamensis*, at 13 years of age, established in Assis, State of São Paulo. A control treatment with the same var. *bahamensis* was included in the trial. The trial was analyzed as a 4 x 5 rectangular lattice, with 21 treatments, three replications and 10 plants per plot. No significant differences were found between varieties. A significant variation among progenies within varieties was observed only in height. Height and DBH means in both varieties were larger than in the control treatment, suggesting that both varieties have a silvicultural potential for commercial plantation in the Assis region. The genetic variation and heritabilities were higher in DBH than in height, indicating that higher genetic gains can be obtained in this trait through selection. The predicted genetic gains in stands with 13 years of age, established on similar environmental conditions of Assis and carried out with seeds collected after selection in *P. caribaea* var. *bahamensis* progeny test was estimated 6.36%.

Keywords: tree breeding; genetic variability, heritability.

¹Recebido para análise em 14.04.10. Aceito para publicação em 20.08.10. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

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

³Autores para correspondência: Alexandre Magno Sebbenn – alexandresebbenn@yahoo.com.br; Miguel Luiz Menezes Freitas – miguelmfreitas@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A estimativa de parâmetros genéticos em testes de progênes de espécies arbóreas é fundamental em programas de melhoramento para se conhecer a extensão da variabilidade genética entre progênes, o grau de controle genético em caracteres de interesse econômico e prever os progressos genéticos possíveis de serem obtidos mediante seleção de matrizes. A variação genética e as herdabilidades são propriedades das populações em ambientes específicos. Portanto, as mesmas populações podem apresentar diferentes valores no tempo e em diferentes ambientes. Devido a isso, é fundamental monitorar os parâmetros genéticos das populações submetidas ao melhoramento genético no tempo e em diversos ambientes. Em testes de progênes, a variabilidade genética é quantificada pelo coeficiente de variação genética. O controle genético é estimado pelos coeficientes de herdabilidade, e os ganhos na seleção pelas estimativas da resposta à seleção.

O gênero *Pinus* ocorre em quase todos os continentes, representado por aproximadamente 90 espécies (Marchiori, 1996). Essas têm ampla utilidade, servindo para produção de resina, madeira e celulose, entre outros usos (Sebbenn et al., 2008a). Dentre as espécies, *Pinus caribaea* Mor. e suas três variedades *caribaea*, *hondurensis* e *bahamensis* Bar. et Gol. têm sido plantadas com sucesso no Brasil (Sebbenn et al., 2008b). Dentre as variedades, destacam-se *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis* pela importância como produtoras de madeira na região Sudeste. *Pinus caribaea* é espécie monóica e se reproduz por um sistema misto de reprodução, com predomínio de cruzamentos (Matheson et al., 1989). *P. caribaea* var. *hondurensis* é originária da América Central, ocorrendo, naturalmente, em Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicarágua e México (Perry Junior, 1991), em altitudes variando desde o nível do mar até 1.000 m (Hodge e Dvorak, 2001). Essa variedade apresenta, geralmente, tronco reto, bem formado, sem excesso de ramificações e pode atingir 45 m de altura e 135 cm de DAP (Shimizu e Sebbenn, 2008). Contudo, uma de suas características marcantes é a presença de “rabo-de-raposa” (*fox-tail*),

que é um crescimento anormal do broto terminal, sem ramificações (Shimizu e Sebbenn, 2008). Essa característica está sob controle genético e pode ser reduzida mediante seleção massal (Shimizu e Sebbenn, 2008). Muitos pesquisadores têm detectado variação entre procedências e progênes dessa variedade (Dean et al., 1986; Moura et al., 1991; Woolaston et al., 1991; Wright et al., 1994; Sampaio et al., 2000; Moraes, 2001; Hodge e Dvorak, 2001; Freitas et al., 2005; Moraes et al., 2007; Moraes Neto et al., 2007), isso indica seu alto potencial para o melhoramento genético via seleção.

Pinus caribaea var. *bahamensis* tem sua origem nas ilhas das Bahamas, em áreas separadas em até 600 km. A primeira área inclui as ilhas Grand Bahama, Great Abaco, Andros e New Providence, entre 23° e 27° de latitude norte; a segunda área inclui as Ilhas Caicos, entre 21° e 22° de latitude norte. Nessas ilhas, as altitudes 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). *P. caribaea* var. *bahamensis* apresenta crescimento intermediário entre *P. caribaea* var. *caribaea* e *P. elliottii* Eng. var. *elliottii*. Variações genéticas significativas têm sido relatadas em caracteres de crescimento e produção de resina (Sebbenn et al., 1994; Zheng et al., 1994; Gurgel Garrido et al., 1996; Missio et al., 2004). Isso demonstra o potencial desta variedade para o melhoramento genético.

Os objetivos deste estudo foram estimar parâmetros genéticos e ganhos mediante seleção em caracteres de crescimento (DAP e altura) em um teste de progênes aos 13 anos de idade, estabelecido em Assis, SP. Os objetivos específicos foram: *i*) estimar coeficientes de variação genética e de herdabilidades em caracteres de crescimento, *ii*) quantificar os ganhos esperados com a seleção sequencial entre e dentro de progênes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e Delineamento Experimental

O teste de progênes foi instalado em março de 1995 na Floresta Estadual de Assis, situada a 22°35'S e 50°22'W com altitude média de 562 m.

SEBBENN, A.M. et al. Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e var. *bahamensis*, em Assis-SP.

Segundo a classificação de Köppen, o local da experimentação se encontra em uma zona de transição climática entre os tipos Cwa e Cfa. A precipitação média anual é de 1.400 mm e a temperatura média anual é de 21,8 °C. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico álico típico A moderado e textura média (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 1999). Foram utilizadas sementes de polinização aberta, provenientes de 20 árvores matrizes, da Floresta Estadual de Assis, Unidade do Instituto Florestal, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente. As matrizes pertencem ao programa de melhoramento florestal do Instituto Florestal e foram selecionadas pelo volume, forma e produção de resina. O teste foi composto por 14 progênes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, seis de *P. caribaea* var. *bahamensis* e uma testemunha comercial de *P. caribaea* var. *hondurensis*.

O delineamento experimental utilizado foi o látice retangular 4 x 5, com parcelas de dez plantas em linha, no espaçamento de 3 m x 3 m, totalizando 20 tratamentos com três repetições. Uma bordadura de três linhas foi adicionada para reduzir o efeito ambiental em torno do experimento. Em dezembro de 2007, foi realizado um desbaste de 30% das árvores. O ensaio foi mensurado (altura e DAP) aos 13 anos de idade.

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 variedade, blocos e progênes foi calculado sem incluir a testemunha, utilizando-se o procedimento GLM. As análises de variância foram realizadas em duas etapas: a primeira, incluindo ambas as variedades para determinar se existiam diferenças significativas entre as variedades, e a segunda, análises separadas para cada variedade. A análise para cada variedade foi realizada segundo o delineamento em blocos casualizados, utilizando-se 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; μ = 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 progênes, J o número de blocos, I o número de progênes, e \bar{n} a média harmônica do número de árvores por parcela.

Os componentes de variância foram estimados excluindo-se a testemunha e utilizando-se os procedimentos VARCOMP e REML (Restricted Maximum Likelihood) do programa SAS. O procedimento REML foi usado devido ao desbalanceamento dos dados em termos do número de plantas por parcela, devido à mortalidade e ao desbaste realizado em 2007. Os componentes estimados foram: $\hat{\sigma}_g^2$ = variância genética entre progênes; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância ambiental; $\hat{\sigma}_d^2$ = variância devido a diferenças fenotípicas entre árvores dentro de parcelas. A partir 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 Estimativas de Parâmetros Genéticos

Os cálculos dos coeficientes de herdabilidade, coeficientes de variação, ganhos esperados na seleção e correlação genética entre os caracteres foram obtidos da mesma forma como apresentados em Sebbenn et al. (2008b). As progênes foram consideradas como originárias de um sistema misto de reprodução e, portanto, 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 progênes e \hat{r}_{xy} o coeficiente médio de parentesco entre plantas dentro de progênes. O coeficiente médio de parentesco dentro de progênes foi estimado utilizando-se a expressão de Ritland (1989): $\hat{r}_{xy} = 0,25(1 + \hat{F}_p)[4\hat{s} + (\hat{t}^2 + \hat{t}\hat{s}_s)(1 + \hat{r}_p)]$, em que,

\hat{F}_p é o coeficiente de endogamia na geração parental (considerado como zero), s é a taxa de autofecundação, t é a taxa de cruzamento, r_s é a correlação 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 progênies). A taxa de cruzamento foi estimada com o procedimento de Matheson et al. (1989), utilizando-se a média das populações (0,905 em *P. caribaea* var. *hondurensis*, 0,93 em *P. caribaea* var. *bahamensis*). Os coeficientes F e r_s foram considerados como zero e a proporção de irmãos-completos (r_p) de 27%, resultando em um coeficiente de parentesco dentro de progênies de 0,355 para *P. caribaea* var. *hondurensis* e 0,338 para *P. caribaea* var. *bahamensis*. A variância genética aditiva, herdabilidades e ganhos na seleção, também foram estimados considerando-se que sejam progênies de meios-irmãos ($R_{xy} = 0,25$) e $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / 0,25$. As herdabilidades foram estimadas em nível de plantas individuais ($\hat{h}_i^2 = \hat{\sigma}_A^2 / (\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2)$) média de progênies ($\hat{h}_m^2 = \hat{\sigma}_p^2 / [(\hat{\sigma}_d^2 / \hat{n}J) + (\hat{\sigma}_e^2 / J) + \hat{\sigma}_p^2]$) e dentro de progênies ($\hat{h}_d^2 = (1 - \hat{r}_{xy}^2) \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_d^2$). A variação genética na população foi quantificada pelo coeficiente de variação genética ($CV_g = 100 \sqrt{\hat{\sigma}_p^2 / \bar{x}}$).

Os ganhos esperados com a seleção dentro de progênies (R_d) foram estimados com a expressão, $\hat{R}_d = i_d \hat{\sigma}_d \hat{h}_d^2$, em que, i_d é a intensidade de seleção em unidade de desvio-padrão, aplicada dentro de progênies, σ_d é o desvio-padrão da variância fenotípica total e dentro de progênies. Para a formação de um pomar de sementes por mudas, foram selecionadas as duas melhores árvores dentro de progênies ($i_d = 1,83$; Hallauer e Miranda Filho, 1988). A resposta à seleção, em porcentagem [$R(\%)$], foi estimada com: $\hat{R}_d(\%) = 100(\hat{R}_d / \bar{x})$, em que \bar{x} é a média do caráter.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Variação entre Variedades e Progênies

Não foram detectadas diferenças significativas em DAP e altura entre as duas variedades de *P. caribaea* (Tabela 1). Pelo teste F da análise de variância, observou-se variação significativa (95% de probabilidade) entre progênies em altura, nas duas variedades (Tabela 1). Isso indica a possibilidade de se obter ganhos mediante seleção de progênies com as maiores alturas. Contudo, como o número de progênies testadas era pequeno para ambas as variedades, a seleção foi efetuada apenas dentro de progênies.

Tabela 1. Análise de variância em DAP e altura de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis*, em Assis, SP.
Table 1. Variance analysis for DBH and height in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and *P. caribaea* var. *bahamensis*, at Assis, SP.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios	
		DAP (cm)	Altura (m)
Blocos	2	84,9457**	14,6085*
Variedade	1	0,3237	1,1577
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>			
Blocos	2	27,6291	3,4272
Progênies	13	18,3961	10,0540*
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>			
Blocos	2	123,2410**	25,8954**
Progênies	5	47,5837	7,5482*

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

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

SEBBENN, A.M. et al. Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e var. *bahamensis*, em Assis-SP.

3.2 Crescimento das Progênies

P. caribaea var. *hondurensis* apresentou crescimentos em DAP e altura, 2,6% e 4%, respectivamente, maiores que os observados em *P. caribaea* var. *bahamensis*. Embora essas diferenças não tenham sido estatisticamente significativas, indicam que a variedade *hondurensis* apresenta a tendência de crescer mais rápido do que a var. *bahamensis*, na região de Assis.

Os resultados do crescimento médio e incremento médio anual – IMA em DAP e altura (Tabela 2) mostraram que as populações testadas apresentam potencial silvicultural para as condições ambientais de Assis. O crescimento médio em DAP e altura de *P. caribaea* var. *hondurensis* superou o crescimento médio da testemunha em aproximadamente 8% e 11%, respectivamente, e *P. caribaea* var. *bahamensis* cresceu 5% e 7%, respectivamente em DAP e altura, mais do que a testemunha. Isso demonstra que os materiais testados têm potencial para

serem utilizados em plantios comerciais na região de Assis. O IMA em DAP das duas variedades foi inferior ao observado em *P. caribaea* var. *hondurensis* aos 12 anos em Selvíria-MS (Tabela 2). Mas, tanto em altura quanto em DAP, o crescimento do material em teste foi maior que o de *P. caribaea* var. *bahamensis* plantado em Paraguaçu Paulista e Selvíria, de *P. caribaea* var. *caribaea* plantado em Selvíria e de *P. elliottii* var. *elliottii* plantado em Assis e Paraguaçu Paulista. O crescimento médio em DAP no experimento foi maior, também, do que de *P. oocarpa* com 18 anos em Batatais, Itapetininga e Pederneiras. As variedades testadas apresentaram IMA em DAP menor que o observado em *P. elliottii* var. *elliottii* aos 12 anos de idade em Angatuba, Itapetininga e Itapeva (Tabela 2). O IMA em DAP e altura foi ainda menor do que o observado em *P. oocarpa* e *P. maximinoi*, aos 11 anos, plantados em Angatuba. Esses resultados, em termos gerais, demonstram o potencial silvicultural da espécie para a região de Assis.

Tabela 2. Médias de crescimento em DAP e altura em testes de procedências e progênies de algumas espécies de *Pinus*, no Estado de São Paulo.

Table 2. Means of growth for DBH and height in a provenance and progeny test of some *Pinus* species at São Paulo State.

Espécie	Idade (anos)	Local	DAP (IMA cm)	ALT (IMA m)	Autor
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	13	Assis	23,58(1,81)	20,97(1,61)	Este estudo
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	13	Assis	21,75(1,67)	18,71(1,44)	Este estudo – Testemunha
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	12	Selvíria	22,21(1,85)	–	Moraes (2001)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	13	Assis	22,96(1,77)	20,12(1,55)	Este estudo
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	15	Paraguaçu	22,73(1,52)	15,46(1,03)	Sebbenn et al. (2008a)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	16	Paraguaçu	23,64(1,49)	18,33(1,15)	Sebbenn et al. (2008a)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	13	Selvíria	20,80(1,60)	18,83(1,45)	Missio et al. (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	14	Selvíria	23,75(1,70)	19,47(1,39)	Silva (2005)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	25	Assis	22,23(0,89)	13,05(0,52)	Sebbenn et al. (2008c)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	19	Paraguaçu	25,44(1,34)	16,26(0,86)	Sebbenn et al. (2008c)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	Angatuba	24,20(2,02)	–	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	Itapetininga	26,05(2,17)	–	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	12	Itapeva	24,30(2,02)	–	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. patula</i> ssp. <i>tecunumanii</i>	14	São Simão	28,00(2,00)	19,63(1,40)	Sebbenn et al. (2005)
<i>P. oocarpa</i>	18	Batatais	19,57(1,09)	24,02(1,33)	Ettori et al. (2002)
<i>P. oocarpa</i>	18	Itapetininga	21,36(1,19)	27,84(1,55)	Ettori et al. (2002)
<i>P. oocarpa</i>	18	Pederneiras	18,50(1,03)	24,50(1,36)	Ettori et al. (2002)
<i>P. oocarpa</i>	11	Angatuba	22,99(2,09)	17,77(1,62)	Ettori et al. (2004)
<i>P. maximinoi</i>	11	Angatuba	23,46(2,13)	17,87(1,62)	Ettori et al. (2004)

3.3 Coeficiente de Variação Genética

As populações em estudo apresentaram substanciais níveis de variação genética em DAP e altura (Tabela 3). Em comparação com os resultados de outros estudos (Tabela 4), o material testado neste estudo apresentou maiores variações genéticas (5,75% em DAP e 2,14% em altura). Em apenas dois estudos, dos 18 citados na Tabela 4, foram detectadas maiores variações genéticas em DAP, e apenas três, dos 12 relacionados, apresentaram maior variação genética em altura do que aqui obtidas. A variação genética é uma propriedade dos caracteres nas populações que,

embora possa ser afetada pelo ambiente, depende também do tamanho da amostra. O pequeno tamanho amostral neste estudo (14 e seis progênes da var. *hondurensis* e var. *bahamensis*, respectivamente) foi suficiente para se detectar variação genética entre progênes em DAP e altura. Nos demais estudos (Tabela 4), com menos que 23 progênes, os coeficientes de variação genética foram menores do que neste trabalho. Salvo algumas exceções, como no caso das 99 progênes de *P. caribaea* var. *bahamensis* (Missio et al., 2004) e *P. caribaea* var. *caribaea* (Silva, 2005), os estudos que apresentaram maior variação genética do que no presente estudo foram conduzidos com 40 ou mais progênes.

Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos em DAP e altura de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis*, em Assis-SP.

Table 3. Estimates of genetic parameters for DBH and height in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and *P. caribaea* var. *bahamensis*, at Assis-SP.

Parâmetros	var. <i>hondurensis</i>	var. <i>bahamensis</i>	
	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)
Coeficiente de variação genética – CV_g (%)	2,16	5,75	2,14
Herdabilidade entre progênes – \hat{h}_m^2	0,34	0,58	0,37
Herdabilidade individual – \hat{h}_i^2 (sistema misto)	0,10	0,25	0,13
Herdabilidade individual – \hat{h}_i^2 (meios-irmãos)	0,14	0,33	0,18
Diferença (%)	29,6	26,0	26,0
Herdabilidade dentro de progênes – \hat{h}_d^2 (sistema misto)	0,07	0,19	0,29
Herdabilidade dentro de progênes – \hat{h}_d^2 (meios-irmãos)	0,12	0,10	0,15
Diferença (%)	39,4	34,7	34,7
Ganho na seleção: \hat{R}_d	0,30	1,46	0,35
Ganhos esperados com a seleção: \hat{R}_d (%)	1,44	6,36	1,73
Média da população	20,97	22,92	20,12
Média melhorada: $\bar{X}_{\text{Melhorada}} = \bar{X}_{\text{População}} + \hat{R}_d$	21,28	24,42	20,47

SEBBENN, A.M. et al. Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e var. *bahamensis*, em Assis-SP.

Tabela 4. Estimativas de parâmetros genéticos em DAP e altura de algumas espécies de *Pinus* no Brasil.

Table 4. Estimates of genetic parameters for DBH and height in some *Pinus* species in Brazil.

Variável/Varietade	m	Idade (anos)	CV_g (%)	\hat{h}_i^2	\hat{h}_m^2	\hat{h}_d^2	Autor
DAP							
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	23	2	2,4	0,30	0,62	0,28	Sebbenn et al. (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	23	5	1,9	0,28	0,54	0,24	Sebbenn et al. (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	100	5	6,6	0,50	0,70	0,45	Gurgel Garrido et al. (1996)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	119	13	5,6	0,20	0,56	–	Missio et al. (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	2-10	15	4,6	0,19	0,56	0,14	Sebbenn et al. (2008b)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	23	22	2,8	0,06	0,27	0,04	Freitas et al. (2005)
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	96	12	4,1	0,19	0,56	0,15	Moraes (2001)
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	99	14	2,3	0,01	0,07	0,01	Silva (2005)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	90	4	3,4	0,16	0,42	0,13	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	90	4	5,5	0,41	0,67	0,37	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	90	4	4,0	0,21	0,50	0,18	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	90	12	2,4	0,08	0,33	0,07	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	90	12	3,7	0,22	0,57	0,18	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	90	12	3,8	0,22	0,54	0,19	Romanelli e Sebbenn (2004)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	40	25	8,7	0,46	0,76	0,36	Sebbenn et al. (2008c)
<i>P. maximinoi</i>	9-13	11	1,5	0,04	0,40	0,03	Ettori et al. (2004)
<i>P. tecunumanii</i>	20	7	0,6	0,03	0,22	0,02	Sebbenn et al. (1995)
<i>P. patula</i> ssp. <i>tecunumanii</i>	6-20	14	1,9	0,02	0,11	0,01	Sebbenn et al. (2005)
Média	–	–	3,7	0,20	0,47	0,17	
Altura							
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	23	2	1,8	0,26	0,54	0,25	Sebbenn et al. (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	23	5	1,1	0,22	0,54	0,18	Sebbenn et al. (1994)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	92	5	3,7	0,29	0,70	0,32	Gurgel Garrido et al. (1996)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	119	13	2,0	0,12	0,41	–	Missio et al. (2004)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	2-10	15	1,7	0,07	0,24	0,08	Sebbenn et al. (2008b)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	23	22	1,9	0,11	0,45	0,09	Freitas et al. (2005)
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	99	14	1,0	0,01	0,02	0,01	Silva (2005)
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	40	25	4,6	0,44	0,68	0,38	Sebbenn et al. (2008c)
<i>P. maximinoi</i>	9-13	11	1,7	0,03	0,23	0,03	Ettori et al. (2004)
<i>P. tecunumanii</i>	20	7	0,8	0,19	0,55	0,18	Sebbenn et al. (1995)
<i>P. patula</i> ssp. <i>tecunumanii</i>	6-20	14	1,5	0,05	0,22	0,01	Sebbenn et al. (2005)
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	96	12	2,7	0,44	0,50	0,50	Moraes (2001)
Média	–	–	2,0	0,19	0,42	0,18	

m = número de progênies.

3.4 Coeficientes de Herdabilidade

A título de comparação, as herdabilidades em nível de plantas individuais (h_i^2) e dentro de progênies (h_d^2) foram estimadas para duas situações: *i*) considerando que as progênies tenham sido geradas por um sistema misto de reprodução, e *ii*) que as progênies tenham sido geradas por cruzamentos aleatórios em uma população infinita (exclusivamente meios-irmãos) (Tabela 3). Os resultados mostraram que, no caso (ii) houve uma superestimativa de, no mínimo, 26% na herdabilidade em nível de plantas individuais e de 34,7% na herdabilidade dentro de progênies (var. *bahamensis*). Progênies de polinização aberta são compostas por misturas de progênies com diferentes graus de parentescos e a pressuposição de que sejam meios-irmãos é inválida (Namkoong, 1966; Squillace, 1974; Ritland, 1989), pois a taxa de cruzamentos tende a ser significativamente menor que a unidade (Matheson et al., 1989) em espécies com sistema misto de reprodução. Portanto, se adotou a suposição de que as progênies, neste estudo, foram geradas em um sistema misto de reprodução.

Em concordância com os coeficientes de variação genética observados, as herdabilidades também apresentaram um padrão semelhante. A estimativa da herdabilidade do DAP foi maior que da altura (Tabela 3). Portanto, se considera que a média do DAP da população descendente poderá ser aumentada mais facilmente do que da altura, mediante seleção de matrizes. Não houve diferença entre variedades quanto às herdabilidades da altura. Em termos de magnitude, comparando os resultados obtidos com os detectados em outras espécies de *Pinus*, as herdabilidades do DAP foram maiores e as da altura foram menores que a média (Tabela 4). As estimativas da herdabilidade do DAP neste estudo se encontram entre as mais altas observadas, sendo comparáveis às observadas por Sebbenn et al. (1995, 2008b) e Missio et al. (2004) em *P. caribaea* var. *bahamensis* e Romanelli e Sebbenn (2004) em *P. elliottii* var. *elliottii*. Para a altura de plantas, as herdabilidades encontram-se próximas às detectadas para *P. caribaea* var. *bahamensis* (Missio et al., 2004; Freitas et al., 2005).

3.5 Resposta Esperada com a Seleção

A resposta à seleção depende da variação genética, do controle genético dos caracteres e da intensidade de seleção. Assim, como a variação genética, as herdabilidades no nível individual foram relativamente altas em DAP e baixas em altura em ambas as variedades (Tabela 3). Como o teste envolveu um pequeno número de progênies e a seleção foi apenas dentro de progênies, os ganhos genéticos esperados pela seleção foram moderados para o DAP em *P. caribaea* var. *bahamensis* (6,36%), e baixos para altura em *P. caribaea* var. *hondurensis* (1,44%) e *P. caribaea* var. *bahamensis* (1,73%). Tais ganhos são esperados em plantios com essas duas espécies aos 13 anos de idade em locais com as mesmas características ambientais do local de ensaio em Assis e realizados com sementes coletadas após o esquema de seleção proposto (seleção dentro de progênies).

4 CONCLUSÕES

1. Não existem diferenças em DAP e altura entre as duas espécies.
2. Existe variação genética em altura em ambas as variedades de *P. caribaea*.
3. O crescimento médio das progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis* é substancial.
4. Ambas as espécies têm alto potencial para reflorestamentos na região de Assis.
5. O controle genético do DAP no nível individual e do caráter altura dentro de progênies em *P. caribaea* var. *bahamensis* é substancial, permitindo alterar a média da população por seleção e, portanto, o melhoramento da população.

SEBBENN, A.M. et al. Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e var. *bahamensis*, em Assis-SP.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Yara Cristina Marcondes, pela excelente revisão gramatical na versão final do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEAN, C.A.; COTTERILL, P.P.; EISEMANN, R.L. Genetic parameters and gains expected from selection in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Northern Queensland, Australia. **Silvae Genetica**, v. 35, p. 229-236, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, D.F.: EMBRAPA; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.

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

ETTORI, L.C.; SATO, A.S.; SHIMIZU, J.Y. Variação genética em procedências e progênes mexicanas de *Pinus maximinoi*. **Rev. Inst. Flor.**, 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.**, 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.**, v. 8, p. 89-98, 1996.

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

HODGE, G.R.; DVORAK, W.S. Genetic parameters and provenance variation of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in 48 international trials. **Can. J. For. Res.**, v. 31, n. 3, p. 496-511, 2001.

MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia da gimnospermas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 158 p.

MATHESON, A.C.; BELL, J.C.; BARNES, R.D. Breeding system and genetic structure in some Central American pine populations. **Silvae Genetica**, v. 38, p. 107-113, 1989.

MORAES NETO, S.P.; FALQUETO, L.L.M.; SOUSA, T.G. **Seleção simultânea de caracteres por indivíduo no melhoramento genético de *Pinus caribaea* var. *hondurensis***. Planaltina-DF: EMBRAPA Cerrados, 2007. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 189).

MORAES, M.L.T. **Variação genética e aplicação de análise multivariada em progênes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* Barrett e Golfari**. 2001. 124 f. Tese (Livre Docência em Silvicultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira.

_____. et al. Efeito do desbaste seletivo nas estimativas de parâmetros genéticos em progênes de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*. **Scientia Forestalis**, v. 74, p. 55-65, 2007.

MOURA, V.P.G.; PARCA, M.L.S.; SILVA, M.A. Variação da densidade básica da madeira de espécies e procedências de *Pinus* centro americanos em três locais na região dos cerrados. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 22/23, p. 29-44, 1991.

NAMKOONG, G. Inbreeding effects on estimation of genetic additive variance. **Forest Science**, v. 12, p. 8-13, 1966.

PERRY JUNIOR, J.P. **The pines of Mexico and Central America**. Portland: Timber Press, 1991. 231 p.

RITLAND, K. Correlated matings in the partial selfer *Mimulus guttatus*. **Evolution**, 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.**, v. 16, n. 1, p. 11-23, 2004.

SEBBENN, A.M. et al. Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e var. *bahamensis*, em Assis-SP.

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

SAMPAIO, P.T.B.; RESENDE, M.D.V.; ARAÚJO, A.J. Estimativa de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n.11, p. 2243-2253, 2000.

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

_____. 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.**, v. 7, n. 2, p. 241-251, 1995.

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

_____. et al. Genetic variation in an international provenance-progeny test of *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol., in São Paulo, Brazil. **Silvae Genetica**, v. 57, p.181-187, 2008a.

_____.; VILAS BOAS, 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 anos de idade em Assis-SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, n. 2, p. 103-115, 2008b.

_____. 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.**, v. 20, n. 2, p. 95-102, 2008c.

SHIMIZU, J.Y.; SEBBENN, A.M. Espécies de *Pinus* na silvicultura brasileira. In: SHIMIZU, J.Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 49-74.

SILVA, J.M. **Análise genética em progênes de *Pinus caribaea* var. *caribaea* por caracteres quantitativos e marcadores moleculares**. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira.

SQUILLACE, A.E. Average genetic correlations among offspring from open-pollinated forest trees. **Silvae Genetica**, v. 23, p. 149-156, 1974.

WOOLASTRON, R.R.; KANOWSKI, P.J.; NIKLES, D.G. Genotype-environmental interaction in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Queensland, Australia. **Silvae Genetica**, v. 40, p. 224-228, 1991.

WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. Provenance variation of stem volume and wood density of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* growing at two locations in Queensland, Australia. **J. Trop. For. Science**, v. 7, n. 2, p. 243-250, 1994.

ZHENG, Y.; ENNOS, R.; WANG, H. Provenance variation and genetic parameters in a trial of *Pinus caribaea* var. *bahamensis* Barr. and Golf. **Forest Genetics**, v. 1, n. 3, p. 167-174, 1994.

**INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO NA CONFORMAÇÃO DO FUSTE,
DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO E ALTURA DO CAMBARÁ – *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr.¹**

**SPACING EFFECT ON STEM FORM, DIAMETER-AT-BREAST-HEIGHT
AND TREE HEIGHT OF CAMBARÁ – *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr.**

Hideyo AOKI²; Léo ZIMBACK³

RESUMO – Trata-se de estudo sobre um plantio experimental de *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr. – cambará, desenvolvido na Floresta de Avaré do Instituto Florestal de São Paulo, com o objetivo de avaliar a influência do espaçamento sobre caracteres silviculturais dessa espécie arbórea. Os espaçamentos utilizados foram: 1,50 m x 1,00 m; 2,00 m x 1,00 m; 2,50 m x 1,00 m e 3,00 m x 1,00 m. Verificou-se que: a) a taxa de crescimento em diâmetro e altura é expressiva até o 4º ano de idade; b) a taxa de crescimento em diâmetro e altura após o 12º ano de idade é quase nula, e c) não houve influência dos espaçamentos estudados na conformação do fuste, na altura e DAP.

Palavras-chave: silvicultura; manejo; espécie nativa.

ABSTRACT – This is a study about an experimental planting of *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr. – cambará, established at the Avaré Forest of Instituto Florestal de São Paulo, in order to analyze the spacing influence on silvicultural traits of this tree species. The spacings utilized were: 1.50 m x 1.00 m; 2.00 m x 1.00 m; 2.50 m x 1.00 m and 3.00 m x 1.00 m. It was verified that: a) the Diameter at Breast Height – DBH and height growths are expressive until 4 years after planting; b) the DBH and height growths are insignificants after the 12th year, and c) there was no spacing effect in the stem form, height and DBH.

Keywords: silviculture; management; Brazilian tree species.

¹Recebido para análise em 20.01.09. Aceito para publicação em 26.08.10. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

²Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. hiaoki@iflorestal.sp.gov.br

³Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. lzimback@terra.com.br

1 INTRODUÇÃO

Gochnatia polymorpha (Less.) Cabr., conhecida como camará, candeia e pau-de-candeia, entre outros, pode ser encontrada desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, no Distrito Federal e nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, em várias formações como as florestas de araucárias, as florestas semidecíduais e os cerrados (Reitz et al., 1978; Inoue et al., 1984; Lorenzi, 1992).

Segundo Carvalho (1994), o camará pertencente à família Asteraceae (Compositae), é uma espécie secundária inicial, heliófila, que apresenta crescimento simpodial com multitruncos, devido à sua capacidade de emitir várias brotações na altura do colo. O seu crescimento é lento a moderado, com produção volumétrica máxima de até 9,2 m³/ha/ano. Estima-se rotação de 5 a 10 anos para lenha e 10 a 15 anos para mourões.

Mainieri (1970) afirmou que o camará é uma árvore de porte mediano e tronco tortuoso, utilizado principalmente para mourões e esteios de cerca. Para Garrido et al. (1990), a expressiva relação cerne/alburno do camará explica o seu uso para mourões de cerca, cujo inconveniente da tortuosidade poderia ser diminuído através de melhoramento genético. Conforme Garrido (1975), o camará é uma espécie típica de cerrado que apresenta crescimento simpodial e exige desrama artificial para formação do fuste, e que, de acordo com Nogueira (1990), se destaca como uma das pioneiras mais importantes na ocupação de áreas desmatadas.

Garrido e Souza (1982) observaram que em povoamento de camará, o sub-bosque é pouco vigoroso devido, provavelmente, à abundância do folheto e à densidade da copa que dificultam a penetração de raios solares. Carvalho (1994), porém, observou em pequenos plantios de camará em Colombo-PR, com quatorze anos de idade, próximos de floresta primária alterada, a regeneração natural de 33 espécies pioneiras e secundárias, inclusive o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).

Embora Cabrera (1971) e Lorenzi (1992) afirmem que o camará dificilmente supera 8 metros de altura, Garrido et al. (1990) relataram alturas de 11,7 m e 12,5 m, aos 20 anos, em povoamentos

puro e misto, respectivamente. Conforme Carvalho (1994), a altura pode variar de 5 a 10 m e o diâmetro à altura do peito – DAP de 20 a 40 cm, com exemplares adultos atingindo até 15 m de altura e 60 cm de DAP. Garrido e Poggiani (1979/80), estudando as características silviculturais de cinco espécies nativas, verificaram que o crescimento em diâmetro obedeceu à seguinte ordem decrescente: *Anadenanthera falcata* (Benth.) Brenan, *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr., *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl., *Colubrina rufa* Reiss, *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Tol.; em altura a sequência foi a seguinte: *A. falcata*, *C. rufa*, *G. polymorpha*, *T. impetiginosa* e *A. urundeuva*.

Tendo em vista as características de crescimento simpodial com multitruncos e a tortuosidade natural do camará, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do espaçamento adensado na forma do fuste, na altura e DAP.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em dezembro de 1990, na Floresta de Avaré (Fazenda São José), localizada em Avaré – SP e administrada pelo Instituto Florestal de São Paulo. As mudas foram produzidas com sementes procedentes de populações naturais, obtidas de uma mistura de sementes de algumas árvores sem qualquer tipo de seleção.

O clima da região é do tipo Cfa, ou seja, subtropical quente de inverno úmido, com temperatura média anual de 19,1 °C e precipitação anual ao redor de 1.274 mm. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa e a topografia é ligeiramente ondulada (Ventura et al., 1965/66).

O delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso, compreendendo 4 tratamentos e 4 repetições, cada bloco com 36 plantas, totalizando 144 plantas por tratamento. Os tratamentos foram representados pelos seguintes espaçamentos: 1,50 m x 1,00 m; 2,00 m x 1,00 m; 2,50 m x 1,00 m e 3,00 m x 1,00 m. Todas as plantas foram desbrotadas aos dois anos e os galhos desramados aos três e cinco anos à altura de até 1,50 m, permanecendo apenas um fuste.

AOKI, H.; ZIMBACK, L. Influência do espaçamento na conformação do fuste, diâmetro à altura do peito e altura do cambará – *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr.

As medições de altura total e diâmetro a 1,30 m de altura (DAP) foram feitas anualmente, sendo o DAP a partir de dois anos de idade e a altura a partir do primeiro ano. Aos doze anos avaliou-se a conformação do fuste, que consistiu na atribuição de notas de 1 a 4, sendo 1 = torto; 2 = ligeiramente torto; 3 = quase reto e 4 = reto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de altura e diâmetro e os de incremento corrente anual são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Não foram observadas diferenças significativas entre árvores pertencentes a diferentes tratamentos no que se refere à altura (Tabela 1), mostrando apenas leve tendência

para aumento da altura em plantios mais adensados a partir do oitavo ano, onde a média das alturas das árvores em espaçamento 1,50 m x 1,00 m foi numericamente maior que a média dos demais espaçamentos. Nesse caso os espaçamentos não influenciaram o caráter cuja resposta tem variado de espécie para espécie aumentando ou diminuindo a altura quando ocorre adensamento (Evert, 1971). Will et al. (2001) verificaram correlação direta entre crescimento e radiação interceptada. Segundo esses mesmos autores, as árvores sob maior densidade de plantio parecem modificar a morfologia de suas folhas para aumentar a interceptação da luz pelas copas e algum mecanismo similar pode estar acontecendo para compensar a fotossíntese com a *G. polymorpha* nestes espaçamentos utilizados.

Tabela 1. Médias de altura total (H) em centímetros, Incremento Corrente Anual – ICA e a taxa de incremento em porcentagem por idade e espaçamento, em plantio de cambará de Avaré–SP.

Table 1. Height total averages (H) in centimeters, Annual Current Increment – ACI and growth rate in percentage for each age and spacing, of cambará planted in Avaré–SP.

IDADE (ano)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ESPAÇAMENTO (m)											
1,5 x 1,00	280a	390a	470a	500a	530a	560a	590a	610a	630a	640a	645a
ICA	–	110	80	30	30	30	30	20	20	10	5
Taxa (%)	–	39,29	20,51	6,38	6,00	5,66	5,36	3,39	3,28	1,59	0,78
2,00 x 1,00	285a	385a	465a	490a	520a	545a	475a	595a	615a	625a	630a
ICA	–	100	80	25	30	25	30	20	20	10	5
Taxa (%)	–	35,09	20,78	5,38	6,12	4,81	5,50	3,48	3,36	1,63	0,80
2,50 x 1,00	280a	390a	480a	505a	530a	555a	575a	595a	610a	625a	635a
ICA	–	110	90	25	25	25	20	20	15	15	10
Taxa (%)	–	39,29	23,08	5,21	4,95	4,72	3,60	3,48	2,52	2,46	1,60
3,00 x 1,00	280a	390a	470a	490a	520a	560a	560a	580a	595a	615a	625a
ICA	–	110	80	20	30	40	0	20	15	20	10
Taxa (%)	–	39,29	20,51	4,26	6,12	7,69	0,00	3,57	2,59	3,36	1,63

a: medidas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar que também não houve diferenças significativas entre árvores pertencentes a diferentes tratamentos no que se refere ao diâmetro (Tabela 2), apenas leve tendência de aumento em espaçamentos maiores a partir do terceiro ano. Couto et al. (2002) apresentaram ampla discussão sobre espaçamentos de plantio de espécies de rápido crescimento que é o caso dessa espécie, em que os menores espaçamentos resultam em menor diâmetro quadrático, maior área basal por ha, maior volume total por ha e menor porcentagem de sobrevivência. Entretanto, ainda persistem questionamentos sobre o espaçamento inicial em reflorestamentos com diferentes espécies, principalmente em relação à

definição da área ideal para o crescimento de uma árvore. Provavelmente em *G. polymorpha* mesmo o espaçamento 3,00 m x 1,00 m pode estar além do limite de adensamento ideal da espécie para água e nutrientes. Em *Pinus taeda* o uso de espaçamentos similares a este trabalho mostrou tanto efeito de altura como de diâmetro (Leite et al., 2006), sendo mais evidente a partir dos cinco anos, e na Tabela 2 esta tendência ocorre, embora não significativa. Como *G. polymorpha* possui o hábito de abrir a copa na natureza, estes espaçamentos utilizados teoricamente provocaram uma competição entre árvores associada a uma compensação fotossintética que a espécie deve possuir.

Tabela 2. Médias de diâmetro a 1,30 m (DAP) em centímetros, incremento corrente anual – ICA e a taxa de incremento em porcentagem por idade e espaçamento em plantio de camará em Avaré-SP.

Table 2. Diameter averages at 1.30 m (DBH) in centimeters, Annual Current Increment – ACI and growth rate in percentage for each age and spacing, of camará planted in Avaré-SP.

IDADE (ano)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ESPAÇAMENTO (m)											
1,5 x 1,00	3,70a	5,00a	5,70a	6,30a	6,75a	7,10a	7,35a	7,75a	7,95a	8,10a	8,30a
ICA	–	1,30	0,70	0,60	0,45	0,35	0,25	0,40	0,20	0,15	0,20
Taxa (%)	–	35,14	14,00	10,53	7,14	5,19	3,52	5,44	2,58	1,89	2,47
2,00 x 1,00	3,70a	4,90a	5,80a	6,30a	6,70a	7,05a	7,40a	7,70a	7,95a	8,05a	8,15a
ICA	–	1,20	0,90	0,50	0,40	0,35	0,35	0,30	0,25	0,10	0,10
Taxa (%)	–	32,43	18,37	8,62	6,35	5,22	4,96	4,05	3,25	1,26	1,24
2,50 x 1,00	4,00a	5,50a	6,00a	6,50a	7,00a	7,40a	7,80a	8,10a	8,30a	8,40a	8,50a
ICA	–	1,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,40	0,30	0,20	0,10	0,10
Taxa (%)	–	37,50	9,09	8,33	7,69	5,71	5,41	3,85	2,47	1,20	1,19
3,00 x 1,00	3,95a	5,20a	6,20a	6,70a	7,10a	7,40a	7,65a	7,90a	8,10a	8,30a	8,40a
ICA	–	1,25	1,00	0,50	0,40	0,30	0,25	0,25	0,20	0,20	0,10
Taxa (%)	–	31,65	19,23	8,06	5,97	4,23	3,38	3,27	2,53	2,47	1,20

a: medidas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

AOKI, H.; ZIMBACK, L. Influência do espaçamento na conformação do fuste, diâmetro à altura do peito e altura do camará – *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr.

O Incremento Corrente Anual – ICA e a taxa de incremento em porcentagem, tanto em altura (Tabela 1) como em DAP (Tabela 2), são bastante intensos até os quatro anos de idade em todos os espaçamentos, atingindo em média 100 cm/ano e 1,40 cm/ano, respectivamente, confirmando observações de Cabrera (1971) e Lorenzi (1992) com taxa de incremento mais acentuada no terceiro ano variando de 35,09 (2,00 m x 1,00 m) a 39,29% (1,50 m x 1,00 m, 2,50 m x 1,00 m e 3,00 m x 1,00 m) para altura e de 31,65 (3,00 m x 1,00 m) a 37,50% (2,50 m x 1,00 m) para DAP. A partir daí o incremento diminui gradativamente, até chegar à quase estagnação aos doze anos de idade com taxas de incremento também decrescentes, mostrando o mesmo padrão em todos os espaçamentos. Em trabalhos mais recentes de *Pinus taeda* (Leite et al., 2006) e *Acacia mearnsii* De Wild (Schneider et al., 2000) a estagnação ocorreu mais cedo em espaçamentos menores acompanhados das diferenças de diâmetro e altura, fato este que não é observado em *G. polymorpha*, indicando que todos os espaçamentos utilizados estão exercendo o mesmo efeito sobre a competição entre as árvores. Embora em espaçamentos maiores entre 3,00 m x 2,00 m até 12,00 m x 2,50 m, a *Tectona grandis* também não mostrou diferenças nos incrementos de altura e diâmetro, mostrando que algumas espécies realmente não respondem a certo grau de adensamento (Macedo et al., 2005). Outra hipótese que pode ser verificada, é o fato de a espécie ser de cerrado, com sistema radicular vigoroso, com reservas nutritivas e muito profundo,

talvez até associado à micorrizas compensando o espaçamento menor utilizado (Carneiro et al., 1998), sendo uma estratégia de sobrevivência que ocorre nesse ambiente de baixa fertilidade natural e neste caso nenhum espaçamento estaria afetando a espécie. Embora não tenhamos elementos para comprovar quais são as hipóteses corretas, fica caracterizada a ausência de resposta da espécie nestes espaçamentos estudados que é diferente da maioria das espécies pesquisadas.

Na Tabela 3 apresenta-se a porcentagem de notas referentes à conformação do fuste em função dos espaçamentos, e a nota média dos tratamentos. Verificou-se que independentemente do espaçamento, o percentual do número de árvores com fuste reto é praticamente o mesmo. Isso significa que o espaçamento adensado não influenciou na diminuição da tortuosidade do fuste. Como a forma de fuste mostra tendência de distribuição normal de variabilidade ampla, e a proporção de troncos retos (16% em 3,00 m x 1,00 m) é alta na população, corrobora observações de Garrido et al. (1990) em que nas quais sugere que a característica poderia ser corrigida mediante seleção genética. O espaçamento entre linhas de 3,00 m, além de não exercer nenhuma influência na conformação do fuste, facilitou os tratos culturais com maquinários na fase inicial e, embora exista leve melhoria no tratamento 2,00 m x 1,00 m, não foi observado em espaçamento de 1,50 m x 1,00 m, o que leva a crer em uma variação ao acaso, mostrando que o espaçamento menor não é o método para melhorar a forma do fuste nessa espécie.

Tabela 3. Porcentagem de notas atribuídas para forma de fuste e a nota média nos espaçamentos testados em plantio de camará de Avaré-SP.

Table 3. Percentage of attributed notes to stem form and average note in spacings evaluated of camará planted in Avaré-SP.

Espaçamento (m)	Notas (%)				Média
	1	2	3	4	
1,50 x 1,00	11	36	38	15	2,57a
2,00 x 1,00	13	27	42	18	2,65a
2,50 x 1,00	12	36	38	14	2,54a
3,00 x 1,00	17	27	40	16	2,55a

a: médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

1 = torto, 2 = ligeiramente torto, 3 = quase reto, 4 = reto.

Outra opção seria o desbaste das plantas tortuosas em uma densidade alta nos primeiros anos, como aplicado por Pinkard e Beadle (2001) para *Acacia melanoxylon*, que começou com 1.600 plantas por hectare e chegou a 100 plantas por hectare com forma de fuste ideal após quatro desbastes depois de 13 anos. Em *G. polymorpha* poderíamos iniciar com espaçamento de 3,00 m x 1,00 m para facilitar tratos culturais com 3.333 plantas por hectare e terminaríamos com 533 plantas, aproximadamente (16%); poderíamos utilizar até espaçamentos iniciais menores com maior aproveitamento do material para lenha, mas dificultaria os tratos culturais tão necessários nos primeiros anos. Alguns trabalhos mostram o efeito do adensamento de árvores afetando a forma do fuste (Lennette, 2000; Nogueira et al., 2008), desde a tortuosidade até a forma cônica por ramificação lateral do tronco, enquanto a fisiologia de *G. polymorpha* não responde ao adensamento como outras espécies estudadas para altura ou diâmetro. A forma do fuste acompanha essas características indicando que realmente possui uma estratégia diferente de sobrevivência sob competição, e que seria um objeto interessante de estudo mais detalhado em morfologia e fisiologia da espécie por sua utilidade em moirões de cerca.

4 CONCLUSÕES

- Os espaçamentos de 3,00 m x 1,00 m, 2,50 m x 1,00 m, 2,00 m x 1,00 m e 1,50 m x 1,00 m não influenciaram na altura, DAP e forma do fuste da espécie *Gochnatia polymorpha* em nenhuma idade até os doze anos.
- A taxa de crescimento em diâmetro e altura é intensa até o 4º ano, decaindo muito até o 8º ano e é muito pequena no 12º ano.

5 AGRADECIMENTOS

Aos Pesquisadores Paulo Ernani R. Carvalho da Embrapa Florestas e Marco Antonio de Oliveira Garrido e Clovis Ribas do Instituto Florestal, pelas críticas e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRERA, A.L. Revisión del genero *Gochnatia*. **Revista del Museu de la Plata**, v. 12, n. 66, p. 1-60, 1971.
- CARNEIRO, M.A.C. et al. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no Sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 4, n. 1, p. 129-144, 1998.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640 p.
- COUTO, L. et al. **Espaçamento de plantio de espécie de rápido crescimento para dendroenergia**. Belo Horizonte: CEMIG, 2002. 66 p.
- EVERT, F. **Spacing studies: a review**. Ottawa: Canadian Forest Service, 1971. 95 p. (Forest Management Institute Information Report, FMR-X-37).
- GARRIDO, M.A.O. Características silviculturais de algumas espécies indígenas sob povoamentos puros e mistos. **Silvic. S. Paulo**, v. 9, p. 63-71, 1975.
- _____.; POGGIANI, F. Características silviculturais de cinco espécies indígenas plantadas em povoamento puros e mistos. **Silvic. S. Paulo**, v. 13/14, p. 33-48, 1979/80.
- _____.; SOUZA, A.C. Manejo científico de povoamentos florestais de espécies indígenas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1982. p. 60-63. (**Silvicultura**, v. 8, n. 28, 1982).
- _____. et al. Pesquisa e experimentação com cinco espécies nativas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 602-610. (**Silvicultura**, n. 42, 1990).
- INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 1984. 260 p.

- AOKI, H.; ZIMBACK, L. Influência do espaçamento na conformação do fuste, diâmetro à altura do peito e altura do camará – *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr.
- LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; MOREIRA, A. M. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v. 30, p. 603-612, 2006.
- LENNETTE, A.P. **Twenty-five-year response of *Larix occidentalis* stem form to five stand density regimes in the Blue Mountains of eastern Oregon**. 2000. 240 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Oregon State University, Corvallis.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 378 p.
- MACEDO, R.L.G et al. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (Teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, v. 11, n. 1, p. 61-69, 2005.
- MAINIERI, C. **Madeiras brasileiras: características gerais, zonas de maior ocorrência, dados botânicos e usos**. São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1970. 109 p.
- NOGUEIRA, G.S. et al. Influência do espaçamento inicial sobre a forma do fuste de árvores de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 855-860, 2008.
- NOGUEIRA, J.C.B. Regeneração natural de mata ciliar na Estação Ecológica de Bauru (Comunicações). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 305-307. (**Silvicultura**, n. 42, 1990).
- PINKARD, E.A.; BEADLE, C.L. Blackwood (*Acacia melanoxylon* R. Br.) plantation silviculture: a review. **Australian Forestry**, v. 65, n. 1, p. 7-13, 2001.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. **Sellowia**, v. 30, n. 28/30, p. 28-30, 1978.
- SCHNEIDER, P.R. et al. Crescimento da acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 101-112, 2000.
- VENTURA, A. et al. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvic. S. Paulo**, v. 4, p. 57-139, 1965/66.
- WILL, R.R. et al. Relationship between intercepted radiation, net photosynthesis, respiration, and rate of stem volume growth of *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* stands of different densities. **Forest Ecology and Management**, v. 154, p. 155-163, 2001.

PROGRAMA DE USO PÚBLICO DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR – NÚCLEO SANTA VIRGÍNIA – CARACTERÍSTICAS E PERFIL DOS VISITANTES¹

PUBLIC USE PROGRAM OF THE SERRA DO MAR STATE PARK – NÚCLEO SANTA VIRGÍNIA – FEATURES AND THE PROFILE OF VISITORS

Marcelo Alves PERRENOUD^{2, 5}; Maria de Jesus ROBIM³;
João Paulo VILLANI⁴; Nilson Alves da SILVA⁴;
Ivanízia dos SANTOS⁴; Fernanda Cristina de BARROS⁴;
Cristiano Moreira da SILVA⁴; Douglas Menezes da SILVA³

RESUMO – A função social das áreas naturais protegidas não está associada apenas ao uso recreativo, mas também à saúde e bem-estar, ou ainda a fatores mais amplos de qualidade de vida das populações humanas. Um dos desafios enfrentados pelos gestores dessas áreas é conciliar o uso recreativo e a conservação dos recursos naturais, considerando, principalmente, os impactos negativos que geram esses usos aos diferentes ecossistemas. Desta forma, estudos sobre frequência, intensidade e comportamento do visitante fornecem elementos importantes para identificar relações existentes entre as características tipológicas da oferta e demanda recreativa dessas áreas. Neste trabalho, foram aplicados 181 questionários durante os meses de janeiro a julho de 2009, com a finalidade de identificar frequência, motivações e perfil dos visitantes do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia. Dos entrevistados, 55% eram do sexo masculino, predominando as faixas etárias de 26 a 40 anos (86,6%) e a maioria apresentou grau de escolaridade de nível superior (91,2%). A grande maioria (67%) dos entrevistados tinha como objetivo principal de sua viagem a visita à unidade de conservação e 75,6% dos visitantes não conheciam a área e visitavam o parque pela primeira vez. Os resultados sugerem a melhoria no sistema de comunicação e agendamento das visitas e adoção de ações e estratégias educativas que aproximem a comunidade do entorno e a unidade de conservação favorecendo as relações de parcerias e o desenvolvimento do turismo sustentável na região.

Palavras-chave: uso recreativo; ecoturismo; unidades de conservação.

ABSTRACT – The social role of protected natural areas is not only associated with recreational use, but also the health and welfare, or the broader factors of better lifestyle of human populations. One of the challenges faced by managers is to reconcile the recreational use of those areas with its other primary objectives, related to the conservation of natural resources, especially considering the negative impacts those uses to generate to different ecosystems. Thus, studies on the frequency, intensity and behavior of those visitors provide important elements to identify the relationships between typological characteristics of supply and demand of recreational areas. In this study, 181 questionnaires were applied during the months of January to July 2009, in order to identify frequency, motives and profile of visitors to the Serra do Mar State Park – Santa Virginia. Of the respondents, 55% were male, predominantly ages from 26 to 40 years (86.6%) and most present educational level of higher education (91.2%). The great majority (67%) of respondents had as main objective of his trip to visit the protected area and 75.6% of visitors did not know the area and visited the park for the first time. The results suggest improvement in the communication system and scheduling visits and adoption of educational strategies and actions that bring the community and the surrounding conservation area by encouraging partnership relationships and development of tourism in that region.

Keywords: recreation; ecotourism; conservation units.

¹Recebido para análise em 09.12.09. Aceito para publicação em 31.08.10. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

²Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UNITAU, Estrada Municipal Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000, Bairro do Itaim, 12081-010 Taubaté, SP, Brasil.

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

⁴Fundação Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil.

⁵Autor para correspondência: Marcelo Alves Perrenoud – maperrenoud@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

Muitas pessoas buscam e têm prazer em estar em paisagens naturais e sentem mais conforto em lugares ao ar livre. As áreas protegidas criadas para esse propósito, também se revelam como uma fonte importante de riqueza espiritual, respeito traduzido para uma atitude ética e religiosa para com a natureza. E o ser humano, entendendo a funcionalidade e composição da natureza, pode contribuir com atitudes mais responsáveis em relação ao ambiente. Desta forma, natureza e áreas naturais oferecem muitas oportunidades para o estudo do meio, educação ambiental e pesquisa aplicada (De Groot, 1992).

No Brasil, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação orienta que a visitação em unidades de conservação deve ser cuidadosamente planejada para que possa cumprir os objetivos de sua criação, além de funcionar como uma ferramenta de sensibilização da sociedade sobre a importância da conservação da biodiversidade e como um vetor de desenvolvimento local e regional (Brasil, 2006).

Nessa perspectiva, um dos desafios para os planejadores e gestores das unidades de conservação é conciliar o uso recreativo dessas áreas com seus outros objetivos primários, relacionados à conservação dos recursos naturais, considerando, principalmente, os impactos negativos que geram estes usos aos diferentes ecossistemas (Freixêdas-Vieira et al., 2000).

A demanda crescente da visitação gera a necessidade, entre outros fatores, do conhecimento destes visitantes, seus desejos e suas necessidades para confrontá-los com o plano de manejo do parque, seu zoneamento e respectivas categorias de uso, compatibilizando-os (Kataoka, 2004).

De acordo com Vasconcellos (2006), o conhecimento prévio das características do público é fundamental para que o programa interpretativo resulte pertinente e envolvente. Enfatiza que a interpretação temática deve ser o resultado de um planejamento cuidadoso, que sempre começará com o reconhecimento e pesquisa da área a ser interpretada, com a identificação e conhecimento do público a que se destina e um levantamento das variadas técnicas de comunicação disponíveis.

Deve-se considerar também que os visitantes dessas unidades de conservação variam muito em relação às suas demandas e expectativas que devem ser consideradas e administradas de maneira a compatibilizar essas necessidades aos objetivos de conservação da área (Magro e Barros, 2004). Segundo Wallace (1995), o estabelecimento de objetivos eficientes na administração de visitantes e as estratégias de zoneamento correspondentes a esses objetivos exigem a avaliação periódica dos fatores de motivação, das expectativas e das preferências do visitante em relação às oportunidades de experiência e às técnicas administrativas.

De acordo com o documento “Diretrizes para visitação em unidades de conservação” (Brasil, 2006), “os gestores devem estabelecer um sistema de registro de visitantes e realizar pesquisas periódicas para identificar o perfil, a opinião e a satisfação dos visitantes com relação às oportunidades de visitação oferecidas na unidade”.

Ao abordar os visitantes em busca do entendimento de suas expectativas, e possíveis indicadores sociais, os gestores iniciam um processo de entendimento das relações e de busca de repostas que estão além daquelas vinculadas às normas restritivas e limitações de acesso (Kataoka, 2004).

Considerando a escassez dos estudos relacionados às características do uso recreativo no PESH – Núcleo Santa Virgínia, este estudo propõe analisar as características do uso público e o perfil socioeconômico, motivações, interesses e preferências dos usuários que visitam a área, visando subsidiar a implementação do programa de manejo do Uso Público da unidade de conservação.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de Estudo

O Parque Estadual da Serra do Mar – PESH foi criado em 30 de agosto de 1977 com a finalidade de assegurar integral proteção à flora, à fauna e às belezas naturais da Mata Atlântica, um dos biomas mais ameaçado de extinção no planeta (São Paulo, 2006). Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, essa categoria de manejo se enquadra como Unidade de Proteção Integral,

PERRENOUD, M.A. et al. Programa de Uso Público do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia – características e perfil dos visitantes.

possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e turismo ecológico (Brasil, 2004).

Situado no Estado de São Paulo, o PESH possui uma área de mais de 315.000 hectares, que abrange 23 municípios. Devido à sua localização, este Parque constitui um verdadeiro corredor ecológico, conectando os mais significativos remanescentes de Mata Atlântica do país (São Paulo, 2006). Organizado em oito Núcleos administrativos:

Cunha, Santa Virgínia, Picinguaba, Caraguatatuba, São Sebastião, Itutinga-Pilões, Itariru e Curucutu, está sob a gestão da Fundação Florestal, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente.

O PESH – Núcleo Santa Virgínia, com sede situada nas coordenadas geográficas 23°24' a 23°17' de latitude sul e 45°03' de longitude oeste, compreende parte dos municípios de São Luíz do Paraitinga, Natividade da Serra, Cunha e Ubatuba (Figura 1), totalizando aproximadamente 17.500 ha (São Paulo, 2006).

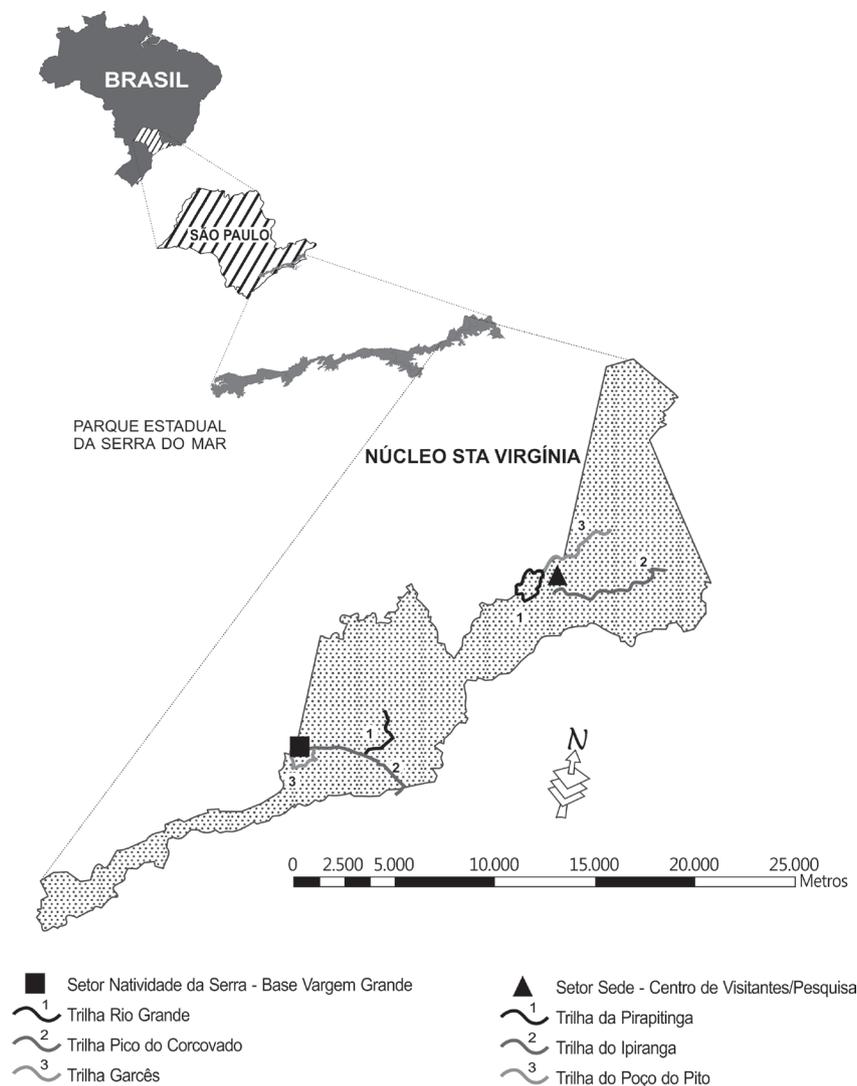


Figura 1. Mapa de localização do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia com destaque para os setores Sede e Natividade da Serra e suas principais trilhas interpretativas.

Figure 1. Location map of Serra do Mar State Park – Núcleo Santa Virgínia highlighting Headquarters and Natividade Sectors and your main interpretative trails.

2.2 Método

2.2.1 Pesquisa bibliográfica e documental

Em uma primeira etapa deste trabalho, com o objetivo de descrever o Programa de Uso Público do PESM – Núcleo Santa Virgínia, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental por meio de levantamento dos artigos, plano de manejo do PESM, relatórios, monografias, dissertações, teses e documentos que compõem o acervo do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia.

2.2.2 Características dos visitantes

Em uma segunda etapa, com base na metodologia de *Aplicação do Método Custo Viagem (MCI)* (Barzev, 2002; Mikhailova, 2002; Ortiz, 2003), foram aplicados questionários compostos por questões fechadas e abertas (conforme Anexo 1), aos visitantes do PESM – Núcleo Santa Virgínia. Os questionários foram elaborados com o objetivo de coletar dados sobre o perfil socioeconômico dos visitantes (idade, grau de instrução e renda mensal), bem como informações sobre a origem, frequência das visitas, tempo de permanência, custos totais com a viagem e motivações e preferências dos visitantes.

O período de aplicação foi de sete meses ininterruptos, de janeiro a julho de 2009. Para minimizar as possíveis variáveis e erros metodológicos, antes do início da aplicação dos questionários, foi realizado um treinamento com os monitores do PESM – Núcleo Santa Virgínia visando à equalização da abordagem e preenchimento das respostas. Um pré-teste também foi realizado durante dois dias, com o objetivo de verificar possíveis questões ambíguas e erros na elaboração do questionário.

2.2.3 Participantes da pesquisa

Foram considerados sujeitos, neste estudo, os visitantes da Base Sede Administrativa. A amostra foi composta por 181 pessoas escolhidas aleatoriamente, de ambos os sexos, com idade a partir de 18 anos e independentemente do nível socioeconômico.

2.2.4 Análise dos dados

Neste estudo não foram analisadas as questões relacionadas ao custo viagem. Os dados obtidos foram analisados com o “software” Excel (versão 2003). Adotou-se, para a análise qualitativa das questões abertas, o processo de categorização, e para a análise dos resultados das questões fechadas, a quantificação por meio de porcentagens e cruzamento de dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O Programa de Uso Público do PESM – Núcleo Santa Virgínia

No Estado de São Paulo, as atividades de uso público são desenvolvidas nas Unidades de Conservação de Proteção Integral de acordo com o que dispõe o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, o Regulamento de Parques Estaduais Paulistas e a Resolução SMA nº 59, de 27/08/2008. Esses documentos estabelecem os procedimentos administrativos de gestão e fiscalização do uso público nas Unidades de Conservação de Proteção Integral, inseridas no Sistema Estadual de Florestas do Estado de São Paulo – SIEFLOR (São Paulo, 2008).

Dentre os diversos programas de manejo definidos pelo Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar – PESM, o Programa de Uso Público compreende os subprogramas Visitação e Turismo Sustentável e Educa o Ambiental. São objetivos desse Programa: formar uma consciência ambientalista através da vivência e interpreta o do ambiente, sensibilizar os diversos públicos-alvo para a importância da conserva o da Mata Atlântica e desenvolver o conceito de educa o ambiental para fortalecer a cidadania e viabilizar o desenvolvimento sustentável (São Paulo, 2006).

Os subprogramas Visita o e Turismo Sustentável e Educa o Ambiental do PESM – Núcleo Santa Virgínia utilizam-se de estratégias de interpreta o ambiental para realizar atividades direcionadas aos escolares e público geral que visitam o Parque. As atividades atuais do programa orientado são: palestras, cursos para professores e trilhas interpretativas.

De acordo com Tabanez et al. (1997), a interpretação ambiental em áreas naturais tem sido frequentemente realizada através de trilhas, implantadas como instrumento básico para programas de educação ambiental ao ar livre e recomendadas em educação ambiental por oferecerem oportunidades de um contato direto com o ambiente natural, direcionado ao aprendizado e à sensibilização.

Dessa forma, as trilhas são importantes instrumentos que as unidades de conservação utilizam para sensibilizar os visitantes quanto aos valores ambientais dessas áreas. Wallace (1995) afirma que existem diversos valores associados ao estabelecimento de áreas naturais protegidas, tais como: estético; econômico; recreativo e terapêutico, e espiritual.

No contexto do Programa de Uso Público do PESM – Núcleo Santa Virgínia, esses valores integram os objetivos que justificam a criação deste Parque e são vistos como meio para articular o desenvolvimento dos processos educativos e o estabelecimento das relações com a sociedade. Portanto, as trilhas interpretativas são meios para garantir os objetivos de conservação das áreas naturais, já que a natureza preservada é o seu principal atrativo (Paiva e França, 2007).

3.2 Sistema de Trilhas Interpretativas do PESM – Núcleo Santa Virgínia

O sistema de trilhas interpretativas do PESM – Núcleo Santa Virgínia é composto por três trilhas implantadas no setor Natividade da Serra, denominadas: Garcês, Rio Grande e Pico do Corcovado e outras três no setor Sede Administrativa, denominadas: Pirapitinga, Poço do Pito e Ipiranga.

De acordo com os registros efetuados pela administração do PESM – Núcleo Santa Virgínia, no período de 1994 a 2008, os dois setores – Base Natividade da Serra e Sede Administrativa – receberam um total de 48.658 visitantes, sendo que, destes, 36.900 desenvolveram atividades nas trilhas interpretativas guiadas. Quanto ao fluxo de visitantes nas trilhas – setor Sede Administrativa, objeto deste estudo, os registros de 2007 e 2008 indicaram um total de 5.936 visitantes,

sendo que a Trilha da Pirapitinga recebeu 4.851 visitantes, o que corresponde a 81,7% dos visitantes e as demais trilhas, Poço do Pito e Ipiranga, receberam respectivamente, 917 e 168 visitantes.

3.3 Caracterização das Trilhas – Setor Sede Administrativa

A trilha da Pirapitinga possui 5.700 metros, em formato semelhante a uma ferradura. Apresenta ambientes formados por Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Aluvial em diferentes estágios de sucessão secundária, variando desde florestas de porte alto e pouco alteradas, exuberantes pela elevada densidade de epífitas, até trechos fortemente alterados (Souza et al., 2009).

Implantada às margens dos rios Paraibuna e Ipiranga, a trilha da Pirapitinga é entrecortada por outros cursos d'água de menor volume. Seu perfil altitudinal varia de 800 a 840 metros, o que propicia a formação de corredeiras e cachoeiras. Três cachoeiras são grandes atrativos para os visitantes dessa trilha, a Cachoeira das Andorinhas, do Salto Grande e do Saltinho.

A Trilha do Poço do Pito possui 8.000 metros de extensão, em formato linear, apresentando seu percurso composto por metade de uma estrada rural e a outra metade por um caminho em meio à Floresta Ombrófila Densa Montana, em estágio inicial e médio de regeneração. Situada nas terras da antiga fazenda Ponte Alta, apresenta trechos com presença de antigos fornos de carvão, de pastagem e espécies vegetais como sapé (*Imperata brasiliensis*), indicando a prática de queimadas pelos, então, moradores do local. A variação altitudinal pouco acentuada confere a esta trilha guiada uma classificação de nível leve/médio quanto ao seu grau de dificuldade. Situada na margem esquerda do rio Paraibuna, possui trechos com afloramentos rochosos, recortado por nascentes. Ao final, encontra-se a Cachoeira do Poço do Pito com abundância de água e local propício para desfrutar o banho.

A Trilha do Rio Ipiranga, com percurso de 7.000 metros, caracteriza-se como sendo parte dos 29 quilômetros de uma estrada de serviço que interliga os Núcleos Santa Virgínia e Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar. Seu formato é linear, com retorno pelo mesmo caminho, perfazendo um total de 14.000 metros de extensão (ida e volta). A trilha percorre toda a margem do rio Ipiranga, recortada por rios menores, apresenta vegetação de floresta em estágio médio a avançado de sucessão. Há trechos significativos de floresta madura, promovendo um ótimo habitat para mamíferos e aves. É possível observar a presença de antigos fornos de carvão e reflorestamento de eucalipto em meio à Floresta Atlântica. Assim como as demais trilhas, é do tipo guiada.

Em todas as três trilhas, identificamos trechos de Floresta Ombrófila Densa Montana. Nas áreas de floresta madura destacam-se espécies como *Euterpe edulis*, *Inga sellowiana*, *Guapira opposita*, *Ocotea elegans*, e outras espécies pertencentes às famílias Myrtaceae, Monimiaceae e Fabaceae. Nas áreas de floresta secundária, destacam-se os aglomerados de *Tibouchina pulchra*, além de poder encontrar muitos exemplares de *Piptocarpha oblonga*, *Miconia latecrenata*, *Croton floribundus* e outras.

Quanto aos animais, é possível observar evidências como: fezes, pegadas e restos de alimentação, além da visualização direta das várias espécies que o Parque abriga, como: capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), a anta (*Tapirus terrestris*), a lontra (*Lontra longicaudis*), o cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), o gato mourisco (*Puma yagouaroundi*), o mão pelada (*Procyon cancrivorus*), por exemplo (Mendez, 2009). Diversas espécies de avifauna podem ser avistadas, como por exemplo o martim pescador grande (*Ceryle torquata*), o jacu (*Penelope obscura*), o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), o tico-tico (*Zonotrichia capensis*), o beija-flor de pescoço branco (*Leucochloris albicollis*), o sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) e o macuco (*Tinamus solitarius*) (Cortêz, 2009).

Nos rios margeados por essas trilhas é possível avistar espécies de peixes, principalmente, a Pirapitinga do Sul (*Brycon opalimus*).

Essa espécie, considerada ameaçada de extinção e endêmica dos rios de cabeceira formadores do Paraíba do Sul, é altamente adaptada às condições de Mata Atlântica (Gomiero e Braga, 2006).

3.4 Caracterização das Trilhas – Base Natividade da Serra

3.4.1 Trilha do Garcês

Localiza-se no município de Natividade da Serra, possui cerca de 6.000 metros de extensão, com duração média de 4 horas e nível médio de dificuldade. Tem um perfil altitudinal de 690 a 915 metros, sendo que seu formato é circular, em meio a Floresta Ombrófila Densa Montana, com trechos de mata secundária e madura. A região é considerada pelo Plano de Manejo (São Paulo, 2006), como uma zona primitiva, rica em recursos hídricos, como os rios do Jacu e do Garcês, este último dá nome à trilha.

3.4.2 Trilha do Pico do Corcovado

Classificada com o nível de dificuldade alta é a mais extensa trilha de visitação pública hoje em operação no Núcleo Santa Virgínia. Possui aproximadamente 18.000 metros de extensão (ida e volta), com um perfil altitudinal que vai de 690 a 1.168 metros. Margeia rios e córregos como o rio da Limeira, do Jacu, do Calçado e outros corpos d'água importantes. Inicia-se no município de Natividade da Serra e possui seu ápice já no município de Ubatuba. Segundo o Plano de Manejo (São Paulo, 2006), a trilha do Pico do Corcovado tem início próximo de uma zona de ocupação temporária, passando por áreas de uso intensivo, margeadas por zona primitiva e intangível até alcançar a chamada Floresta Ombrófila Densa Alto-montana, também denominada floresta nebulosa. Isso fez com que a administração do Núcleo Santa Virgínia adotasse como medida de precaução uma capacidade de carga diminuta, de 13 pessoas/dia, quando comparada com as demais trilhas de uso público neste setor.

3.4.3 Trilha do Rio Grande

A trilha do Rio Grande possui aproximadamente 12.000 metros, com duração média de 6 horas, margeando o Rio Grande, afluente do rio Paraibuna. Classificada com nível de dificuldade média, o visitante pode observar a Mata Atlântica, composta por florestas secundárias e primárias e uma bela cachoeira ao final denominada cachoeira da Boneca, propiciando um ótimo local de recreação e lazer.

3.5 Perfil Socioeconômico dos Visitantes do PESM – Núcleo Santa Virgínia

Do total analisado, 55% dos entrevistados eram do sexo masculino, predominando as faixas etárias de 26 anos a 40 anos (86,6%). Quanto ao grau de escolaridade, a maioria (91,2%) possuía

nível superior, com profissões em diversas áreas, 44% em ciências humanas, 22% em ciências biomédicas e 28% em ciências exatas, destes 3% eram aposentados e 3% estudantes universitários. Essas porcentagens discordam dos dados encontrados por Kinker (2002) para o nível de escolaridade dos visitantes amostrados em três parques nacionais brasileiros, onde a maioria dos visitantes possui escolaridade entre fundamental e nível médio. A indicação de um público com alto nível de escolaridade pode contribuir consideravelmente para que os visitantes aceitem um programa educativo para essas áreas protegidas (Magro e Barros, 2004).

Com relação à renda familiar, constatamos que 72,3% declarou renda acima de R\$ 2.251,00, sendo que a faixa com maior frequência foi de R\$ 2.251,00 a R\$ 4.500,00 (33,1%), conforme mostra a Figura 2.

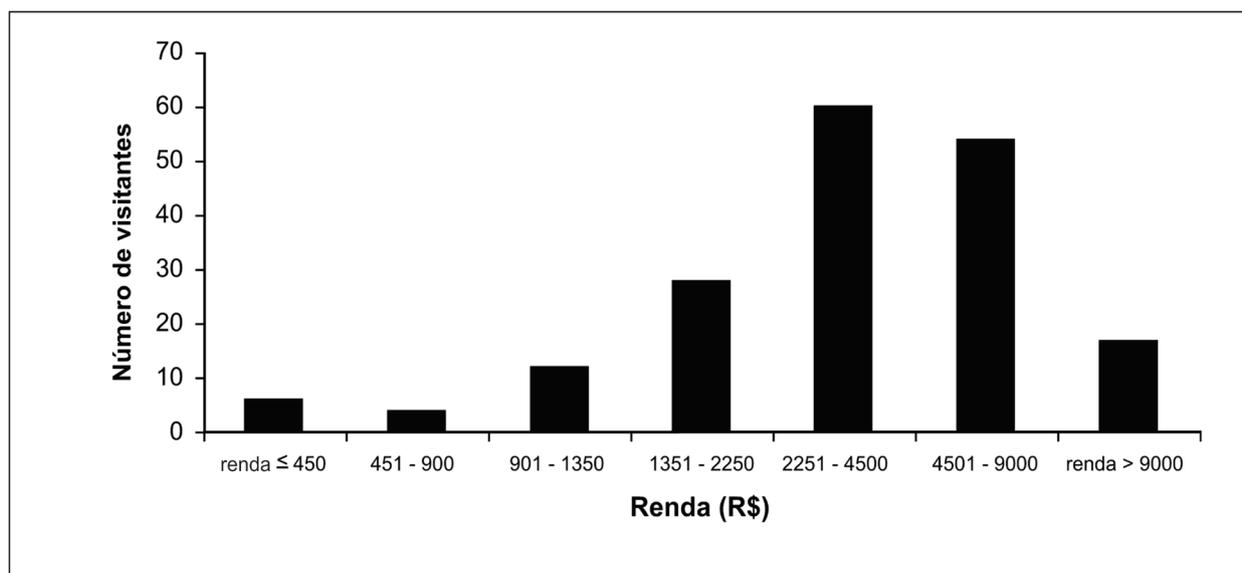


Figura 2. Faixas de renda familiar apresentadas pelos entrevistados.

Figure 2. Familiar salary range showed by the interviewees.

A grande maioria dos visitantes vem da capital e Grande São Paulo (50,5%), outros (32,1%) eram das cidades do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo. Foi constatado também que a porcentagem de visitas de pessoas moradoras dos municípios vizinhos ao Parque, como por exemplo, São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra, foi apenas de 3%, comparado com o restante da amostra. Esse fato pode estar relacionado às características de acessibilidade do núcleo, situado em área isolada sem transporte coletivo público. A maioria dos visitantes utilizou como meio de transporte veículos particulares (62%) e aproximadamente 32% utilizaram ônibus de turismo para chegar até as dependências do Parque. Apenas 4% utilizaram bicicletas como meio para chegar até o núcleo. A partir do universo analisado, 73,6% dos visitantes chegam ao Parque sozinhos, ou com no máximo mais uma pessoa.

Um dos aspectos indicados como fator de restrição às visitas das pessoas com menor poder aquisitivo em Unidades de Conservação é a taxa de cobrança de ingresso e outros serviços, porém até o presente momento não são cobradas estas taxas para as visitas ao Parque.

Certamente esse dado é importante como subsídio para as políticas de inserção dessa comunidade que vive no entorno da unidade. Portanto, recomendam-se estratégias de educação ambiental e envolvimento comunitário que promovam uma maior aproximação do Parque e moradores do entorno favorecendo as relações de parcerias que compatibilizem o desenvolvimento sustentável local com os objetivos de conservação da área.

Quanto à análise dos gastos totais dos visitantes do PESM – Núcleo Santa Virgínia, foi verificado que 44,1% dos entrevistados gastaram menos de R\$ 225,00 durante sua viagem, conforme Figura 3. Esses dados nos mostram um visitante regional, que mora em cidades que estão a menos de 225 km de distância do Parque (municípios do Vale do Paraíba, Litoral Norte do Estado de São Paulo, capital e Grande São Paulo), tem facilidade para visitar a área por um dia e gastar pouco com combustível e meios de hospedagem. Além disso, o visitante não encontra possibilidades de aumentar os gastos com a compra de souvenirs e lanches, pois o Parque não disponibiliza nenhum tipo de comércio na sua área de uso intensivo.

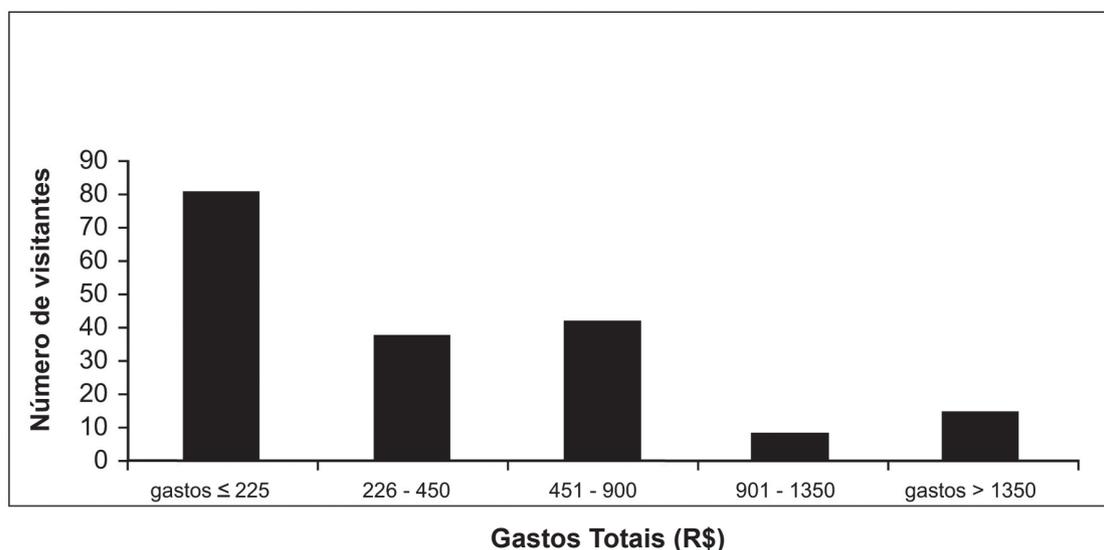


Figura 3. Valores gastos pelos visitantes com a viagem até o Parque.

Figure 3. Amounts spent by the visitors to travel to the Park.

Tentando suprir essa necessidade, políticas para a inserção de uma infraestrutura adaptada para a venda desses itens e para o aumento de opções para o desenvolvimento de outras atividades recreativas na área, propiciarão, certamente, a melhora das condições de atendimento ao visitante, tornando o passeio mais agradável e interessante para todos.

3.6 Frequência, Motivações, Interesses e Preferências dos Visitantes

Aproximadamente 52% dos visitantes permanecem nas proximidades do PESM durante dois a quatro dias, e 50,5% dos entrevistados permanecem hospedados em pousadas e *campings*. Dos entrevistados 67% tinham como objetivo principal de sua viagem a visita ao Núcleo Santa Virgínia, esses resultados indicam que a grande maioria dos visitantes aprecia atividades

voltadas ao contato com a natureza valorizando a potencialidade do Parque como área modelo para as iniciativas de turismo sustentável na região.

Conforme a Figura 4, a maioria dos visitantes, aproximadamente 75,6%, não conhecia o Parque e o visitava pela primeira vez. Corroborando com Magro et al. (1990) essa característica deve ter uma atenção especial por parte dos administradores quanto ao alto potencial de impacto dessas pessoas, considerando que as mesmas não estão bem informadas sobre os objetivos da área e as necessidades de práticas conservacionistas durante sua experiência de visita ao Parque. No caso do Núcleo Santa Virgínia, esta possibilidade é desconsiderada pelo constante monitoramento dessas visitas pelos guias que conduzem as atividades de interpretação na área. No entanto, reforça a necessidade de maior divulgação da Unidade de Conservação na região.

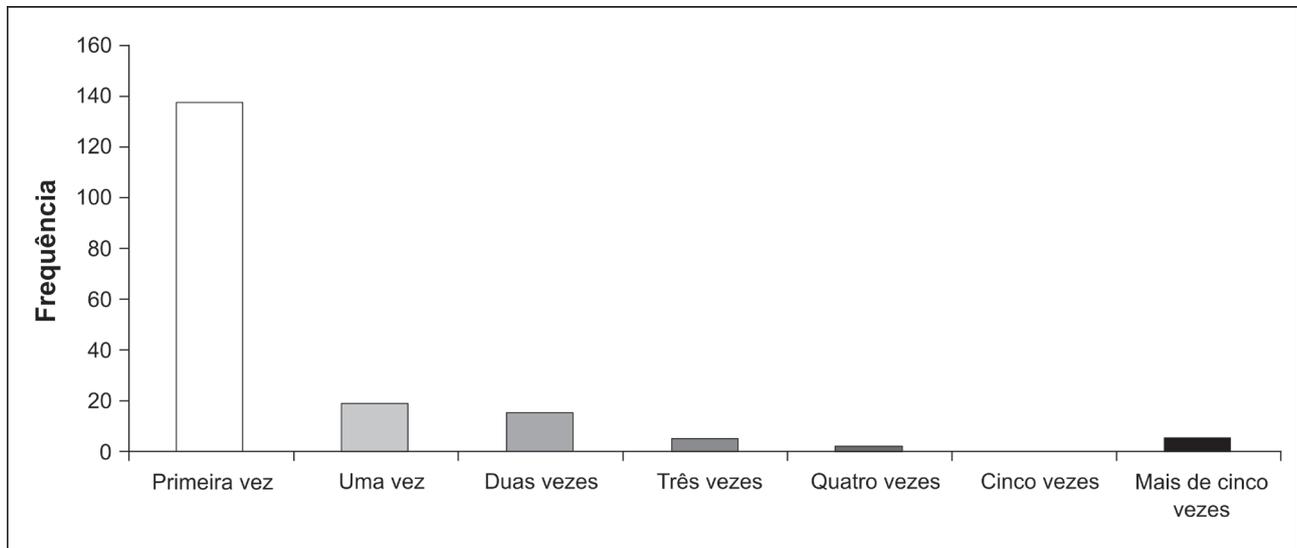


Figura 4. Indicadores de visitação do Núcleo Santa Virgínia.

Figure 4. Visiting indicators of Núcleo Santa Virgínia.

Quanto às atividades desenvolvidas, do total de entrevistados, 98,9% realizaram trilhas guiadas em sua visita ao Parque, sendo que o restante dos visitantes, cerca de 1,1% da amostra, realizou apenas visita monitorada ao Centro de Visitantes e atividades de contemplação da paisagem.

Sobre outras atividades para se realizar dentro do Parque, 52,5% dos entrevistados apontaram a atividade de *rafting*. Além das belezas cênicas da paisagem, encontram-se rios e cachoeiras de grande atratividade aos visitantes e

essas características possibilitaram, no período de 1997 a 2006, que as operadoras de *rafting* da região utilizassem, em caráter experimental, um trecho do rio Paraibuna para descidas comerciais (Villani et al., 2009). Em 2007, as atividades de *rafting* foram paralisadas e a partir de março de 2010 foram autorizadas mediante regulamentação estabelecida pelo órgão gestor da unidade, a Fundação Florestal. Outras indicações dos entrevistados foram: 15% para as atividades da modalidade de turismo de aventura (tiroleza, rapel e arborismo) e 7% para as atividades culturais, conforme apresentado na Figura 5.

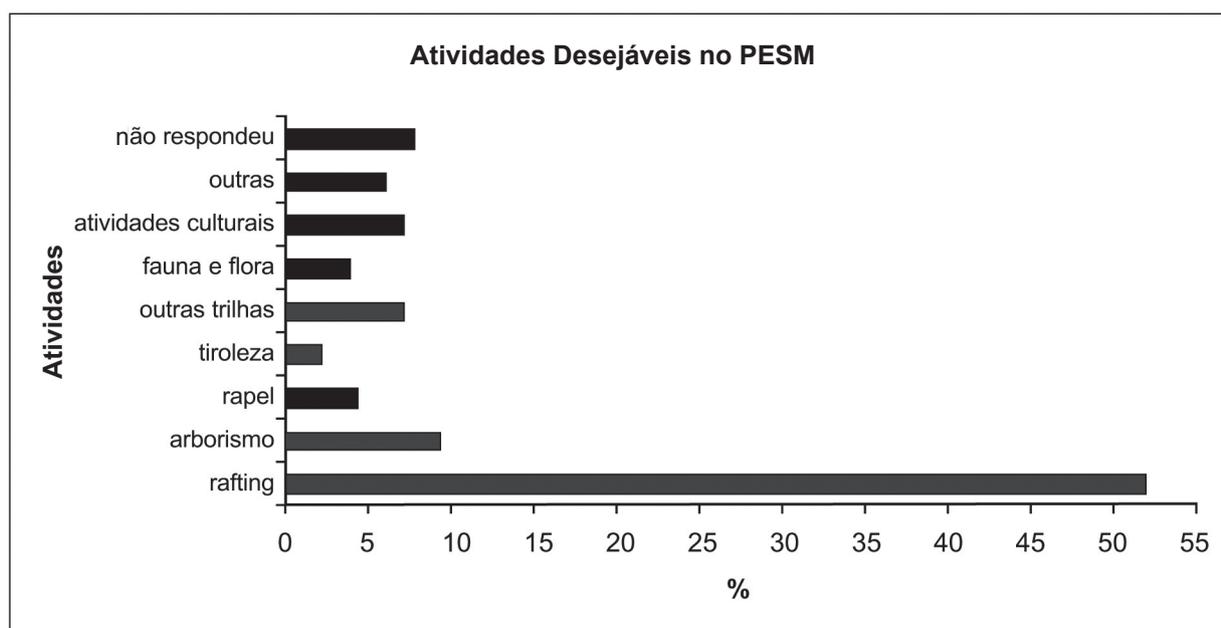


Figura 5. Atividades que gostariam de realizar dentro do PESH – Núcleo Santa Virgínia.

Figure 5. Activities which visitors would like to do inside the PESH – Núcleo Santa Virgínia.

Para identificar o conhecimento dos visitantes sobre as funções ambientais e sociais do Parque, esta pergunta listou oito opções, em que os entrevistados podiam marcar mais de uma alternativa. Conforme indica a Tabela 1, a maioria dos entrevistados (79,9%) indicou, como alternativa principal, a função de manutenção da biodiversidade, pesquisa, recreação e educação ambiental. Essas respostas estão de acordo com os objetivos primários de uma unidade

de proteção integral, categoria que se enquadra o Parque Estadual da Serra do Mar destacado no Plano de Manejo (São Paulo, 2006). As outras respostas totalizaram 20,1%, e destas, somente 1,2% apontaram a agricultura e pecuária e a extração de madeira como atividades compatíveis ao desenvolvimento de um parque estadual, discordando dos objetivos de uma Unidade de Proteção Integral.

Tabela 1. Respostas dos entrevistados sobre as funções do Núcleo Santa Virgínia.

Table 1. Interviewees' answers about the functions of the PESM – Núcleo Santa Virgínia.

Funções do Núcleo Santa Virgínia	Nº de Respostas	Percentual
Preservar a biodiversidade	173	21%
Educação ambiental	171	20,4%
Turismo e recreação	162	19,5%
Pesquisa	159	19%
Atividades culturais	95	11,4%
Fornecimento de água	63	7,5%
Agricultura e pecuária	8	1%
Extração de madeira	2	0,2%
Total de respostas	833	100%

Quando questionados sobre a cobrança de taxa de ingresso para visitar o Parque, 84,6% concordaram, e 15,4% não. Dos que não concordaram, aproximadamente 70% afirmaram que é dever do Estado (já que pagam impostos) e não dos visitantes suprir as carências do Parque. Os outros 30% se dividem em dizer que o Parque é público e dificultaria a entrada dos mais carentes na área de conservação. Aproximadamente 45% dos entrevistados que não concordaram com a

cobrança de ingressos moram em cidades próximas ao PESM (Vale do Paraíba e Litoral Norte de São Paulo) e destes, 66% possuem nível superior e renda média de R\$ 2.155,00. Porém, após uma análise mais detalhada dos visitantes que estão dispostos a pagar pela entrada no Parque, constatamos que 64,5% dos entrevistados pagariam entre R\$ 1,00 a R\$ 10,00 por pessoa para usufruir os atrativos do PESM – Núcleo Santa Virgínia, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Valores do Ingresso ao Parque indicados pelos entrevistados.

Table 2. Park ticket prices indicated by the interviewees.

Valor do Ingresso	Visitantes	Percentual
Zero	28	15,4%
de R\$ 1,00 a R\$ 5,00	64	35,4%
de R\$ 5,01 a R\$ 10,00	54	29,8%
de R\$ 10,01 a R\$ 15,00	17	9,3%
de R\$ 15,01 a R \$20,00	10	5,6%
acima de R\$ 20,00	8	4,5%
Total	181	100%

Correlacionando o grau de escolaridade e a disposição dos entrevistados em pagar a taxa de ingresso pela visita ao Parque (Figura 6), verificou-se que com o aumento dos níveis e escolaridade a proporção de aceitação ao pagamento da entrada no parque se tornou maior quando comparada às

respostas dos entrevistados com níveis de escolaridade mais baixos.

A Tabela 3 mostra os itens mais atrativos, ou seja, o que o visitante mais gostou no núcleo durante a sua visita. Em primeiro lugar, os Rios e Cachoeiras com 34% das indicações e em seguida as trilhas e infraestrutura com 14%.

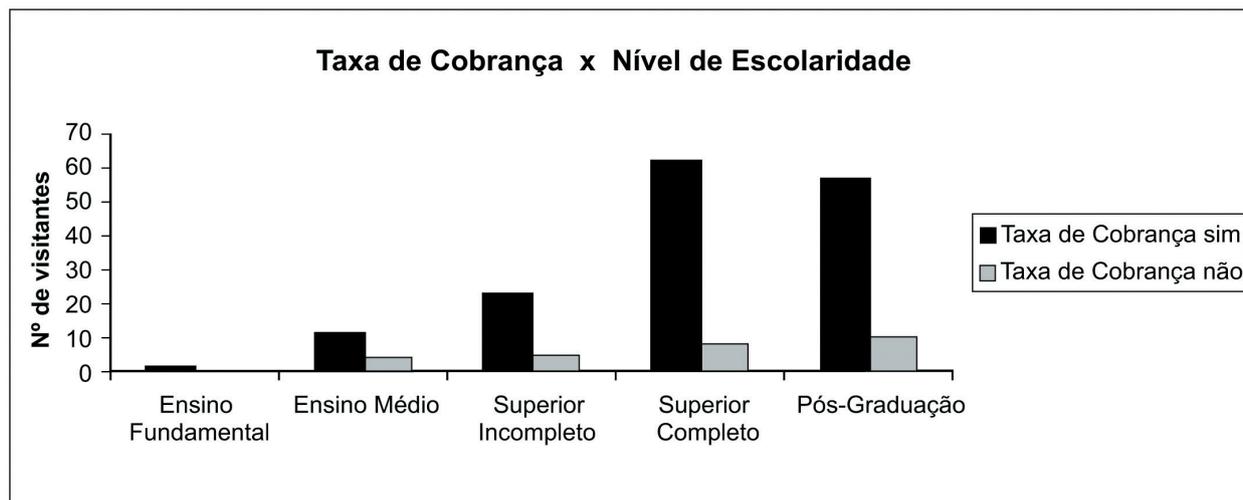


Figura 6. Grau de escolaridade e a disposição dos entrevistados em pagar ingresso pela visita ao parque.

Figure 6. Interviewees' school degree and disposition to pay the ticket for the visitation.

Tabela 3. O que o visitante mais gostou no PESM – Núcleo Santa Virgínia.

Table 3. What the visitor liked the most in the PESM – Núcleo Santa Virgínia.

Na visita o que mais gostou	Visitantes	Percentual
Rios e Cachoeiras	62	34%
Trilhas	26	14%
Infraestrutura	25	14%
Natureza	20	12%
Tudo	19	10%
Atendimento dos monitores	13	7%
Outros motivos	12	7%
Preservação e biodiversidade	4	2%
Total	181	100%

Quanto às questões relacionadas com o que o visitante menos gostou durante a sua permanência no Parque, a Figura 7 mostra que grande parte (75%) dos entrevistados optou pela resposta nada a citar sobre aspectos negativos referentes ao PESH – Núcleo Santa Virgínia. Muito embora esse resultado possa refletir a satisfação do visitante para com as atividades desenvolvidas no Núcleo Santa Virgínia, deve-se levar em conta que esse comportamento

nas respostas dos entrevistados pode não representar a total satisfação destes visitantes quanto aos serviços e atrativos oferecidos pelo Parque, mas que esse percentual significativo de respostas pode estar relacionado ao pouco conhecimento dos mesmos sobre a importância dos objetivos da Unidade de Conservação ou, ainda, à falta de disposição em contribuir para a melhoria do Parque (Takahashi, 1998; Robim, 1999).

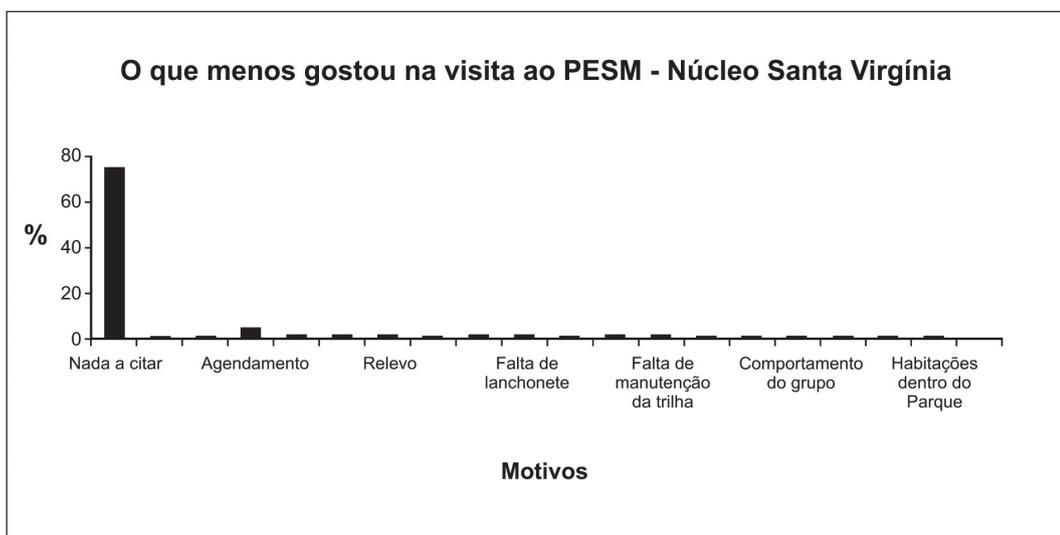


Figura 7. Indicadores de insatisfação dos visitantes do Núcleo Santa Virgínia.

Figure 7. Visitor's dissatisfaction indicators of Núcleo Santa Virgínia.

Porém, o item relacionado com a dificuldade de se comunicar com o Núcleo se mostrou significativo, 5% dos entrevistados indicaram esta resposta. Até o momento da aplicação final dos questionários não existia acesso à internet e a única forma para o agendamento das visitas era via telefone. Esse sistema na região é ainda muito precário, dificultando a comunicação dos visitantes com o Parque. Todos os outros motivos de insatisfação ficaram abaixo de 2% do total. É necessário que o órgão gestor da unidade de conservação encontre outras maneiras e/ou sistemas que facilitem o agendamento dessas visitas, como, por exemplo, parcerias com os municípios e/ou empresas de turismo e meios de hospedagem local.

4 CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que:

- as trilhas interpretativas guiadas são utilizadas pela maioria dos visitantes que chegam ao Parque e no momento é o principal instrumento de interpretação e educação ambiental adotado pelo Programa de Uso Público;
- de modo geral, os visitantes demonstraram satisfação em relação às atividades desenvolvidas no Parque e a disposição em pagar taxas de ingresso como uma forma de contribuir para a conservação da unidade de conservação;

PERRENOUD, M.A. et al. Programa de Uso Público do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia – características e perfil dos visitantes.

- o sistema de divulgação e agendamento das visitas deve ser aperfeiçoado para melhor atender a demanda, incluindo parcerias com as prefeituras e o setor de turismo local, e
- os baixos índices de frequência dos visitantes que moram no entorno da unidade de conservação indicam a necessidade, por parte do órgão gestor, de adotar ações e estratégias educativas que aproximem a comunidade do entorno e o Parque, favorecendo as relações de parceria e o desenvolvimento do turismo sustentável da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARZEV, R. **Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales:** corredor Biológico Mesoamericano. San Salvador: Central American Commission on Environment and Development, 2002. (Serie Técnica 04, Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria da Biodiversidade e Florestas. Diretoria do Programa Nacional de Áreas Protegidas. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.** Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. 5. ed. aum. Brasília, DF: MMA: SBF, 2004. 56 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Diretrizes para visitação em unidades de conservação.** Brasília, DF: Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Diretoria de Áreas Protegidas, 2006. 61 p.

CORTÊZ, L.T. Relatório preliminar da comunidade da ornitofauna, às margens do rio Paraibuna, no PESM – Núcleo Santa Virgínia, Município de São Luiz do Paraitinga – SP, com finalidade da implantação do Rafting. In: RELATÓRIO GT avaliação ecológica do trecho 1 de rafting do rio Paraibuna, no P.E.S.M. – Núcleo Santa Virgínia, São Paulo. (Instituto Florestal, Portaria Diretoria Geral de 12/11/2008).

DE GROOT, R.S. **Functions of nature:** evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1992. 345 p.

FREIXÊDAS-VIEIRA, V.M.; PASSOLD, A.J.; MAGRO, T.C. Impactos do uso público: um guia de campo para utilização do método VIM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2., 2000, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Rede Nacional Pró-Unidade de Conservação: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2000. p. 296-305.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 28, n. 2, p. 135-141, 2006.

KATAOKA, S.Y. **Indicadores da qualidade da experiência do visitante no Parque Estadual da Ilha Anchieta.** 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KINKER, S. **Ecoturismo e conservação da natureza em parques nacionais.** Campinas: Papirus, 2002. 224 p.

MAGRO, T.C.; BARROS, M.I.A. Understanding use and users at Itatiaia National Park, Brazil. In: BUCKLEY, R. (Ed.). **Environmental impacts of ecotourism.** Wallingford: CAB International, 2004. p. 361-376.

_____.; GRANJA, C.M.; MENDES, F.B. Características do usuário do Parque Estadual da Ilha Anchieta – subsídios para o plano interpretativo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 766-778. (**Silvicultura**, n. 42, 1990).

MENDES, F.R. Diagnóstico mastofauna. In: RELATÓRIO do GT de avaliação ecológica do trecho 1 de rafting do rio Paraibuna, no P.E.S.M. – Núcleo Santa Virgínia, São Paulo. 2009. 5 p.

PERRENOUD, M.A. et al. Programa de Uso Público do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia – características e perfil dos visitantes.

MIKHAILOVA, I.; BARBOSA, F.A.R. Estimativa preliminar do valor de recursos ambientais do Parque Estadual do Rio Doce: uma aplicação dos métodos “Disposição a pagar”. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. p. 11-16.

ORTIZ, R.A. Economia dos recursos naturais. In: MAY, P.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Campus, 2003. p. 81-99.

PAIVA, A.C.; FRANÇA, T.L. Trilhas interpretativas – reconhecendo os elos com a educação física. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, v. 28, n. 3, p. 109-124, 2007.

ROBIM, M.J. **Análise das características do uso recreativo do Parque Estadual da Ilha Anchieta:** uma contribuição ao manejo. 1999. 161 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Parque Estadual da Serra do Mar – Plano de Manejo.** São Paulo, 2006. 441 p.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução nº 59, de 27/08/2008. Regulamenta os Procedimentos administrativos de gestão e fiscalização do uso público nas Unidades de Conservação de Proteção Integral do Sistema Estadual de Florestas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, v. 118, n. 161, 28 ago. 2008. Seção I, p. 28.

SOUZA, F.M. et al. Relatório trecho 1 do rafting do rio Paraibuna – diagnóstico vegetação. In: RELATÓRIO GT avaliação ecológica do trecho 1 de rafting do rio Paraibuna, no P.E.S.M. – Núcleo Santa Virgínia, São Paulo. 2009. 24 p.

TABANEZ, M.F. et al. Avaliação de trilhas interpretativas para educação ambiental. In: PÁDUA, S.M.; TABANEZ, M.F. (Org.). **Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil.** Brasília, DF: Ipê, 1997. p. 89-102.

TAKAHASHI, L.Y. **Caracterização dos visitantes, suas preferências e percepções e avaliação dos impactos da visitação pública em unidades de conservação do Estado do Paraná.** 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

VASCONCELOS, J.M.O. **Educação e interpretação ambiental em unidades de conservação.** Curitiba: UFPR: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2006. 86 p. (Cadernos de Conservação, ano 3, n. 4).

VILLANI, J.P. et al. Caminos para la implementación del rafting en una unidad de conservación del bioma mata atlántica, São Paulo, Brasil. In: CONVENCION DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO, 7., 2009, Havana; CONGRESO DE ÁREAS PROTEGIDAS, 6., 2009, Havana. **Anais...** Havana: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba, 2009. p. 191-203.

WALLACE, G.N. Administração do visitante: lições do Parque Nacional de Galápagos. In: LINDBERG, K.; HAWKINS, D.E. (Ed.). **Ecoturismo: um guia para planejamento e gestão.** São Paulo: SENAC São Paulo, 1995. 292 p.

Anexo 1. Questionário.

Annex 1. Questionnaire.

Data: ___/___/_____ Hora: _____ Entrevistador: _____

1. Idade _____ Sexo (1) masc. (2) fem.

2. Profissão: _____

3. Grau de instrução: () Fundamental (ginasial) () Médio (colegial) () Superior incompleto
() Superior completo () Pós-graduação4. Renda familiar: () até R\$ 450,00 () de R\$ 451,00 até R\$ 900,00 () de R\$ 901,00 até R\$ 1.350,00
() de R\$ 1.351,00 até R\$ 2.250,00 () de R\$ 2.251,00 até R\$ 4.500,00 () de R\$ 4.501,00 até R\$ 9.000,00
() acima de R\$ 9.000,00

5. De qual cidade você partiu? _____ Quantos km até PESM? _____

6. Qual o tipo de transporte você utilizou para chegar até o Parque?

() ônibus de turismo () ônibus de viação () veículo particular () outro

7. Qual foi seu gasto na viagem, até chegar aqui (combustível/pedágio/passagem)?

a) () até R\$ 225,00 b) () de R\$ 226,00 até R\$ 450,00 c) () de R\$ 451,00 até R\$ 900,00
d) () de R\$ 901,00 até R\$ 1.350,00 e) () mais de R\$ 1.350,00*() valores individuais () duas pessoas () três pessoas () quatro pessoas () cinco pessoas
() outros _____

8. Quanto tempo você irá permanecer na região?

() 1 dia () 2 dias () 3 dias () 4 dias () 5 dias () mais de 5 dias

9. Você está hospedado em:

() não está hospedado

() hotel () pousada () *camping* () casa de amigos () casa própria

() outros _____

PERRENOUD, M.A. et al. Programa de Uso Público do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia – características e perfil dos visitantes.

10. Qual a sua estimativa de custos totais com esta viagem? (Translado/alimentação/revisão mecânica/hospedagem, compra de artesanato local, etc.).

a) até R\$ 225,00 b) de R\$ 226,00 até R\$ 450,00 c) de R\$ 451,00 até R\$ 900,00
d) de R\$ 901,00 até R\$ 1.350,00 e) mais de R\$ 1.350,00

* valores individuais duas pessoas três pessoas quatro pessoas cinco pessoas
 outros _____

11. Existe outra área de preservação mais próxima de sua cidade além do PESM Sta. Virgínia? Sim Não
 Desconhece. Se sim, qual o nome? _____

12. O principal motivo de sua viagem é a visita ao PESM Santa Virgínia?

sim
 não – qual o motivo? _____

13. Quais outros lugares você visitou durante esta viagem?

Nenhum outro lugar Cachoeira do Tacujo
 Centro histórico de São Luiz Refúgio das 7 cachoeiras
 Casa de Oswaldo Cruz Outros locais _____
 Fazendas antigas da região

14. Quantas vezes por ano você costuma visitar o PESM Santa Virgínia?

1ª vez 1 vez 2 vezes 3 vezes 4 vezes 5 vezes mais de 5 vezes

15. Que tipo de atividades você desenvolveu durante a sua visita no PESM Santa Virgínia?

trilhas monitoradas rafting contemplação da natureza outros

16. Que outras atividades você gostaria de praticar dentro do Parque?

17. Na sua opinião, para que serve o PESM Santa Virgínia?

a) turismo/recreação e) atividades culturais
 b) preservar a biodiversidade f) atividades de educação ambiental
 c) fornecer água g) agricultura e pecuária
 d) pesquisa h) extração de madeira

18. Na sua opinião por que é importante conservar a Mata Atlântica?

19. Você concorda com a implantação de uma taxa de cobrança para ingressar no Parque?

sim. Por que? _____
 não. Por que? _____

20. Quanto você pagaria pela entrada no Parque?

R\$ _____

21. Da sua visita ao Parque:

O que mais gostou:

O que menos gostou:

**IMPACTOS DE ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS SILVESTRES
NO TRECHO DA RODOVIA SP-215 CONFRONTANTE AO
PARQUE ESTADUAL DE PORTO FERREIRA – PORTO FERREIRA, SP (NOTA CIENTÍFICA)¹**

**IMPACTS ROADKILLS MORTALITY OF WILD ANIMALS IN THE AREA OF SP-215 HIGHWAY
ALONGSIDE PORTO FERREIRA STATE PARK – PORTO FERREIRA, SP (SCIENTIFIC NOTE)**

Sonia Aparecida de SOUZA^{2,3}; André Luis Teixeira De LUCCA²;
Ernesto Pedro DICKFELDT²; Paulo Roberto de OLIVEIRA²

RESUMO – No presente trabalho foi realizado o monitoramento dos atropelamentos de animais silvestres na rodovia SP-215 no trecho confrontante ao Parque Estadual de Porto Ferreira. Em seis anos foram registrados 72 indivíduos, sendo 17 espécies de mamíferos, 10 de aves, quatro de répteis, uma de anfíbio e três indivíduos não identificados. Dentre esses, lobo-guará *Chrysocyon brachyurus*, jaguatirica *Leopardus pardalis* e cuíca-lanosa *Caluromys lanatus* se encontram na lista das espécies ameaçadas de extinção do Estado de São Paulo. A partir do conhecimento das espécies atingidas, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos e propostas de implantação de medidas mitigadoras à presença da rodovia SP-215 para a conservação da fauna.

Palavras-chave: monitoramento; fauna; mamíferos; aves; unidade de conservação; medidas mitigadoras.

ABSTRACT – This paper presents the data collected through the monitoring of roadkills on SP-215 highway in the area alongside Porto Ferreira State Park. During six years, 72 roadkills were recorded, including 17 species of mammals, 10 of birds, five of reptiles, one of amphibians and three unidentified individuals. Among those species, maned wolf *Chrysocyon brachyurus*, ocelot *Leopardus pardalis*, and Western woolly opossum *Caluromys lanatus* are included in the threatened species list of the state of São Paulo. After finding out which species are affected, it is necessary to develop studies and proposals for implementing effective mitigation measures for the presence of SP-215 highway in the area in order to preserve the local fauna.

Keywords: monitoring; fauna; mammals; birds; unit of conservation; mitigation measures.

1 INTRODUÇÃO

As unidades de conservação e os pequenos fragmentos florestais localizados em áreas particulares estão entre os últimos refúgios para diversas espécies da fauna, principalmente as ameaçadas de extinção, e representam a condição básica para a conservação e perpetuação da diversidade biológica.

No interior do Estado de São Paulo essas áreas se encontram localizadas em paisagens totalmente modificadas pela ação antrópica e

sofrem ameaças pelo uso e ocupação do solo no entorno, que se caracteriza principalmente pelo cultivo de laranja, cana-de-açúcar e silvicultura.

Nesse contexto, se insere o Parque Estadual de Porto Ferreira – PEPF com amostras representativas da vegetação de Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual e Mata Ciliar que são habitats naturais de diversas espécies da fauna silvestre.

Outro fator importante para o processo de fragmentação das áreas florestais é a expansão da malha rodoviária que vem causando impactos à paisagem e à conservação da fauna.

¹Recebido para análise em 10.02.10. Aceito para publicação em 21.05.10. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

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

³Autor para correspondência: Sonia Aparecida de Souza – soniasouza@if.sp.gov.br

Estudos sobre os impactos das rodovias na conservação da fauna silvestre têm sido realizados em vários países, e mais recentemente em algumas regiões do Brasil e do Estado de São Paulo (Fischer, 1997; Faria e Moreni, 2000; Cândido Jr. et al., 2002; Rodrigues, 2002; Mantovani et al., 2004; Prada, 2004; Bagatini, 2006; Melo e Santos-Filho, 2007). Esses estudos apresentam dados sobre os atropelamentos de diversos grupos nas rodovias e entorno de unidades de conservação, e as medidas mitigadoras necessárias à redução deste impacto.

Segundo Fischer (1997) e Rodrigues (2002), as estradas representam um grande risco para os carnívoros, que necessitam de vasta área de vida e ainda possuem baixas taxas reprodutivas e baixa densidade.

Estudos de Mantovani (2001), Mantovani et al. (2004) e Prada (2004) indicam a vulnerabilidade dos carnívoros à presença das rodovias na região nordeste do Estado de São Paulo, onde se encontram unidades de conservação como a Estação Ecológica de Jataí e o Parque Estadual de Vassununga.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo monitorar o atropelamento de animais silvestres na rodovia SP-215 para subsidiar propostas de manejo e mitigação deste impacto para a conservação da fauna do Parque Estadual de Porto Ferreira.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O Parque Estadual de Porto Ferreira localiza-se no município de Porto Ferreira, entre as coordenadas geográficas 21°49'S e 47°25'W, com área de 611,55 hectares. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, mesotérmico de inverno seco (abril a setembro),

com temperaturas inferiores a 18 °C no inverno e superiores a 22 °C no verão (Tabanez et al., 2003).

A vegetação de Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual e Mata Ciliar com 10 fitofisionomias distintas oferece grande diversidade de habitat para a fauna, representada por 39 espécies de mamíferos não voadores, 186 espécies de aves, 13 espécies de serpentes, 16 espécies de anfíbios, cinco espécies de lagartos e 21 espécies de peixes (Tabanez et al., 2003).

O parque faz limite ao norte com a SP-215, rodovia Vicente Botta e propriedades rurais; ao sul, com o rio Mogi Guaçu e área urbana; a oeste, com o córrego da Água Parada e zona urbana, e a leste, com o ribeirão dos Patos e propriedade rural (Tabanez et al., 2003). Dista cerca de 10 km da rodovia Anhanguera, que transpõe o rio Mogi Guaçu.

A rodovia SP-215 possui extensão de 93,1 km, com início no município de Casa Branca, SP, e término em São Carlos, SP. No zoneamento do PEPF, essa rodovia foi definida como “área estratégica externa” e localiza-se na zona de amortecimento, sendo uma área de influência direta sobre a unidade. É uma estrada de rodagem de pista única e sentido duplo asfaltada, retilínea, margeando a região norte da unidade do km 88 + 850 m ao km 93 + 300 m, com circulação de aproximadamente 3.650 veículos em um período de 24 horas (Tabanez et al., 2003). A velocidade permitida é de 100 km/h para veículos, utilitários e motos, e 80 km/h para ônibus e caminhões. O presente estudo foi realizado no trecho confrontante ao parque em uma extensão de 4,45 km. A vegetação nesse limite do parque apresenta fitofisionomias de Cerrado de porte arbóreo médio e aberto, Cerrado de porte arbóreo médio e denso, Cerradão de porte arbóreo alto e denso, e Mata de porte arbóreo alto com jequitibás (Tabanez et al., 2003).

A Figura 1 apresenta a fotografia aérea do Parque, limites e o local do estudo – rodovia SP-215 no trecho confrontante ao PEPF.

SOUZA, S.A. de et al. Impactos de atropelamentos de animais silvestres no trecho da rodovia SP-215 confrontante ao Parque Estadual de Porto Ferreira – Porto Ferreira, SP (Nota Científica).

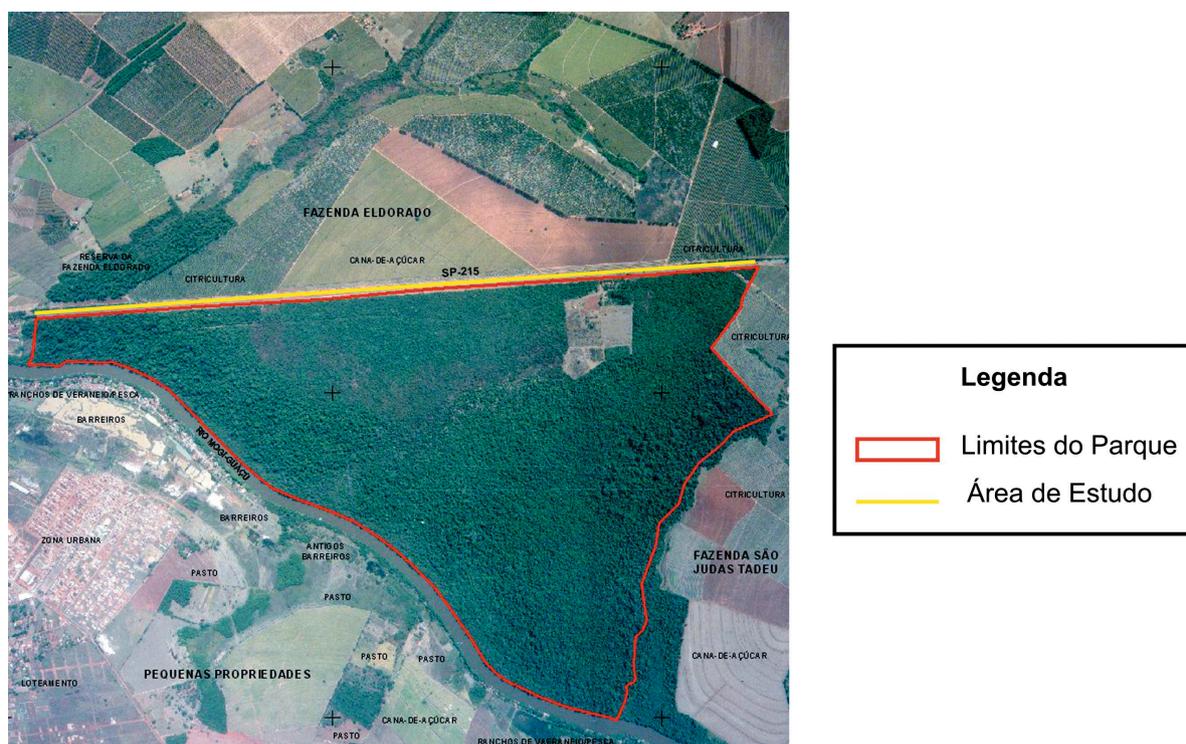


Figura 1. Fotografia aérea do PEPF, limites e área de estudo. Fonte: Tabanez et al. (2003).

Figure 1. Aerial photograph of Porto Ferreira State Park, its limits and the study area. Source: Tabanez et al. (2003).

2.2 Coleta de Dados

Os dados foram coletados no período de agosto de 2003 a julho de 2009 a partir de observações diárias, pelos funcionários, durante a semana, principalmente no período da manhã quando do deslocamento através da rodovia até o parque; observações diárias e também em finais de semana pelos vigilantes terceirizados que utilizam a faixa de aceiro paralela à rodovia para fiscalização, e ainda através da comunicação da concessionária e dos usuários da rodovia.

Após observação ou comunicação de atropelamento, os técnicos do parque se dirigiam ao local para realizar a identificação do quilômetro e o registro fotográfico do ocorrido. Os indivíduos foram identificados por meio de material bibliográfico

ilustrado de Eisenberg e Redford (1999), Höfling e Camargo (1999), Reis et al. (2006), Souza (2004) e ainda Tabanez et al. (2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em seis anos, foram registrados 72 atropelamentos de animais silvestres no trecho da rodovia SP-215 confrontante ao PEPF, sendo 17 espécies de mamíferos (60%), 10 de aves (23%), quatro de répteis (12%), uma de anfíbio (1%) e três indivíduos indeterminados (4%), conforme apresenta a Tabela 1.

A Figura 2 e a Figura 3 exemplificam animais atropelados no km 92 e no km 89 da rodovia SP-215: um lobo-guará e um veado, respectivamente.

SOUZA, S.A. de et al. Impactos de atropelamentos de animais silvestres no trecho da rodovia SP-215 confrontante ao Parque Estadual de Porto Ferreira – Porto Ferreira, SP (Nota Científica).

Tabela 1. Espécies atropeladas na SP-215 confrontante ao Parque Estadual de Porto Ferreira – agosto/2003 a julho/2009. NI = Número de indivíduos.

Table 1. Species that were runned over in the area of SP-125 highway alongside Porto Ferreira State Park – from August 2003 to July 2009. NI = Number of individuals.

Taxon	Nome científico	Nome popular	NI	Km	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mamíferos											
Ordem Artiodactyla											
Familia Cervidae	<i>Mazama gouazoubira</i>	veado-catingueiro	4	89, 92				x	x	x	
Ordem Carnivora											
Familia Canidae	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	2	91, 92	x	x					
	<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	5	92, 93		x		x	x		x
Familia Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	jagatirica	1	93						x	
	<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco	1	91				x			
Familia Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	1	93					x		
	<i>Nasua nasua</i>	quati	3	91, 93	x	x		x			
Ordem Lagomorpha											
Familia Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapeti	1	93					x		
	<i>Lepus europaeus</i>	lebre	5	89, 93		x	x	x		x	
Ordem Didelphimorphia											
Familia Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	5	90, 91, 92, 93			x	x	x		x
	<i>Caluromys lanatus</i>	cuica-lanosa	1	90	x						
Ordem Primates											
Familia Cebidae	<i>Cebus sp.</i>	macaco-prego	4	88, 89, 92		x	x				x
Ordem Rodentia											
Familia Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i>	ouríço-caxeiro	2	90, 93		x				x	
Familia Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	2	92, 93					x	x	
Ordem Xenarthra											
Familia Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	tatu-galinha	4	90		x	x				
	<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	1	89						x	
Familia Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	1	91							x
Indeterminado		indeterminado	3	93				x	x		x
Aves											
Ordem Columbiformes											
Familia Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i>	pombão	1	90							x
Ordem Falconiformes											
Familia Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	1	91	x						
Familia Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	gavião-caracará	2	91, 92	x	x					
	<i>Falco sparverius</i>	gavião-quiriquiri	2	89, 92		x					
Ordem Gruiformes											
Familia Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	2	91, 92			x	x			
Ordem Passeriformes											
Familia Corvidae	<i>Cyanocorax sp.</i>	gralha	2	89, 91					x		
Familia Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	1	89		x					
Ordem Strigiformes											
Familia Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	coruja-de-orelha	2	89, 93				x		x	
	<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	2	90, 93			x			x	
Familia Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	coruja-suindara	1	90							x
Répteis											
Ordem Squamata											
Familia Teiidae	<i>Tapinambis merianae</i>	lagarto-teiú	5	89, 90, 91, 92	x	x	x	x	x		
Familia Boidae	<i>Boa constrictor</i>	jibóia	1	93		x					
Familia Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>	caninana	2	91, 92	x						
Familia Viperidae	<i>Caudisona durissa</i>	cascavel	1	92		x					
Anfíbios											
Ordem Anura											
Familia Bufonidae	<i>Rhinella sp.</i>	sapo	1	93		x					

SOUZA, S.A. de et al. Impactos de atropelamentos de animais silvestres no trecho da rodovia SP-215 confrontante ao Parque Estadual de Porto Ferreira – Porto Ferreira, SP (Nota Científica).



Figura 2. Lobo-guará atropelado no km 92 da rodovia SP-215 confrontante ao PEPF.

Figure 2. Maned wolf roadkilled at km 92 of SP-215 highway, alongside Porto Ferreira State Park.



Figura 3. Veado atropelado no km 89 da rodovia SP-215 confrontante ao PEPF.

Figure 3. Deer that was run over at km 89 of SP-215 highway, alongside Porto Ferreira State Park.

Do total das espécies atropeladas informadas neste estudo, 11 espécies de mamíferos, cinco de aves e três de répteis foram registradas também por Prada (2004) no entorno da Estação Ecológica de Jataí (SP), que dista cerca de 50 km de Porto Ferreira. Esse dado pode estar relacionado à vulnerabilidade dessas espécies à presença de rodovias, e ainda aos impactos destas à fauna das unidades de conservação localizadas na região.

A maioria dos atropelamentos ocorreu entre os quilômetros 90 e 93. Esse resultado pode estar relacionado à proximidade do trecho ao córrego da Água Parada, com um pequeno fragmento florestal do outro lado da rodovia, bem como à declividade e à presença de neblina no inverno e em períodos de chuva. Prada (2004) registrou também maior número de atropelamentos nas proximidades de cursos d'água.

Fatores como necessidade de migração para reprodução e forrageio devem ser considerados em relação à área do parque.

Os atropelamentos se distribuíram ao longo dos meses, conforme ilustra a Figura 4. A maioria dos acidentes ocorreu nos meses de inverno, e tal evento pode estar relacionado à procura de alimento nas propriedades rurais localizadas do outro lado da rodovia, no trecho confrontante ao parque, durante os períodos de seca, quando é reduzida a oferta no interior do parque.

Registrou-se, também, um atropelamento no km 92 + 500 m de um exemplar de capivara *Hydrochoerus hydrochoeris* no dia 17 de junho de 2008. O condutor, depois de atingir o animal, bateu o veículo contra uma árvore e faleceu no local. Esse dado indica que o impacto da rodovia ameaça não só os animais silvestres de grande porte, mas também a vida de seres humanos.

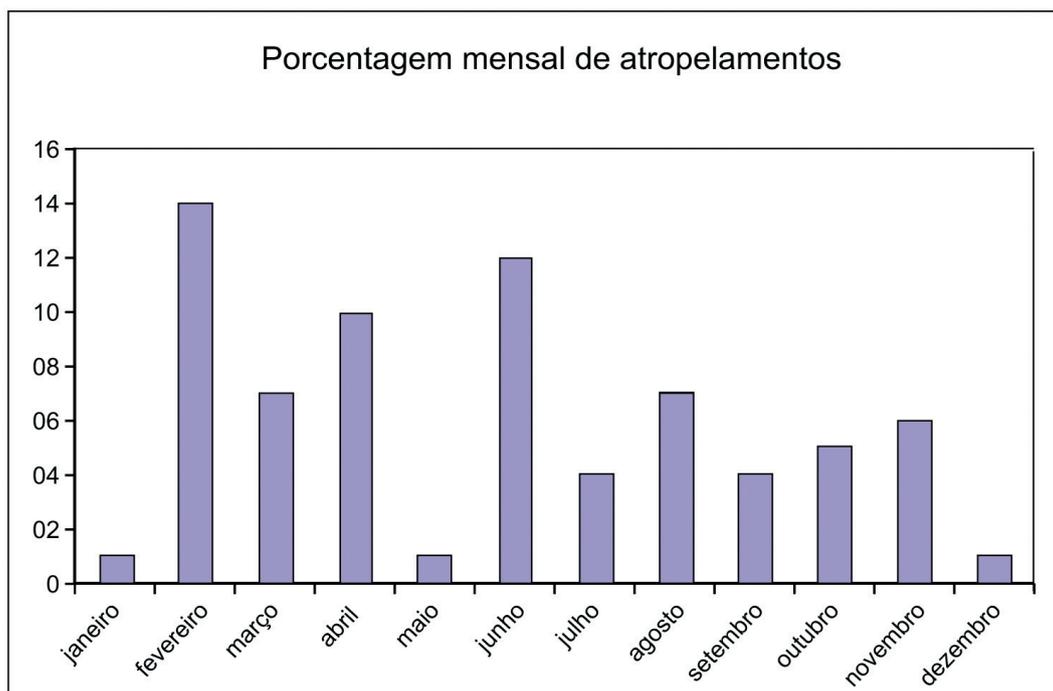


Figura 4. Porcentagem mensal de atropelamentos de animais silvestres no trecho da rodovia SP-215 confrontante ao PEPF.
Figure 4. Monthly percentage of wild animals runned over in the area of SP-215 highway alongside Porto Ferreira State Park.

O grupo dos mamíferos apresentou maior número de atropelamentos. Dados semelhantes foram levantados também por Fischer (1997) na região do Pantanal Mato-Grossense, Faria e Moreni (2000) no Parque Estadual do Morro do Diabo (SP), Cândido Jr. et al. (2002) na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu (PR), Mantovani et al. (2004) na área de entorno da Estação Ecológica de Jataí (SP) e Melo e Santos-Filho (2007) na Província Serrana de Cáceres (MT).

O grupo das aves, neste estudo, foi o segundo mais atingido, sendo que nos estudos de Prada (2004) e Bagatini (2006) foi o primeiro.

Inferimos que os dados relacionados aos anfíbios e répteis podem não expressar o número real de atropelamentos, uma vez que suas carcaças fazem parte da dieta de gaviões e urubus que possuem área de vida às margens das rodovias, e ainda devido à deterioração das carcaças pela passagem de caminhões.

As espécies com maior número de atropelamentos foram: cachorro-do-mato *Cerdocyon thous*, gambá-de-orelha-branca *Didelphis albiventris*, lebre-europeia *Lepus europaeus*, lagarto-teiú *Tupinambis merianae* com cinco indivíduos atropelados, macaco-prego *Cebus* sp., tatu-galinha *Dasypus novemcinctus* e veado-catingueiro *Mazama gouazoubira* com quatro.

Do grupo dos mamíferos, a ordem carnívora foi a mais atingida, corroborando com os estudos de Fischer (1997), Rodrigues (2002), Prada (2004) e Bagatini (2006). Esse dado está relacionado à grande movimentação e à necessidade de grande área de vida dos animais desse grupo.

Didelphis albiventris é uma espécie apontada também com grande número de registros de atropelamentos nos estudos de Mantovani (2001), Cândido Jr. et al. (2002) e Prada (2004), e segundo a última autora, esta é uma espécie oportunista, com hábito tolerante ao meio antrópico.

O número de indivíduos atropelados de lebre-europeia *Lepus europaeus* pode indicar sua abundância e merece atenção, uma vez que é uma espécie exótica e oportunista e, segundo Noss (2001) apud Prada (2004), sua proliferação é um impacto causado pelas rodovias.

Os atropelamentos de veado catingueiro *Mazama gouazoubira* e lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* são preocupantes, uma vez que a área de vida destas espécies, o Cerrado, é paralela à rodovia.

A classe das aves foi a segunda mais atingida, e, segundo Clevenger et al. (2003), o voo e o forrageio nas estradas são fatores que influenciam a vulnerabilidade desta classe a atropelamentos. As ordens mais atingidas foram Falconiformes e Strigiformes e este resultado pode estar relacionado à dieta das espécies, que inclui insetos e carne fresca, principalmente em períodos de roçada da faixa de servidão da rodovia, e ao fato de a maioria das espécies que ocorrem no PEPF ser típica do ambiente de floresta, que tem sua maior porção no interior da unidade e limite com o rio Mogi Guaçu na porção sul. Essas ordens também se destacaram nos estudos de Fischer (1997) e Prada (2004).

O menor número de atropelamentos de répteis e anfíbios pode estar associado à movimentação lenta das espécies dos grupos em relação aos mamíferos e aves, à deterioração rápida da carcaça com o fluxo de veículos e caminhões, e ao ambiente seco da área de estudo.

Do grupo dos répteis, o lagarto-teiú *Tupinambis merianae* foi a espécie mais atingida neste estudo e no estudo de Melo e Santos-Filho (2007) e a segunda mais atingida no estudo de Prada (2004). Esse resultado pode estar relacionado ao hábito onívoro de alimentação da espécie, consumo de grãos que caem dos caminhões nas rodovias e ainda a procura pelo calor do asfalto para regulação térmica.

Dentre as espécies atropeladas registradas neste estudo, lobo-guará *Chrysocyon brachyurus*, jaguatirica *Leopardus pardalis* e cuíca-lanosa *Caluromys lanatus* se encontram na lista das espécies ameaçadas de extinção (São Paulo, 2008). As duas primeiras também foram identificadas nos estudos de Mantovani (2004) e Prada (2004), o que indica sua vulnerabilidade aos atropelamentos na região.

No que se refere à perda populacional de mamíferos, os atropelamentos são impactos representativos devido à área do PEPF e antropização de seu entorno, que revela a perda de habitats, principalmente para animais de topo de cadeia, que são vulneráveis à fragmentação e ao estabelecimento de barreiras à dispersão de fluxo gênico.

De maneira geral, o número de animais atropelados na rodovia SP-215 é baixo, quando comparado com números obtidos em outros trabalhos realizados em áreas de entorno das unidades de conservação, e em mais de uma rodovia. Neste estudo foram registrados apenas os atropelamentos no trecho confrontante ao Parque e este fato pode ter influenciado os resultados.

Na busca de alternativas de gestão dos impactos dos atropelamentos, contatou-se por duas vezes a INTERVIAS – Concessionária de Rodovias do Interior Paulista. Em 2007, foi realizada uma reunião com entrega de carta que solicitava implantação de comunicação visual sobre a presença de animais silvestres na rodovia, redução de velocidade no trecho confrontante ao parque, campanhas informativas e educativas em praças de pedágio da região, financiamento do projeto “Fauna atropelada do Parque Estadual de Porto Ferreira: avaliação dos impactos e proposição de estratégias de mitigação”, e alternativa para armazenamento de alguns exemplares interessantes para a pesquisa e para a educação ambiental.

A concessionária respondeu à carta em dezembro de 2007, informando que seria atendido o item comunicação visual através da implantação de quatro placas de advertência do tipo **A-36 animais silvestres**, e a doação de um freezer horizontal para o armazenamento dos indivíduos atropelados.

Após as providências de sinalização, o número de atropelamentos reduziu em apenas dois indivíduos/ano na área de estudo, o que indica a necessidade de outras medidas mitigadoras.

Em relação à redução de velocidade, a concessionária informou que não seria possível adotar esta medida e que o limite vigente já estava adequado ao tipo de rodovia. Os estudos de Prada (2004) e de Melo e Santos-Filho (2007) indicam essa medida como uma das mais importantes para redução de atropelamentos de animais silvestres em rodovias.

Quanto ao financiamento do projeto específico, foi justificado que não havia recursos disponíveis para tal. As campanhas informativas e educativas previstas para 2008 nas praças de pedágio também não foram realizadas.

Alguns exemplares de animais atropelados que apresentavam bom estado de conservação, após o registro de boletim de ocorrência, foram taxidermizados e anexados ao acervo do Centro de Visitantes do PEPF para as atividades de educação e interpretação ambiental; os demais foram enterrados.

4 CONCLUSÕES

A perda populacional por atropelamentos de animais de qualquer grupo, e principalmente dos mamíferos no trecho da rodovia SP-215 confrontante ao Parque, é preocupante, considerando-se o tamanho da área, a falta de corredores ecológicos, o seu isolamento e os limites com áreas conflitantes.

A partir do conhecimento das espécies atingidas, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos e propostas de implantação de medidas mitigadoras tais como túneis, alambrados, refletores, sonorizadores, redução da velocidade e outras conforme sugestão de especialistas para minimizar os impactos da presença da rodovia SP-215 no trecho confrontante ao Parque Estadual de Porto Ferreira, buscando a conservação da fauna silvestre local e regional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGATINI, T. **Evolução dos índices de atropelamentos de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras**. 2006. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- CÂNDIDO Jr., J.F. et al. Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos de biologia da conservação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 3., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Associação Caatinga, 2002. p. 553-562.

SOUZA, S.A. de et al. Impactos de atropelamentos de animais silvestres no trecho da rodovia SP-215 confrontante ao Parque Estadual de Porto Ferreira – Porto Ferreira, SP (Nota Científica).

CLEVENGER, A.P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K.E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna roadkill aggregations. **Biological Conservation**, v. 109, n. 1, p. 15-26, 2003.

EISENBERG, J.F.; REDFORD, K.H. **Mammals of the Neotropics: the Central Neotropics**. London: The University of Chicago Press, 1999. 609 p. (v. 3. Ecuador, Peru, Bolívia, Brasil).

FARIA, H.H.; MORENI, P.D.C. Estradas em unidades de conservação: impactos e gestão no Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2., 2000, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2000. v. 2, p. 761-769.

FISCHER, W.A. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres**: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal, MS. 1997. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Ecologia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

HÖFLING, E.; CAMARGO, H.F.A. **Aves no Campus da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira**. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 1999. 157 p.

MANTOVANI, J.E. **Telemetria convencional e via satélite na determinação da área de vida de três espécies de carnívoros da região nordeste do Estado de São Paulo**. 2001. 118 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

_____. et al. Atropelamento de animais na área de entorno da Estação Ecológica de Jataí, Município de Luiz Antonio – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 4., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Pró-Unidades de Conservação, 2004. v. 1, p. 326-334.

MELO, E.S.; SANTOS-FILHO, M. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 9, n. 2, p. 185-192, 2007.

PRADA, C.S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo**: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. 2004. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

REIS, N.R. et al. (Ed.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. 437 p.

RODRIGUES, F.H.G. et al. Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 3., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Associação Caatinga, 2002. p. 585-593.

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, sobreexploradas, ameaçadas de sobreexploração e com dados insuficientes para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. **Diário Oficial**, Poder Executivo, v. 118, n. 187, 3 out. 2008. Seção I, p. 2-10.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA – SBH. **Lista de anfíbios e répteis**. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/checklist_brasil.asp>. Acesso em: 18 abr. 2009.

SOUZA, D.G.S. **Todas as aves do Brasil**: guia de campo para identificação. Feira de Santana: Dall, 2004. 350 p.

TABANEZ, M.F. et al. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Porto Ferreira**. Porto Ferreira: O₂ Estúdio Web, 2003. 1 CD-Rom.

**DESEMPENHO DE *Vochysia tucanorum* Mart. EM PLANTIO PURO
EM REGIÃO DE CERRADO, ASSIS – SP (NOTA CIENTÍFICA)¹**

**PERFORMANCE OF *Vochysia tucanorum* Mart. IN HOMOGENEOUS PLANTING
IN CERRADO REGION, ASSIS – SP (SCIENTIFIC NOTE)**

Camila DARONCO²; Antônio Carlos Galvão de MELO³;
Diego SANTIAGO⁴

RESUMO – *Vochysia tucanorum* é espécie encontrada no Cerrado e em sua transição para a Floresta Estacional Semidecidual. Seu tronco, quando submetido a injúrias, exsuda goma que tem composição semelhante à goma arábica, usualmente importada da África e de alto valor econômico. O cultivo dessa espécie pode ser ferramenta importante para a conservação do Cerrado, entretanto, estudos voltados ao conhecimento do seu desempenho silvicultural são escassos. Este estudo, realizado no município de Assis, SP, teve como objetivo conhecer o desempenho de *V. tucanorum* em plantio puro. A área de estudo é composta por 360 plantas, plantadas em espaçamento de 3 m x 3 m. Altura e diâmetro das copas foram monitorados aos 12, 25 e 35 meses, e sobrevivência nos mesmos períodos e também aos seis meses. Durante o período de monitoramento, a altura média das árvores aumentou de $0,8 \pm 0,2$ m para $2,3 \pm 0,6$ m, e o diâmetro médio de copas de $0,6 \pm 0,2$ m para $1,5 \pm 0,4$ m. Aos 35 meses, entretanto, a cobertura de copas para o reflorestamento como um todo atingiu apenas 14,5% do terreno. A sobrevivência aumentou de 72,5% aos seis meses para 67,5% aos 35. Pode-se afirmar que a espécie possui ritmo de crescimento lento e que demanda operações de desrama.

Palavras-chave: Cerrado; espécies nativas; produtos não madeireiros; silvicultura.

ABSTRACT – *Vochysia tucanorum* is a tree species found in the Cerrado and in its transition to the Seasonal Semideciduous Forest. Its trunk, when injured, exudes a gum that has chemical composition similar to the arabic gum, of high economic value. Its planting can be an important tool for the conservation of the Cerrado; however, studies directed to the knowledge of its silvicultural performance are scarce. This study, carried out in Assis, SP, aimed to assess the performance of *V. tucanorum* in pure plantation. The study area is composed by 360 plants, planted in distance of 3 m x 3 m. Height and crown diameter were assessed at 12, 25 and 35 months and survival in the same time and at six months. During the period of study the trees height varied from 0.8 m to 2.3 m and crown diameter from 0.6 m to 1.5 m. At the 35th month, however, the crown cover reached only 14.5%. Survival ranged from 72.5% at the sixth month to 67.5% to the 35th. *V. tucanorum* has slow growth and that demands sprout thinning.

Keywords: Cerrado; native species; non timber products; silviculture.

¹Recebido para análise em 14.04.10. Aceito para publicação em 22.06.10. Disponibilizado *online* em 03.06.11.

²Rua Santa Cruz, 700, 13650-000 Santa Cruz das Palmeiras, SP, Brasil. camiladaronco@yahoo.com.br

³Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. acgmelo@gmail.com

⁴Rua Cabo Oswaldo de Moraes, 592, 13466-030 Americana, SP, Brasil. iago_s99@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A família Vochysiaceae compreende sete gêneros e aproximadamente 200 espécies, entre as quais *Vochysia tucanorum* Mart., árvore que ocorre no Cerrado e em sua transição para a Floresta Estacional Semidecidual (Almeida et al., 1998; Durigan et al., 2004a). As plantas dessa família são assimiladoras de alumínio e, portanto, adaptadas a solos que apresentam este elemento em excesso (Goodland e Ferri, 1979). Lorenzi (1992) afirma que *V. tucanorum*, também conhecida como cinzeiro e pau de tucano, é adaptada a solos arenosos e pobres (Lorenzi, 1992).

V. tucanorum pode apresentar-se com altura de até 12 m e tem madeira muito leve, adequada para poucos usos, tais como caixotaria, confecção de artefatos leves e lenha (Lorenzi, 1992). Utilizando a análise anatômica de sua madeira, Paula et al. (2000) constataram que a espécie não possui utilidade para produção de energia e celulose.

As condições adequadas para sua germinação, segundo Barbosa et al. (1999), são temperatura de 25-30 °C e preferencialmente sob presença de luz, podendo crescer também na falta desta. Sua florada ocorre de novembro a março (Lorenzi, 1992).

Outra importante característica desta espécie é a produção de goma exsudada de seu tronco que tem massa de cor variável, muitas vezes com a aparência seca e composição química semelhante à “goma arábica”, importada da África e que possui um alto valor agregado, sendo utilizada pelas indústrias na base para produtos como detergentes, papéis, tintas e alimentos (Rodrigues et al., 1993; Whistler, 1993; Wagner et al., 2007).

A exsudação da goma de *V. tucanorum* ocorre quando há traumatismos ocasionados por baixa umidade relativa do ar, ataque de insetos ou injúrias físicas e pode ser potencializada pela presença de fungos e outros microorganismos em seu tronco (Wagner et al., 2007). Não há, atualmente, registros sobre exploração econômica dessa goma que tratem de técnicas de extração, rendimento e crescimento das árvores.

Apesar de sua importância ecológica e de seu potencial para produção de produtos não madeireiros,

pouco se conhece sobre seu desempenho quando plantada, havendo apenas informações pouco específicas sobre o seu lento ritmo de crescimento (Lorenzi, 1992).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no município de Assis, SP, em região de domínio do Cerrado localizada na Floresta Estadual de Assis, sob as coordenadas 22°36'40”S e 50°24'30”W, a uma altitude de 550 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico álico típico, A moderado, textura média. O clima da região é do tipo Cwa (classificação de Köppen), com período chuvoso concentrado nos meses de verão, e o de seca, no inverno (Melo et al., 2004). A precipitação pluviométrica concentra-se nos meses de outubro a março, meses em que chove mais do que 100 mm e a média anual gira em torno de 1.450 mm (Max et al., 2007).

A área do estudo é composta por 22 linhas com 24 plantas cada uma (total de 528 plantas), sendo as bordaduras constituídas pelas duas linhas externas e pelas primeiras duas plantas de cada linha. Dessa forma, remanescem 360 plantas utilizadas para as medições, dispostas em 18 linhas de 20 plantas.

As mudas foram plantadas em espaçamento de 3 m x 3 m e, como operações de preparo, foram realizados a aplicação de herbicida glifosato em área total e coveamento manual. Aos oito meses foi realizada aplicação de glifosato na linha de plantio, e aos 12 meses realizada capina manual na coroa das mudas em raio de um metro.

Constatou-se que as árvores de *V. tucanorum* tendem a emitir múltiplos caules, e considerando que a extração da goma seja feita pelo caule, avaliou-se que não seria interessante que as árvores crescessem com muitos caules de pequeno diâmetro. Portanto, aos 18 meses foi realizada uma operação de corte de caules de menor diâmetro, de forma que as árvores mantivessem apenas um deles.

O monitoramento dos parâmetros relativos ao desenvolvimento das árvores foi realizado aos seis, 12, 25 e 35 meses após o plantio,

DARONCO, C.; MELO, A.C.G. de; SANTIAGO, D. Desempenho de *Vochysia tucanorum* Mart. em plantio puro em região de cerrado, Assis – SP (Nota Científica).

sendo que no primeiro período apenas a sobrevivência foi registrada. Nos demais períodos, além da sobrevivência, também foram coletados os dados de altura e diâmetro de copa das árvores, medidos com régua dendrométrica telescópica e trena, respectivamente. O diâmetro de copa foi obtido pela média entre o maior e o menor diâmetro de cada copa.

A área individual de copa foi calculada com base no diâmetro médio da copa, e a cobertura de copas foi estimada pela relação entre o

somatório das áreas de copas individuais e a área total do experimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, o desenvolvimento das árvores se mostrou lento (Tabela 1). Esse fato não destoia das constatações feitas em diversos trabalhos que avaliam o desempenho de espécies de Cerrado (Vilas Bôas e Durigan, 2004).

Tabela 1. Parâmetros dendrométricos e sobrevivência de *Vochysia tucanorum*, em reflorestamento puro na Floresta Estadual de Assis, Assis, SP (média \pm desvio-padrão).

Table 1. Dendrometric parameters and survival of *Vochysia tucanorum* in homogeneous reforestation in Assis State Forest, Assis, SP (mean \pm standard deviation).

	Seis meses	12 meses	25 meses	35 meses
Altura (m)	–	0,8 \pm 0,2	1,6 \pm 0,4	2,3 \pm 0,6
Diâmetro de copa (m)	–	0,6 \pm 0,2	0,7 \pm 0,5	1,5 \pm 0,4
Sobrevivência (%)	72,5	68,6	67,2	67,5
Cobertura de copa (%)	–	2,2	6,1	14,5

Em teste comparativo realizado também na Floresta Estadual de Assis, Melo et al. (2004) obtiveram valores semelhantes em altura no primeiro ano para outras duas espécies de Cerrado: *Terminalia glabrescens* Mart. com 0,77 m de altura, 0,75 de diâmetro de copa e 69,4% de sobrevivência e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. com 0,85 m de altura e 61,1% de sobrevivência. O mesmo estudo apresenta resultados superiores em altura, na mesma idade, para *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (1,26 m), *Inga laurina* (Sw.) Willd. (1,32 m), *Lafoensia pacari* A.St.-Hil. (1,03 m), *Plathymentia reticulata* Benth. (1,66 m) e *Tapirira guianensis* Aubl. (1,33 m).

Max et al. (2004), analisando seis espécies nativas em plantio misto de 2 m x 3 m em Paraguaçu Paulista, SP, encontraram para *P. dubium* altura de 0,86 m, próxima à encontrada para *V. tucanorum* com um ano de idade. Conforme resultados apresentados pelo mesmo autor, o desenvolvimento em altura de *V. tucanorum* aos dois anos pode ser comparado a *Trema micrantha* (L.) Blume, (1,67 m) e o diâmetro de copa a *Guazuma ulmifolia* Lam. (0,74 m). Aos três anos, a altura e o diâmetro de copa podem ser comparados aos encontrados para *Croton floribundus* Spreng. (2,19 m e 1,53 m, respectivamente).

Percebe-se que o diâmetro de copa médio não apresentou incremento do primeiro para o segundo ano na mesma proporção que a altura. Esse fato deve ser creditado ao corte de caules secundários realizado aos 18 meses.

A taxa de sobrevivência mostrou-se praticamente estabilizada a partir do primeiro ano. Esse fato chama a atenção para a necessidade de aprimorar as operações de manutenção que possam garantir taxas mais altas de sobrevivência, ainda no primeiro ano pós-plantio.

Valor aproximado de sobrevivência após um ano do plantio foi encontrado para *Terminalia glabrescens* Mart. (69,44%) em plantio puro (Melo et al., 2004) e para *Casearia sylvestris* Sw. (70%) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (70%) em reflorestamento heterogêneo (Silveira e Durigan, 2004).

Max et al. (2004) observaram taxa de sobrevivência acima de 90% para *C. floribundus*, *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera, *G. ulmifolia*, *P. dubium*, *T. micrantha* e *Vitex montevidens* Cham. até os 2 anos de idade, em plantio misto de espaçamento 2 m x 3 m.

O pequeno acréscimo em sobrevivência do 25º para o 35º mês deve ser creditado a rebrota de um indivíduo que foi considerado morto no primeiro período de avaliação.

Aos 12 meses, a cobertura de copa pode ser comparada aos resultados encontrados por Melo et al. (2004) para *Shinus terebinthifolius* Raddi (3,01%) e *P. dubium* (1,3%) em plantios puros.

A cobertura de copas, que totalizou apenas 14,53% aos 35 meses após o plantio, se assemelha ao resultado obtido por Durigan et al. (2004b) em plantio misto com *Acacia polyphylla* DC., *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, *Croton urucurana* Baill. e *T. micrantha*, três anos após o plantio (13,9%).

4 CONCLUSÕES

V. tucanorum apresenta baixo ritmo de crescimento, porém sua adaptação a solos pouco férteis, a possibilidade de aproveitamento econômico de sua goma e suas taxas medianas de sobrevivência em reflorestamento puro sugerem a conveniência de realização de mais pesquisas que otimizem seu potencial silvicultural.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à administração e funcionários da Floresta Estadual de Assis que muito colaboraram para instalação e condução do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S.P. et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

BARBOSA, A.R.; YAMAMOTO, K.; VALIO, I.F.M. Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart., Vochysiaceae, in cerrado and forest soil under different radiation levels. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 275-280, 1999.

DURIGAN, G. et al. **Plantas do Cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004a. 475 p.

_____. et al. Regeneração natural da vegetação de Cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004b. p. 349-362.

GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. São Paulo: EDUSP, 1979. 193 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992. v. 1, 352 p.

MAX, J.C.M.; MELO, A.C.G.; FARIA, H.H. Comportamento de seis espécies de dois grupos ecológicos plantadas em diferentes espaçamentos em reflorestamento ciliar. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 385-395.

_____. et al. Plano de Manejo da Floresta Estadual de Assis. **IF Sér. Reg.**, n. 30, p. 1-80, 2007.

DARONCO, C.; MELO, A.C.G. de; SANTIAGO, D. Desempenho de *Vochysia tucanorum* Mart. em plantio puro em região de cerrado, Assis – SP (Nota Científica).

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G.; KAWABATA, M. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em área de Cerrado, Assis – SP. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 315-324.

PAULA, J.E.; SILVA Jr., F.G.; SILVA, A.P.P. Caracterização anatômica de madeiras nativas de mata ciliares do centro-oeste brasileiro. **Scientia Forestalis**, n. 58, p. 73-89, 2000.

RODRIGUES, J.F.; PAULA, R.C.M.; COSTA, S.M.O. Métodos de isolamento de gomas naturais: comparação através da goma do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, n. 1, p. 31-36, 1993.

SILVEIRA, E.; 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. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 325-347.

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. 484 p.

WAGNER, R. et al. Structure of a glycoglucuronomannan from the gum exudates of *Vochysia tucanorum* (family Vochysiaceae). **Carbohydrate Polymers**, v. 69, p. 512-521, 2007.

WHISTLER, R.L. Introduction to industrial gums. In: WHISTLER, R.L.; MILLER, J.N. **Industrial gums**: polysaccharides and their derivatives. 3rd ed. London: Academic Press, 1993. p. 1-20.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Apresentação

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

Após a análise, o artigo será encaminhado ao(s) autor(es) para atendimento das sugestões apresentadas. Procedidas as modificações sugeridas, o(s) autor(es) deverá(ão) enviar duas vias impressas da versão final do artigo, bem como a versão digital.

As provas serão enviadas ao(s) autor(es) para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas no prazo indicado.

Os autores receberão um exemplar da revista na qual seu artigo foi publicado. Os artigos serão disponibilizados, na íntegra, na homepage do Instituto Florestal: <http://www.iflorestal.sp.gov.br>.

Normas para Encaminhamento e Apresentação dos Originais

Os originais devem ser encaminhados em quatro vias impressas – duas com e duas sem a identificação do(s) autor(es) – e em arquivo digital para o seguinte endereço:

Presidente da Comissão Editorial
Instituto Florestal
Rua do Horto, 931
02377-000 São Paulo – SP – Brasil

Devem apresentar as seguintes características: papel A4 (210 mm x 197 mm); margens superior, inferior, direita e esquerda de 25 mm; espaço duplo; fonte Times New Roman 11; texto justificado; páginas numeradas a partir da primeira página de texto, não ultrapassando 30 páginas (inclusive tabelas e figuras), para artigos científicos e de revisão e 10 páginas para notas científicas, sendo aceitas exceções, desde que aprovadas pela Comissão Editorial.

A página de rosto deve conter: título do manuscrito, nome por extenso do(s) autor(es), rodapé com os dados relativos à filiação institucional (instituição, rua, número, CEP, cidade, estado), bem como o endereço completo do(s) autor(es) para correspondência.

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

É necessário obedecer à seguinte padronização:

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

- **Resultados e Discussão:** a separação em dois itens é opcional. Se houver subdivisão deste item, utilizar caixa alta e baixa e negrito.
- **Conclusões:** as conclusões, se houver, devem estar neste item, claramente relacionadas com os objetivos e as hipóteses colocadas na Introdução. Se as conclusões forem poucas e dispensarem um item específico podem finalizar o item anterior.
- **Agradecimentos:** devem ser sucintos; nomes de pessoas e instituições devem ser escritos por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos. Créditos de financiamentos, bolsas e vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos podem ser incluídos.
- **Referências Bibliográficas:** devem ser apresentadas no final do texto, sem recuo, dispostas em ordem alfabética.
- **Notas de Rodapé:** devem ser evitadas ao máximo, podendo ser, excepcionalmente, aceitas. Utilizar fonte Arial 7.
- **Ilustrações:** são consideradas ilustrações as Figuras, Tabelas e Quadros. Deverão apresentar chamada no texto, sem abreviatura e com letra inicial em maiúscula. No texto, as ilustrações devem ser inseridas o mais próximo possível do local da citação. Os títulos, em **português e inglês**, devem ser autoexplicativos, sem negrito e com fonte Times New Roman 10.
 - **Tabelas e Quadros:** nas tabelas e quadros os títulos devem vir em posição superior a estes. A primeira linha do título não tem recuo, letra inicial maiúscula, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e um ponto (ex.: Tabela 1. Título.). Recomenda-se, sempre que possível, não utilizar linhas verticais separando as colunas. Quanto ao sombreamento das linhas de tabelas e quadros, utilizar tons de cinza quando extremamente necessário. As fontes consultadas para a construção das tabelas e outras notas devem ser colocadas após o traço inferior. Enviar as tabelas em arquivo Word.
 - **Figuras:** desenhos, mapas, esquemas, fichas, gráficos e fotografias são considerados como Figura. Nas figuras os títulos devem vir em posição inferior a estas. A primeira linha do título não tem recuo, letra inicial maiúscula, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e um ponto (ex.: Figura 1. Título.). As fotografias devem ser enviadas em arquivo digital, ser de boa qualidade e conter o crédito do(s) autor(es). As fotografias digitalizadas devem ter resolução mínima de 300 DPIs, formato máximo de 15 cm x 10 cm e, preferencialmente, arquivos de extensão JPEG. Não serão aceitas imagens escaneadas com baixa resolução. O tamanho máximo de mapas, esquemas, desenhos, fichas e gráficos deverá ser de 215 mm x 170 mm, incluindo o título e a fonte consultada (se houver).
- **Equações:** devem estar destacadas no texto para facilitar sua leitura. É permitido o uso de uma entrelinha maior que comporte seus elementos (expoentes, índices e outros). Quando fragmentadas em mais de uma linha, por falta de espaço, devem ser interrompidas antes do sinal de igualdade ou depois dos sinais de adição, subtração, multiplicação e divisão.
- **Siglas e Abreviaturas:** as siglas e abreviaturas devem ser apresentadas em caixa alta. Quando utilizadas pela primeira vez no texto, devem ser precedidas pelo seu significado por extenso, com travessão, ex.: Unidade de Conservação – UC. Siglas internacionais não devem ser traduzidas. Evitar o uso de siglas no Abstract.
- **Nomenclatura Científica:** deve ser abreviada somente quando aparecer mais de uma vez no mesmo parágrafo. Seguir as regras internacionais.
- **Números:** escrever por extenso os números de um até nove, exceto quando seguidos de unidade ou indicarem numeração de tabela ou figura, ex.: três indivíduos, 6,0 m, 2,0-2,5 µm. Para os números decimais utilizar vírgula nos artigos escritos em português ou espanhol, e ponto nos artigos escritos em inglês.
- **Unidades e Medidas:** deve-se utilizar o sistema métrico e o Sistema Internacional de Unidades – SI. Separar as unidades dos valores através de um espaço, exceto para porcentagem, graus, minutos e segundos das coordenadas geográficas. Utilizar abreviaturas sempre que possível e, para as unidades compostas, usar exponenciação e não barras. Ex.: mg.dia⁻¹ em vez de mg/dia⁻¹, µmol.min⁻¹ em vez de µmol/min⁻¹.

Normas para Citação no Texto

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Normas para Referências Bibliográficas

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

Exemplos:

- **Livro**

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

- **Capítulo ou Parte de Livro**

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

- **Dissertação/Tese**

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

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

- **Artigo de Periódico**

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

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

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

- **Legislação**

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

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

- **Mapa**

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

- **Documento Obtido por Via Eletrônica**

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



INSTITUTO
FLORESTAL

SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO