

Revista do

INSTITUTO FLORESTAL

v. 25 n. 2 dez. 2013

Revista do Instituto Florestal

GOVERNADOR DO ESTADO

Geraldo Alckmin

SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE

Bruno Covas

DIRETOR GERAL DO INSTITUTO FLORESTAL

Miguel Luiz Menezes Freitas



ISSN Online 2178-5031

Revista do

INSTITUTO FLORESTAL

v. 25 n. 2 p. 133 - 240 dez. 2013

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)	2011, 23(1-2)
1992, 4	2002, 14(1-2)	2012, 24(1-2)
1993, 5(1-2)	2003, 15(1-2)	2013, 25(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)	

Esta publicação é indexada no Academic Journal Database, AGRIS, Directory of Open Access Journal – DOAJ, Latindex, Open Access Library – OALib e Sumários de Revistas Brasileiras.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

Instituto Florestal
Rua do Horto, 931
Cep: 02377-000 – São Paulo – SP
Telefone/ Fax: (11) 2231-8555 – ramal: 2043
<http://www.iflorestal.sp.gov.br>
Email: publica@if.sp.gov.br

Publicada *online* em 30 de maio de 2014

Tiragem: 400 exemplares

CORPO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla – **EDITOR-CHEFE/EDITOR-IN-CHIEF**

Eduardo Luiz Longui – **EDITOR-ASSISTENTE/ASSISTANT EDITOR**

Maurício Ranzini – **EDITOR-ASSISTENTE/ASSISTANT EDITOR**

EDITORES/EDITORS

Adriano Wagner Ballarin <i>FCA – UNESP – Botucatu</i>	João Carlos Nucci <i>UFPR</i>
Alexsander Zamorano Antunes <i>Instituto Florestal</i>	Leni Meire Pereira Ribeiro Lima <i>Instituto Florestal</i>
Antonio da Silva <i>Instituto Florestal</i>	Leonardo Alves de Andrade <i>UFPB – Areia</i>
Antonio Ludovico Beraldo <i>FEAGRI – UNICAMP</i>	Lígia de Castro Ettori <i>Instituto Florestal</i>
Beatriz Schwantes Marimon <i>UNEMAT – Nova Xavantina</i>	Maria de Jesus Robim <i>Instituto Florestal</i>
Carla Daniela Câmara <i>UTFPR – Medianeira</i>	Marilda Rapp de Eston <i>Instituto Florestal</i>
Claudio de Moura <i>Instituto Florestal</i>	Miguel Angel Vales Garcia <i>Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba</i>
Daniela Fessel Bertani <i>Instituto Florestal</i>	Milton Cezar Ribeiro <i>IB – UNESP – Rio Claro</i>
Daysi Vilamajó Alberdi <i>Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba</i>	Paulo Eduardo Telles dos Santos <i>Embrapa Florestas</i>
Gláucia Cortez Ramos de Paula <i>Instituto Florestal</i>	Rosângela Simão Bianchini <i>Instituto de Botânica</i>
Humberto Gallo Júnior <i>Instituto Florestal</i>	Roseli Buzanelli Torres <i>Instituto Agronômico de Campinas</i>
Ingrid Koch <i>UFSCAR – Sorocaba</i>	Solange Terezinha de Lima-Guimarães <i>IGCE – UNESP – Rio Claro</i>
Israel Luiz de Lima <i>Instituto Florestal</i>	

CONSELHO EDITORIA/EDITORIAL COUNCIL

Alain Philippe Chautems – <i>Conservatoire et Jardin Botanique de la ville de Genève, Suíça</i>
Eduardo Salinas Chávez – <i>Universidad de la Habana, Cuba</i>
Fábio de Barros – <i>Instituto de Botânica</i>
Fátima Conceição Márquez Piña-Rodrigues – <i>UFSCAR – Sorocaba</i>
George John Shepherd – <i>IB-UNICAMP</i>
Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo – <i>Instituto de Botânica</i>
Miguel Trefaut Urbano Rodrigues – <i>IB-USP</i>
Robin Chazdon – <i>The University of Connecticut, EUA</i>
Sueli Angelo Furlan – <i>FFLCH-USP</i>
Walter de Paula Lima – <i>ESALQ-USP</i>

REVISÃO DO VERNÁCULO/LÍNGUA INGLESA
PORTUGUESE/ENGLISH REVIWER
Yara Cristina Marcondes

REVISÃO FINAL
FINAL REVIEW
Yara Cristina Marcondes

REVISÃO DE LÍNGUA ESPANHOLA
SPANISH REVIWERS
Ivan Suarez da Mota
Miguel Angel Vales Garcia

EDITORIAÇÃO GRÁFICA
GRAPHIC EDITING
Yara Cristina Marcondes

TRATAMENTO DE IMAGENS
IMAGE EDITING
Priscila Weingartner

CRIAÇÃO DA CAPA
COVER ART
Leni Meire Pereira Ribeiro Lima
Regiane Stella Guzzon

ANALISTAS/REFEREES

Alexsander Vicente Christianini
Universidade Federal de São Carlos
Campus Sorocaba

Bruna Gonçalves da Silva
Universidade Estadual de Campinas

Cláudio Henrique Soares Del Menezzi
Universidade de Brasília

Édson Possidônio Teixeira
Instituto Agrônomo de Campinas

Ezer Dias de Oliveira Jr.
Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito – FATEC

Isabele Sarzi Falchi
Instituto Florestal

Jorge Marcos de Moraes
CENA – Universidade de São Paulo

José Mauro Santana da Silva
Universidade Federal de São Carlos
Campus Sorocaba

Leonardo Dias Meireles
EACH – Universidade de São Paulo

Manuel Enrique Gamero Guandique
Universidade Federal de São Carlos
Campus Sorocaba

Márcio Rossi
Instituto Florestal

Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo

Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo

Marilda Rapp de Eston
Instituto Florestal

Matheus Gonçalves dos Reis
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Universidade Federal de São Carlos

Pedro José Ferreira Filho
Universidade Federal de São Carlos
Campus Sorocaba

Ugo Leandro Belini
Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO/CONTENTS

ARTIGOS CIENTÍFICOS/SCIENTIFIC ARTICLES

- Efeito do método de preparo do solo na produtividade de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em Neossolo Quartzarênico e Latossolo. Effect of soil preparation method in productivity of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* in Quartzarenic Neosol and Red Oxisol. Rodrigo Eiji HAKAMADA; Cristiane LEMOS; Renato Meulman SILVA; Clóvis WANDERLEY 139-149
- Níveis de sombreamento para produção de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). Shade levels for taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) seedlings production. Alessandra Cunha da CONCEIÇÃO; Moacyr Bernardino DIAS-FILHO 151-161
- Distribuição e frequência de aves aquáticas em habitats de lagos de um parque urbano em São Paulo, SP. Distribution and frequency of waterfowl in habitats of lakes of an urban park in São Paulo, SP. Renato Ferreira LEMOS; Vanessa SIMEI-MARTINS; Arlaine dos Santos FRANCISCO 163-177
- Mapeamento de áreas de inundação na sub-bacia do córrego Horizonte, município de Alegre, ES. Mapping areas of flooding in Horizonte stream sub-basin, municipality of Alegre, ES. Rafaela da SILVEIRA; Sanderléia de Oliveira dos SANTOS; Ana Paula ROSSI; Fernando Coelho EUGENIO; Alexandre Rosa dos SANTOS 179-191
- Regeneração de *Psychotria suterella* Müll. Arg. (Rubiaceae) em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. Regeneration of *Psychotria suterella* Müll. Arg. (Rubiaceae) in a fragmented landscape of the Atlantic Forest in southeastern Brazil. Daniela Fessel BERTANI; Flavio Antonio Maës dos SANTOS 193-203
- Caracterização e comparação entre diferentes granulometrias de serragem de *Eucalyptus grandis* para confecção de briquetes. Characterization and comparison between different sizes of *Eucalyptus grandis* sawdust for briquettes confection. Bruna Farrapo GONÇALVES; Fábio Minoru YAMAJI; Bianca Oliveira FERNANDEZ; Alessandra Luzia Da RÓZ; Francielly Siqueira FLORIANO 205-213
- Eficiência de dois inseticidas sistêmicos no controle de *Leptocybe invasa* em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*. Efficiency of two systemic insecticides to control blue gum chalcid wasp in seedlings of *Eucalyptus camaldulensis*. Ítalo Ramos CEGATTA; Cristian VILLEGAS 215-221

NOTAS CIENTÍFICAS/SCIENTIFIC NOTES

- Influência do uso de biorreguladores no crescimento de *Hymenaea courbaril* (Nota Científica). *Hymenaea courbaril* growth as affected by plant bioregulators (Scientific Note). Cristiano Bueno de MORAES; Glaucia UESUGI; Elizabeth Orika ONO; João Domingos RODRIGUES; Iraê Amaral GUERRINI; Edson Seizo MORI 223-229
- Primeiro registro de *Fulgurodes sartinaria* (Lepidoptera: Geometridae) em plantas de *Eucalyptus cloeziana* (Myrtaceae) (Nota Científica). First record of *Fulgurodes sartinaria* (Lepidoptera: geometridae) in *Eucalyptus cloeziana* (Myrtaceae) (Scientific Note). Claubert Wagner Guimarães de MENEZES; Sebastião Lourenço de ASSIS JÚNIOR; Marcus Alvarenga SOARES; Victor Hugo Duarte da COSTA; Evaldo Martins PIRES 231-235

**EFEITO DO MÉTODO DE PREPARO DO SOLO NA PRODUTIVIDADE DE
Eucalyptus grandis x *Eucalyptus urophylla* EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO E LATOSSOLO¹**

**EFFECT OF SOIL PREPARATION METHOD IN PRODUCTIVITY OF
Eucalyptus grandis x *Eucalyptus urophylla* IN QUARTZARENIC NEOSOL AND RED OXISOL**

Rodrigo Eiji HAKAMADA^{2, 3, 4}; Cristiane LEMOS³;
Renato Meulman SILVA³; Clóvis WANDERLEY³

RESUMO – O preparo de solo é uma das práticas mais antigas no cultivo de plantas. Atualmente, a subsolagem é o método mais difundido e utilizado em povoamentos florestais. Apesar disso, poucos estudos apresentam a produtividade madeireira ao final do ciclo em *Eucalyptus* cultivados através da subsolagem comparando-a a métodos de intensidades distintas, como o coveamento e a gradagem pesada. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* clonal ao final do ciclo sob diferentes métodos de preparo de solo. Avaliou-se o Incremento Médio Anual, aos 72 meses, em dois tipos de solo representativos de plantios florestais: Neossolo Quartzarênico com 3% de argila e Latossolo Vermelho com 45% de argila. Comparou-se a subsolagem na profundidade de 60 centímetros com o coveamento manual e com a gradagem pesada, que correspondem a preparos menos e mais intensivos, respectivamente. A produtividade madeireira do coveamento aos 72 meses foi 16 e 17% inferior àquela obtida com a subsolagem para o Neossolo Quartzarênico e para o Latossolo Vermelho, respectivamente. Já a gradagem pesada não apresentou diferença de produtividade em relação à subsolagem. Os resultados evidenciam que mesmo em solos arenosos, que possuem baixa susceptibilidade à compactação, a subsolagem deve ser realizada a depender da intensidade de tráfego de máquinas em rotações anteriores. Além disso, com os resultados obtidos se valida a subsolagem como um método adequado de preparo para solos argilosos, não necessitando um método mais intensivo, que proporciona maior risco à erosão e custos mais elevados quando comparado à subsolagem.

Palavras-chave: subsolagem; coveamento; gradagem pesada; eucalipto; solo arenoso; solo argiloso.

ABSTRACT – Soil preparation is one of the oldest practices in the cultivation of plants. Currently, subsoiling is the most widespread and used practice in forest stands in Brazil. Nevertheless, few studies have measured timber productivity at the end of rotation in *Eucalyptus* under soil subsoiling comparing with different methods, such as pitting and disk harrowing. So, the objective of the study was to evaluate the productivity of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* at the end of rotation under different methods of soil preparation. We evaluated the Mean Annual Increment of an *Eucalyptus* plantation 72 months-old in two soil types representative of forest plantations: a Quartzarenic Neosol with 3% clay content and a Red Oxisol with 45% of clay content. Subsoiling with 60 centimeters depth was compared with manual pitting and disc harrowing corresponding to more and less intensity preparation, respectively, the most widely used method to establish *Eucalyptus*. The wood productivity with pitting at 72 months was 16 and 17% lower than that obtained with subsoiling to Neosol and Oxisol, respectively. Disc harrowing showed the same productivity in relation to subsoiling. The results show that even in sandy soils, which have low susceptibility to soil compaction, subsoiling should be performed depending on the traffic intensity of machines in previous rotations. Furthermore, the results obtained consider subsoiling a method of soil preparation enough for the two soil types and does not require a more intensive soil preparation, which provides greater erosion risk and a higher cost when compared to subsoiling.

Keywords: subsoiling; pitting; disk harrowing; eucalypt; sandy soil; clay soil.

¹ Recebido para análise em 03.09.13. Aceito para publicação em 24.01.14. Artigo proveniente do III SIMATEF – Simpósio de Meio Ambiente e Tecnologia Florestal, realizado na UFSCar – campus Sorocaba, no período de 22 a 24 de maio de 2013, Sorocaba, SP, Brasil.

² Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Departamento de Ciências Florestais, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

³ International Paper, Rodovia SP 340, Km 171, 13840-970 Mogi Guaçu, SP, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: Rodrigo Eiji Hakamada – rodrigo_hakamada@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

O preparo de solo é, talvez, a prática de manejo mais antiga em cultivo de plantas (Galetti, 1998). Desde quando o homem iniciou a produção de alimentos para sua própria subsistência, o uso de ferramentas para o cultivo do solo tem sido largamente empregado com o intuito de aumentar a produtividade da cultura. Esse incremento de produtividade é resultado dos benefícios causados pelo preparo, como a maior aeração, o aumento da porosidade, a infiltração da água no solo e a capacidade de retenção de água (Gonçalves et al., 2000), facilitando o desenvolvimento do sistema radicular (Nyland, 2007), a sobrevivência e o rápido estabelecimento inicial (Evans e Turnbull, 2003).

No setor florestal, a prática de preparo de solo passou por uma revolução nas últimas décadas. Mudou-se de um cultivo intensivo com severas alterações na estrutura física do solo em todo o terreno, através do uso de grades pesadas, para um cultivo mínimo, no qual apenas cerca de um terço da área é preparado e os resíduos são mantidos na entrelinha de plantio (Gonçalves et al., 2000; Gonçalves et al., 2008).

São diversos os benefícios do cultivo mínimo em relação ao cultivo intensivo do solo. O risco à erosão é altamente reduzido quando o preparo ocorre de maneira menos intensiva (Wichert, 2005). O aumento do teor de matéria orgânica ocorre significativamente quando há uma menor movimentação do solo (Gonçalves et al., 2000). Um cultivo mais conservacionista reduz a evaporação da água do solo (Libardi, 2010), permitindo o maior aproveitamento da água pelas plantas para os processos de crescimento e desenvolvimento (Taiz e Zeiger, 2012). Sob o ponto de vista biológico, a intensidade do preparo de solo está diretamente relacionada à biomassa microbiana do solo (Marchiori Júnior e Melo, 2000).

No cultivo mínimo, o principal método de preparo de solo é a subsolagem, prática largamente utilizada em plantios florestais (Gonçalves et al., 2000; Fisher e Binkley, 2000). Apesar de a subsolagem possuir inúmeras vantagens e estar amplamente difundida no setor florestal brasileiro, há poucos estudos que abrangem duas condições altamente representativas para o setor florestal. A primeira é o efeito da subsolagem em solos arenosos, como o Neossolo Quartzarênico, que representa cerca de 6% do território brasileiro

(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 1999), porém é altamente utilizado em plantios de espécies florestais, por serem áreas consideradas marginais para culturas agrícolas (Barros e Novais, 1990). Ele é caracterizado pela textura arenosa, que confere ao solo características como a elevada friabilidade e porosidade, resultando em uma baixa resistência natural à penetração e uma baixa susceptibilidade à compactação (Fisher e Binkley, 2000; Ferreira, 2010). Essas características permitem que um preparo de solo menos intensivo que a subsolagem, como o coveamento, possibilite um volume de solo apropriado para o adequado desenvolvimento do sistema radicular.

A segunda condição em que há poucos estudos em relação à subsolagem como método de preparo de solo para o estabelecimento de florestas plantadas, é o Latossolo, classe de solo predominante no Brasil com 32% da área total (EMBRAPA, 1999). Esses solos são caracterizados pela média a alta susceptibilidade à compactação, que pode influenciar no desenvolvimento do sistema radicular (Silva, 2002), afetando o crescimento da parte aérea das plantas (Orlander et al., 2002; Sasaki et al., 2007). Devido ao intenso tráfego de máquinas pesadas, principalmente nas operações de colheita florestal (Seixas, 2002), questiona-se se a subsolagem, que é concentrada em uma faixa do terreno, é suficiente para permitir o desenvolvimento pleno do sistema radicular em solos argilosos.

Dessa maneira, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do método de preparo do solo na produtividade ao final do ciclo de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área em Estudo

O experimento foi realizado em dois sítios localizados no nordeste do Estado de São Paulo, em Mogi Guaçu (SP) e Brotas (SP) (Figura 1). O plantio dos experimentos ocorreu em junho de 1996, ambos em áreas já ocupadas por *Eucalyptus*. O clima é caracterizado nos dois locais como Cwa (Koeppen), com temperatura média de 23,6 e 21 °C, respectivamente, e precipitação média anual entre 1.100 e 1.300 mm, com cerca de 70-75% concentrada no verão (outubro-março).

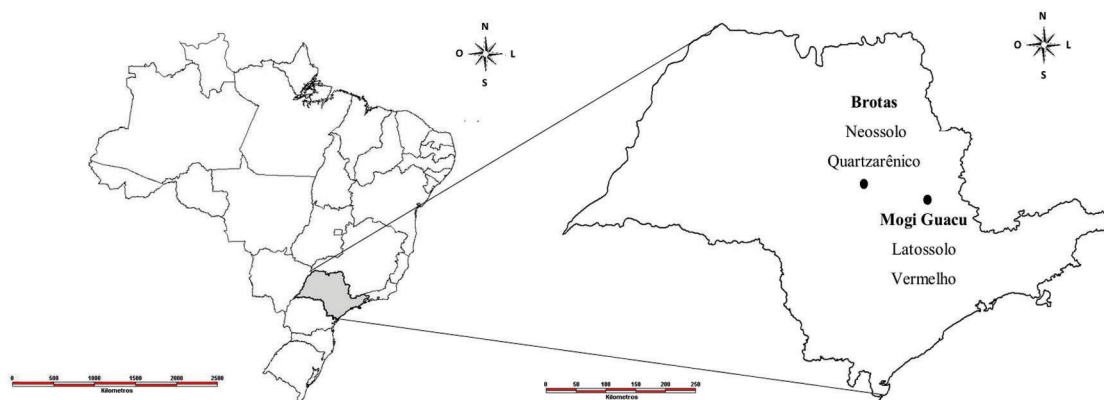


Figura 1. Local de instalação dos experimentos com a respectiva classe de solo.

Figure 1. Trials location with respective soil type.

Os experimentos foram instalados em áreas com características edáficas distintas. Foram coletadas amostras de solo na entrelinha do ciclo anterior, antes da instalação do experimento na camada de 0-30 cm (cada amostra de solo foi composta por três subamostras).

Após a coleta, essas amostras foram submetidas à determinação do pH, dos teores de P, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K⁺, Al^{3+} , H+Al e C orgânico total, segundo procedimento proposto por Camargo et al. (1986). Também foram determinados os teores de areia, silte e argila (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo antes do início do experimento no Neossolo Quartzarênico e no Latossolo Vermelho.

Table 1. Chemical and physical characteristics of soils before beginning of trials at Quartzarenic Neosol and Red Oxisol.

Tipo solo	pH	P ⁽¹⁾	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB ⁽²⁾	CTC ⁽³⁾	COT ⁽⁴⁾	AT ⁽⁵⁾	Arg ⁽⁶⁾	Silte
	CaCl ₂	mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³			g dm ⁻³		
LV	4,00	2,89	1,38	0,35	0,29	2,02	81	27,8	401	447	151
RQ	3,98	8,9	1,6	2,1	0,4	4,2	57,5	14,9	905	29	66

⁽¹⁾ Extrator Mehlich-1; ⁽²⁾ Soma de bases; ⁽³⁾ Capacidade de troca catiônica; ⁽⁴⁾ Carbono orgânico total; ⁽⁵⁾ Areia total; ⁽⁶⁾ Argila.

⁽¹⁾ Mehlich-1 extractant; ⁽²⁾ Sum of bases; ⁽³⁾ Cation exchange capacity; ⁽⁴⁾ Total organic carbon; ⁽⁵⁾ Total sand; ⁽⁶⁾ Clay.

No experimento de Mogi Guaçu o solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (LV), de textura argilosa (44% de argila no horizonte A) e relevo plano. Em Brotas, o experimento foi plantado em um Neossolo Quartzarênico típico (RQ), com 3% de argila no horizonte A e relevo plano.

Nos dois experimentos foi realizado o combate às formigas sistemático pré-corte, utilizando isca formicida à base de sulfluramida na dose média de 2,0 kg ha⁻¹. Em seguida, foi feita a dessecação em área total das plantas daninhas através de herbicida glyphosate na dose média de 1,44 kg ha⁻¹ i.a.

O preparo de solo foi realizado de acordo com os tratamentos (Tabela 1). O plantio foi realizado manualmente em um espaçamento de 3 x 2 m em Brotas e de 3,3 x 2,5 m em Mogi Guaçu, totalizando 1.667 e 1.212 mudas por hectare, respectivamente. A fertilização de base em filete contínuo aplicou 20, 60 e 20 kg de N, P e K, respectivamente. Após seis e doze meses foram realizadas adubações de cobertura, que aplicaram NPK na quantidade de 30, 50 e 140 kg ha⁻¹, respectivamente. Os experimentos não tiveram qualquer interferência de plantas daninhas, pragas e doenças durante toda a rotação.

2.2 Delineamento Experimental

Foram instalados três tratamentos que representam os principais métodos de preparo de solo utilizados na área florestal. O coveamento com uso de enxada foi realizado manualmente na entrelinha do ciclo anterior em covas de 30 x 30 x 30 cm. A subsolagem também foi realizada na entrelinha, na profundidade média de 60 cm com subsolador de haste parabólica, que permite o estrondamento do solo em formato de “V” (Gonçalves et al., 2000). A gradagem foi realizada utilizando uma grade pesada, com duas sessões em “V” de sete discos de 71 cm, passada na entrelinha em uma largura de corte de cerca de 2 metros e profundidade de 20 cm. A linha de tocos do ciclo anterior não pôde ser preparada devido à presença dos tocos. No experimento foram plantados materiais clonais considerados de alta produtividade de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

As parcelas foram instaladas com oito linhas por dez plantas, totalizando 72 plantas (540 m² em Mogi Guaçu e 432 m² em Brotas). Com uma borda dupla, a parcela útil foi de 4 x 5 plantas (150 m² em Mogi Guaçu e 120 m² em Brotas). O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Dessa maneira, cada área experimental totalizou 0,81 hectare.

2.3 Quantificação do Volume de Madeira Produzido e da Uniformidade

Mediu-se o diâmetro à altura do peito – DAP e a altura ao final da rotação (72 meses) de todas as plantas das parcelas úteis para cálculo do volume individual, conforme modelo de Schumacher-Hall (1933). Através da soma do volume individual, foram obtidos o volume por hectare e o Incremento Médio Anual – IMA aos 72 meses.

A uniformidade da parcela foi calculada de acordo com o índice PV50, que consiste na Porcentagem de Volume Acumulado das 50% menores árvores da parcela (PV50). O PV50 requer o ordenamento das árvores da parcela da menor para a maior árvore em volume individual (ou altura elevada ao cubo), e é calculado de acordo com a equação (1). A representação gráfica ilustra de maneira didática o cálculo do índice (Figura 2) (detalhes ver Hakamada, 2012).

$$PV50 = \frac{\sum_{k=1}^{n/2} V_{ij}}{\sum_{k=1}^n V_{ij}} \quad (1)$$

em que:

PV50 = porcentagem acumulada do volume individual das 50% menores árvores plantadas;

V = volume individual da parcela i na idade j;

n = número de árvores plantadas ordenadas (da menor para a maior).

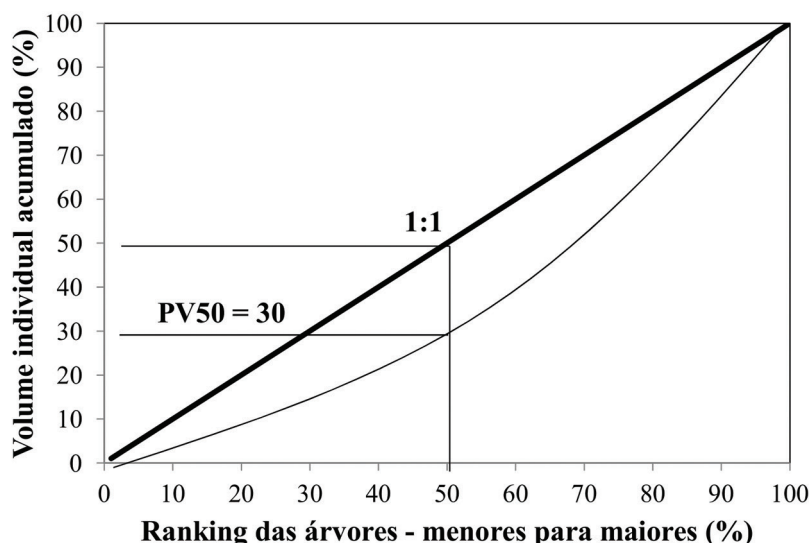


Figura 2. Representação esquemática do PV50. No eixo x são ranqueadas as árvores da menor para a maior e no y são incluídos os valores de volume individual. A linha escura, em negrito, representa a linha da igualdade, onde 50% dos indivíduos seriam responsáveis por 50% do volume da parcela. A linha escura representa um exemplo hipotético de um povoamento heterogêneo, onde 50% das árvores correspondem a apenas 30% do volume da parcela, evidenciando indivíduos dominados.

Figure 2. Schematic representation of PV50. On the x-axis trees are ranked from smallest to biggest and on the y-axis values are entered individual volumes (or cubic height). The bold line represents the line of equality, where 50% of the trees would be responsible for 50% of the volume of the plot. The black line represents a hypothetical example, where 50% of the trees correspond to only 30% of the volume of the plot, relating dominated individuals.

2.4 Avaliação da Compactação do Solo

As mensurações foram efetuadas após a colheita mecanizada realizada na área experimental, em janeiro de 1996 e janeiro de 1997 no Latossolo Vermelho e no Neossolo Quartzarênico, respectivamente. Mediu-se o nível de compactação do solo na entrelinha do ciclo anterior, local onde seria feito o preparo para a instalação dos experimentos. Utilizando-se o penetrômetro de impacto, avaliou-se o nível de compactação do solo a cada 5 centímetros até a profundidade de 60 cm, em vinte pontos aleatórios, nas entrelinhas das duas áreas onde seriam instalados os experimentos.

Os resultados de Incremento Médio Anual, sobrevivência e uniformidade foram interpretados através de análise de variância (ANOVA), seguida

por teste de média de Dunnett a 5%, com a subsolagem sendo o tratamento testemunha.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscando-se avaliar o efeito de diferentes métodos de preparo de solo na produtividade, sobrevivência e uniformidade de *Eucalyptus* clonais, o experimento foi instalado em dois solos distintos quanto aos seus atributos físico-químicos.

Não houve diferença de sobrevivência no Latossolo, porém no Neossolo Quartzarênico houve redução relativa de sobrevivência de 15% no coveamento e de 9% na gradagem quando comparados à subsolagem (Tabela 2). Esse resultado pode ser explicado pela maior capacidade de retenção de água do solo argiloso, que proporciona menor competição intraespecífica por recursos ao crescimento, notadamente a água.

Tabela 2. Diferença relativa entre a subsolagem, o coveamento e a gradagem pesada em relação ao Incremento Médio Anual – IMA, Sobrevivência e Uniformidade representada pela porcentagem acumulada de volume das 50% menores árvores.

Table 2. Relative difference among subsoiling and pitting and disc harrowing in relation to Mean Annual Increment – MAI, Survival and Uniformity represented by accumulated percentage of volume of 50% smaller individuals.

Solo	Tratamento	Diferença relativa com a subsolagem (%)		
		Produtividade (Incremento Médio Anual)	Sobrevivência	Uniformidade (PV50)
			%	
Latossolo Vermelho	Coveamento	83	102	100
	Grade pesada	95	100	95
Neossolo Quartzarênico	Coveamento	84	93*	85**
	Grade pesada	102	100	91*

*: 10% de significância no teste de Dunnett; **: 5% de significância no teste de Dunnett.

*: 10% of significance at Dunnett test; **: 5% of significance at Dunnett test.

Em relação à uniformidade, no Latossolo houve semelhança entre os tratamentos (Figura 3a). Supõe-se que todos os métodos de preparo de solo conseguiram fornecer condições adequadas para o estabelecimento e crescimento do eucalipto no solo argiloso, fazendo com que a sobrevivência fosse mantida até o final do ciclo. A época de plantio pode também ter influenciado na elevada sobrevivência de todos os tratamentos, uma vez que no período de inverno o estabelecimento do plantio,

apesar de mais lento, sofre menos o efeito do estresse hídrico e térmico quando comparado ao plantio de verão (Gonçalves et al., 2000).

No Neossolo Quartzarênico, a subsolagem foi o tratamento com maior percentual (37%) de volume acumulado de 50% das menores árvores (PV50), ou seja, foi o tratamento de maior uniformidade entre plantas. A gradagem e o coveamento obtiveram o PV50 de 34 e 30, respectivamente (Figura 3b).

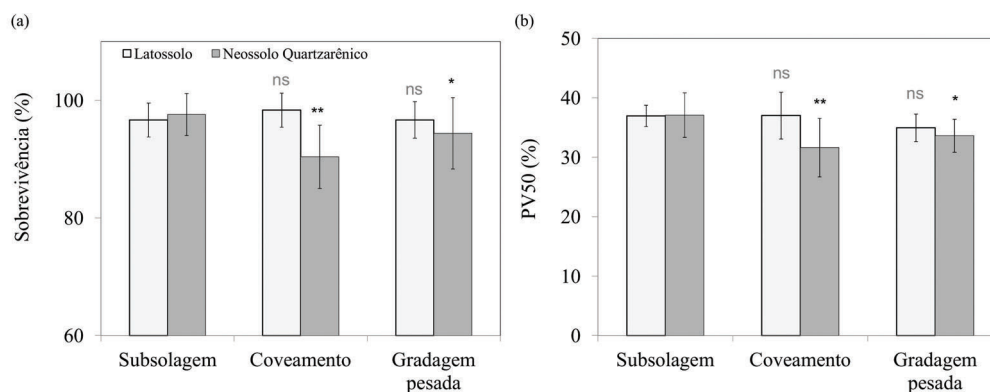


Figura 3. (a) Sobrevivência e (b) Uniformidade representada pelo percentual acumulado de volume individual de 50% dos menores indivíduos (PV50), aos 72 meses, nos diferentes métodos de preparo de solo. As barras claras representam o Latossolo e as barras escuras o Neossolo Quartzarênico. A significância do teste de Dunnett é referente à subsolagem e a análise foi realizada por tipo de solo.

Figure 3. (a) Survival and (b) Uniformity represented by accumulated percentage of individual volume of 50% of smaller individuals (PV50), at 72 months, in different methods of soil preparation. Light bars represent Red Oxisol and dark bars Quartzarenic Neosol. Significance of Dunnett test is compared with subsoiling and analysis was done by soil type.

Resultados semelhantes foram encontrados por Orlander et al. (2002), em que a subsolagem incrementou a sobrevivência e uniformidade de seis espécies florestais, quando comparada à gradagem e ao coveamento.

Segundo Hakamada (2012), a uniformidade interfere diretamente na produtividade final. Em estudo realizado em *Eucalyptus* clonais, observou-se que para cada 1% de aumento no PV50, a produtividade aumentou $6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ aos 6 anos. Binkley (2006) explica esse efeito através da perda de eficiência no uso do recursos

ao crescimento (água, luz e nutrientes) das árvores dominadas, fazendo com que todo o povoamento utilize de maneira menos eficiente os recursos, resultando em redução na produção de biomassa.

Houve diferença significativa em relação à produtividade nos dois sítios (Figura 4). O coveamento foi 16 e 17% menos produtivo no Latossolo Vermelho (LV) e no Neossolo Quartzarênico (RQ), respectivamente, que a subsolagem e a gradagem. Esses dois métodos não diferenciaram entre si.

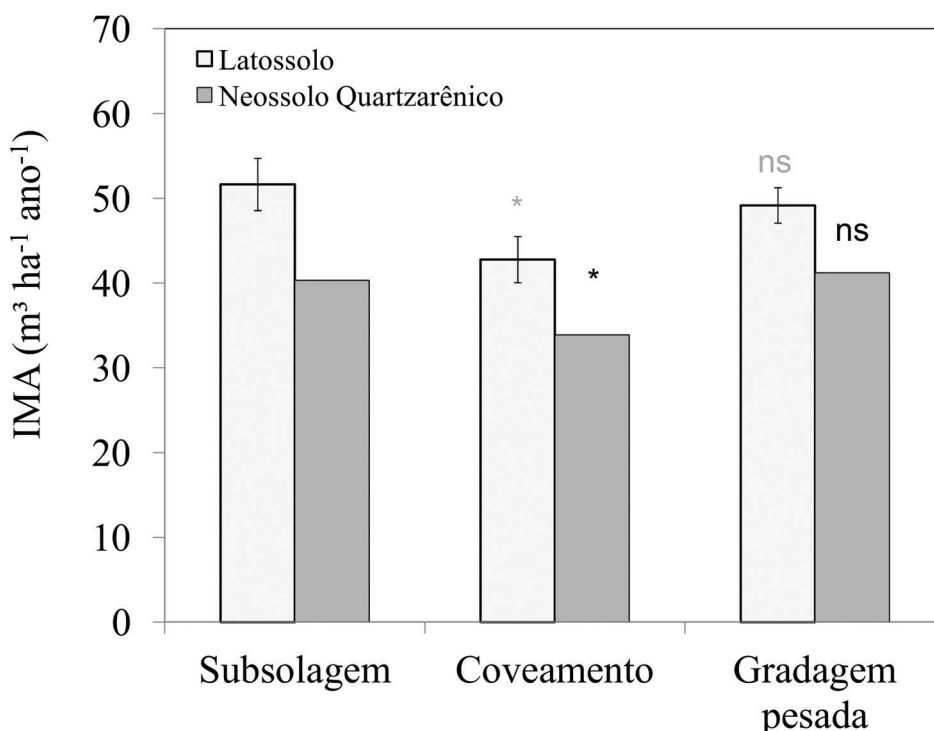


Figura 4. Incremento Médio Anual – IMA, aos 72 meses, nos diferentes métodos de preparo de solo. As barras claras representam o Latossolo e as barras escuras o Neossolo Quartzarênico. A significância do teste de Dunnett é referente à testemunha (subsolagem) e a análise foi realizada por tipo de solo.

Figure 4. Mean Annual Increment – MAI, at 72 months, in different methods of soil preparation. Light bars represent Red Oxisol and dark bars Quartzarenic Neosol. Significance of Dunnett test is compared with subsoiling and analysis was done by soil type.

Comparando o coveamento com a subsolagem, os resultados observados estão de acordo com Gatto et al. (2003), que encontraram uma redução de 53% no volume de tronco de *Eucalyptus grandis* no coveamento, quando comparado ao tratamento com subsolagem em um Latossolo Vermelho aos 38 meses. Apesar de apresentar apenas o crescimento inicial aos 11 meses, Baptista e Levien (2010) observaram um ganho de biomassa de cerca de cinco vezes quando a subsolagem foi comparada ao coveamento mecânico. O coveamento também obteve menor sobrevivência em Argissolo para *Eucalyptus grandis* quando comparado ao preparo através de enxada rotativa (59% e 91%, respectivamente). Nilsson e Allen (2003) mostraram que o preparo superficial do solo afetou a produtividade, uniformidade e sobrevivência em *Pinus taeda*, semelhante aos resultados obtidos no presente estudo.

Quanto à comparação da subsolagem com a gradagem pesada, Gonçalves et al. (2000) encontraram uma redução na produtividade do sistema de cultivo intensivo, com o uso de grade pesada, em relação ao cultivo mínimo, que utilizou a subsolagem como método de preparo de solo. O preparo intensivo além de menos produtivo mostrou-se mais danoso ao ambiente, pois eleva o risco à erosão, reduz a atividade biológica dos microorganismos do solo, aumenta o potencial evaporativo da água na superfície do solo e aumenta a temperatura do solo, podendo influenciar negativamente no desenvolvimento das plantas.

O comportamento de resistência ao penetrômetro foi distinto nos dois tipos de solo. Enquanto no solo arenoso a resistência foi menor nas profundidades iniciais e aumentou com o aumento da profundidade, no solo argiloso ocorreu o inverso, com a resistência reduzindo com o aumento da profundidade (Figura 5).

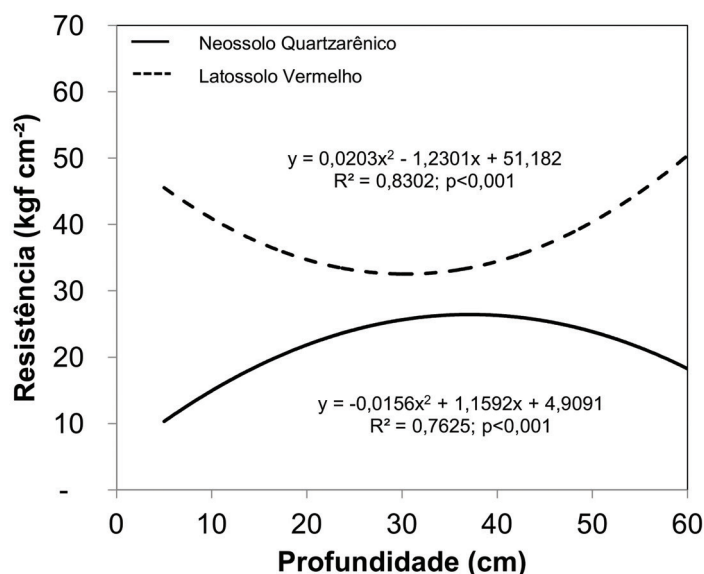


Figura 5. Modelo polinomial de resistência ao penetrômetro de impacto em relação à profundidade. As avaliações foram realizadas na entrelinha do ciclo anterior em Neossolo Quartzarênico (linha cheia) e Latossolo Vermelho (linha pontilhada). Os diferentes métodos de preparo ocorreram nas entrelinhas das áreas experimentais.

Figure 5. Polynomial model of resistance with penetrometers measurements related with depth. Evaluations were done between lines of the last rotation in Quartzarenic Neosol (full line) and Red Oxisol (pointed line). Different methods of soil preparation occurred at between lines of the experimental areas.

A maior produtividade da subsolagem e da gradagem, mesmo em solos que conceitualmente não apresentam compactação, como o Neossolo Quartzarênico, pode ser explicada pelos resultados da resistência obtida pelas medições do penetrômetro de impacto, que foi superior a 20 kgf cm⁻² em grande parte das profundidades amostradas. De acordo com Day e Bassuk (1994), resistências maiores que 20 kgf cm⁻² parecem limitar o desenvolvimento do sistema radicular de espécies arbóreas.

Apesar de reconhecermos que a não realização da avaliação da resistência em cada um dos tratamentos após a aplicação dos tratamentos impossibilita a avaliação precisa do nível de descompactação de cada tipo de preparo, especulamos que o coveamento não foi suficiente para reduzir a resistência à penetração das raízes, pelo fato de ser localizado e superficial. Também pode ter ocorrido o espelhamento no solo argiloso no momento de preparo da cova, uma vez que foi realizada com o uso do enxadão.

Outro fator que não foi mensurado e que afeta a resistência à penetração foi a umidade do solo (Vaz et al., 2011). Dexter et al. (2007) recomendam que as mensurações sejam feitas com o solo próximo da capacidade de campo, para que não haja influência do aumento da coesão das partículas, que ocorre quando o solo está seco. As mensurações, porém, foram realizadas em janeiro de 1996 e janeiro de 1997 no Latossolo Vermelho e no Neossolo Quartzarênico, respectivamente, época em que o balanço hídrico apresenta excedente de água no solo (Sentelhas et al., 1999).

Embora existam outros estudos comparando o coveamento com a subsolagem no desenvolvimento do eucalipto em florestas de rápido crescimento (Silva, 1994; Switter et al., 1980), não é do nosso conhecimento trabalhos que acompanharam a produtividade até o final do ciclo. Com esses resultados, sugerimos que o uso da subsolagem como método de preparo, mesmo em solos arenosos, deve ser baseado no nível de compactação causada pelo tráfego de máquinas no ciclo anterior e não apenas no tipo de solo. Tornam-se fundamentais o conhecimento pedológico do solo e o monitoramento do nível de compactação antes do preparo para que se possa atingir o potencial produtivo do sítio.

Além disso, o resultado comprova que a subsolagem é um método de intensidade suficiente para descompactar solos argilosos, não havendo a necessidade de intervenções de maior revolvimento, que possuem o maior risco de danos ambientais.

Investigações futuras, com o objetivo de entender as causas que levaram a uma menor produtividade no coveamento para as duas condições avaliadas, devem ser consideradas, incluindo a avaliação do volume de solo mobilizado. Além disso, é fundamental que estudos de preparo de solo acompanhem a evolução da produtividade juntamente com avaliações ecofisiológicas para que se possa entender a dinâmica do comportamento do povoamento ao longo do ciclo.

4 CONCLUSÕES

Houve efeito do preparo de solo na produtividade, sobrevivência e uniformidade do povoamento ao final do ciclo no Neossolo Quartzarênico e no Latossolo Vermelho.

O coveamento não foi o método mais adequado em relação à produtividade avaliada aos 72 meses em ambos os solos, sendo 16 e 17% inferiores à subsolagem no Neossolo Quartzarênico e no Latossolo Vermelho, respectivamente.

A gradagem pesada não incrementou a produtividade em ambos os solos, não se mostrando uma prática necessária para o incremento de produtividade em plantios de *Eucalyptus* nas condições avaliadas.

5 AGRADECIMENTOS

À International Paper do Brasil que propiciou a execução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, J.; LEVIEN, R. Métodos de preparo de solo e sua influência na erosão hídrica e no acúmulo de biomassa da parte aérea de *Eucalyptus saligna* em um Cambissolo háplico da depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 567-575, 2010.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa-MG: UFV, 1990. 430 p.

BINKLEY, D. A hypothesis about the interaction of tree dominance and stand production through stand development. **Forest Ecology and Management**, v. 190, p. 265-271, 2006.

CAMARGO, O.A. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1986. 94 p. (Boletim Técnico, 106).

DAY, S.D.; BASSUK, L.N. A review of the effects of soil compaction and amelioration treatments on landscape trees. **Journal of Arboriculture**, v. 20, n. 1, p. 9-17, 1994.

DEXTER, A.R.; CZYZ, E.A.; GATE, O.P. A method for prediction of soil penetration resistance. **Soil & Tillage Research**, v. 93, p. 412-419, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p. (EMBRAPA/CNPQ-RJ. Documentos, 5).

EVANS, J.; TURNBULL, J. **Plantation forestry in the tropics**. Oxford: Oxford University Press, 2003. 467 p.

FERREIRA, M.M. Caracterização física do solo. In: JONG VAN LIER, Q. de (Org.). **Física do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. v. 1, p. 1-27.

FISHER, R.F.; BINKLEY, D. **Ecology and management of forest soils**. 3rd ed. New York: Wiley, 2000. 489 p.

GALETI, P.A. **Mecanização agrícola**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1998. 220 p.

GATTO, A. et al. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 635-646, 2003.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. cap. 1, p. 3-55.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests**, v. 70, p. 105-118, 2008.

HAKAMADA, R.E. **Uso do inventário florestal como ferramenta de monitoramento da qualidade silvicultural em povoamentos clonais de *Eucalyptus***. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LIBARDI, P.L. Água no solo. In: JONG VAN LIER, Q. de (Org.). **Física do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. v. 1, p. 103-152.

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, p. 1177-1182, 2000.

NILSSON, U.; ALLEN, H.L. Short- and long-term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine. **Forest Ecology and Management**, v. 175, p. 367-377, 2003.

NYLAND, R.D. **Silviculture: concepts and applications**. Long Grove: Waveland Press, 2007. 682 p.

ORLANDER, G.; NORDBORG, G.; GEMMEL, P. Effects of complete deep-soil cultivation on initial forest stand development. **Studia Forestalia Suecica**, v. 213, p. 20, 2002.

SASSAKI, C.M.; GONÇALVES, J.L.M.; SILVA, A.P. Ideal subsoiling moisture content of Latosols used in forest plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 243, p. 75-82, 2007.

SCHUMACHER, F.X.; HALL, F.S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, v. 7, p. 19-734, 1933.

SEIXAS, F. Efeitos físicos da colheita mecanizada de madeira sobre o solo. In: GONÇALVES, J.L. de M.; STAPE, J.L. (Org.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. v. 1, p. 313-350.

SENTELHAS, P.C. et al. **Balanços hídricos climatológicos do Brasil** – 500 balanços hídricos de localidades brasileiras. Piracicaba: ESALQ, 1999. 1 CD-ROM.

SILVA, J.R. **Comparação entre sistemas mecanizados de preparo do solo para implantação de floresta de produção**. 1994. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SILVA, S.R. **Crescimento de eucalipto influenciado pela compactação de solos e doses de fósforo e de potássio**. 2002. 97 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.

SUITTER, W.F. et al. **Efeitos de diversos métodos de preparo de solo sobre o desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solos com camada de impedimento**. Piracicaba: IPEF, 1980. Não paginado. (Circular Técnica IPEF, n. 90).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.

VAZ, C.M.P. et al. Modeling and correction of soil penetration resistance for varying soil water content. *Geoderma*, v. 166, p. 92-101, 2011.

WICHERT, M.C.P. **Erosão hídrica e desenvolvimento inicial do *Eucalyptus grandis* em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de preparo de solo no Vale do Paraíba – SP**. 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NÍVEIS DE SOMBREAMENTO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAXI-BRANCO (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)¹

SHADE LEVELS FOR TAXI-BRANCO (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) SEEDLINGS PRODUCTION

Alessandra Cunha da CONCEIÇÃO^{2, 4}; Moacyr Bernardino DIAS-FILHO³

RESUMO – O êxito de programas de reflorestamento pode ser ampliado por meio da aplicação do comportamento de espécies florestais a variáveis ambientais, como a luz. O objetivo deste estudo foi ampliar o conhecimento sobre a produção de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel, especificamente em relação ao nível de sombreamento. O estudo foi conduzido em viveiro de produção de mudas na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Estado do Pará. Plântulas de *S. paniculatum* foram distribuídas sob telas pretas de polipropileno, ajustadas para proporcionar os seguintes níveis de sombreamento: 25%, 50% e 75% de interceptação de luz solar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições e três níveis de sombreamento e quatro épocas de avaliação (testemunha + três avaliações), realizadas em intervalos de 20 dias. Foram medidos diversos parâmetros de crescimento (altura, diâmetro e matéria seca das raízes, caule e folhas) e calculados indicadores de qualidade das mudas como a razão entre a altura da planta e o diâmetro do coleto (AP/DC); comprimento caulinar específico (CCE); razão de massa de folha (RMF); razão de massa do caule (RMC); razão de massa de raiz (RMR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). É possível produzir mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel sob diferentes níveis de sombreamento (25%, 50% e 75%), porém, os índices de qualidade indicaram que as mudas são mais vigorosas quando cultivadas sob 50% de sombreamento

Palavras-chave: reflorestamento; espécies florestais; crescimento; índice de qualidade de Dickson.

ABSTRACT – The success of reforestation programs can be extended by applying the knowledge of the forest species behavior to environmental variables such as light. The aim of this study was to increase knowledge about the production of *Sclerolobium paniculatum* Vogel seedlings, specifically in relation to the shading level. The study was conducted in a seedling nursery at Embrapa Eastern Amazon, Belém, state of Pará. Seedlings of *S. paniculatum* were distributed under black polypropylene screens adjusted to provide the following shade levels: 25%, 50% and 75% of sunlight interception. The experimental design was completely randomized with five replications and three shading levels and four assessment times (control + three assessments), every 20 days. We measured several parameters of growth (height, diameter and dry matter of roots, stems and leaves) and calculated indicators of quality seedlings as the ratio between plant height and stem diameter (AP/DC); specific stem length (CCE); leaf mass ratio (RMF); stem weight ratio (RMC); reason of root mass (RMR) and Dickson quality index (IQD). It is possible to produce *Sclerolobium paniculatum* Vogel seedlings under different shading levels (25%, 50% and 75%), however, the quality index values indicated that the seedlings are more vigorous when grown under 50% shade.

Keywords: reforestation; forest species; growth; Dickson quality index.

¹ Recebido para análise em 17.01.13. Aceito para publicação em 29.01.14.

² Aluna de Mestrado em Botânica Tropical, Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, 66077-530 Belém, PA, Brasil.

³ Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, 66017-970 Belém, PA, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: Alessandra Cunha da Conceição – hale.cunha@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira tem a maior extensão de floresta tropical do mundo (Scariot, 1998; Gama et al., 2003). A variedade dos recursos naturais existentes só ocorre em consequência das diferentes associações vegetais, que crescem sob a influência de fatores ambientais intrínsecos a cada ecossistema que forma esse bioma (Gama et al., 2003). Entretanto, o crescimento populacional e a necessidade de produção de alimentos e geração de renda na região amazônica têm ocasionado problemas ambientais decorrentes do desmatamento. Com isso, o plantio de espécies florestais nativas, principalmente de rápido crescimento, é uma alternativa de manejo que permite a redução dos impactos ambientais do desmatamento (Sacramento et al., 2012).

A intensificação do uso dessas espécies, tanto para preservação quanto para uso econômico, impõe a necessidade de estudos sobre a sua propagação, com a finalidade de fornecer subsídios para o seu cultivo (Maranhão e Paiva, 2012). Ademais, o êxito de um programa de reflorestamento, sob o ponto de vista econômico e ambiental, depende também da boa qualidade das mudas produzidas por ampliar a resistência dessas plantas às condições encontradas em campo (Rosa et al., 2009).

A luz é um dos principais fatores ambientais que influencia o crescimento vegetal, por ser fonte primária na produção de energia, por meio da fotossíntese (Campos e Uchida, 2002; Dousseau et al., 2007). Dessa maneira, diferentes níveis de luminosidade causam mudanças fisiológicas e morfológicas na planta, e o sucesso de sua adaptação a essas variáveis ambientais está relacionado às características genéticas e sua interação com o próprio ambiente (Resende et al., 2011).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos sobre as variações dos níveis de sombra no crescimento e desenvolvimento inicial de espécies arbóreas, com o intuito de determinar o ambiente ideal de sombreamento para a produção de mudas. Entre esses, se destacam os estudos de Lima et al. (2010) com *Caesalpinia echinata* Lam., *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze e *Genipa americana* L.; Dutra et al. (2012) estudando *Copaifera langsdorffii* Desf.; Oliveira e Perez (2012) com *Tabebuia aurea* (Manso) B. et H.;

Lenhard et al. (2013) em *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *leiostachya* Benth.

A produção de mudas de alta qualidade pode ocasionar maior possibilidade de plantações mais produtivas. A obtenção de mudas de qualidade antes do plantio definitivo é importante, e isto pode ser alcançado de maneira prática, rápida e fácil, observando-se parâmetros morfológicos (Fonseca et al., 2002). A altura da planta, o diâmetro do coleto, as massas secas da planta total, da raiz e da parte aérea são os parâmetros mais usados para determinar o padrão de qualidade de mudas (Chaves e Paiva, 2004).

Alguns índices morfológicos também são utilizados para determinar a qualidade das mudas, que indicam o padrão de distribuição da matéria produzida ao longo dos órgãos da planta. Os mais relevantes são a altura pelo diâmetro, altura pelo peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca da parte aérea pelo peso da matéria seca da raiz e o índice de qualidade de Dickson, este último sendo considerado um bom indicador de qualidade por levar em consideração o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros (Fonseca et al., 2002). Os parâmetros morfológicos e os índices podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto para a avaliação da qualidade das mudas (Lopes et al., 2013).

Sclerolobium paniculatum Vogel é uma espécie florestal nativa da região Amazônica, pertence à ordem das Fabales e à família Caesalpiniaceae (Cronquist, 1981), conhecida como taxi-branco ou carvoeiro, entre outros (Felfili et al., 1999). A espécie reúne características promissoras para a produção de carvão, além de ser usada na construção civil (Tomaselli et al., 1983). É recomendado, ainda, para reflorestamento em áreas degradadas por apresentar rápido crescimento (Teles et al., 1999).

Estudos foram realizados visando à formação de mudas dessa espécie, como Felfili et al. (1999), que verificaram as respostas aos diferentes níveis de luminosidade simulando os ambientes encontrados em matas de galeria, e constataram que a espécie pode ser recomendada para plantio em áreas de recuperação de matas degradadas; Melo e Haridasan (2010) verificaram as respostas a diferentes doses de N, P, K, Ca e Mg, em que obtiveram efeitos positivos no incremento de biomassa para o taxi-branco;

Freitas et al. (2012) observaram a influência do sombreamento na qualidade das mudas e constataram que o aumento da luminosidade favorece o desenvolvimento do taxi-branco; diante desse resultado, a espécie foi recomendada para recuperação de áreas degradadas.

O objetivo desta pesquisa foi analisar alguns aspectos morfológicos de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel, conduzidas sob diferentes níveis de sombreamento, visando contribuir para a determinação do nível mais adequado de sombra para produção de mudas desta espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro de produção de mudas (1°26'12"S; 48°26'30"O) (coordenadas geográficas obtidas no local por meio do Sistema de Posicionamento Global – GPS –, utilizando aparelho marca Garmin, modelo GPSMAP 76Sx) do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém do Pará.

Sementes de taxi-branco, provenientes de 25 matrizes, foram coletadas no município de Paragominas, no Estado do Pará. As sementes foram selecionadas pela uniformidade de tamanho, sendo a dormência quebrada por meio da remoção de uma porção do tegumento, na extremidade oposta ao eixo embrionário das sementes (escarificação mecânica), com o auxílio de esmeril elétrico (Fowler e Bianchetti, 2000; Cruz, et al., 2001). A semeadura foi feita em bandejas plásticas contendo substrato de areia e serragem esterilizadas, com irrigação regular.

Após a germinação (em média sete dias após a semeadura), as plântulas foram repicadas para sacos plásticos pretos com capacidade de 3 kg (uma planta por saco), com dreno, contendo substrato de solo orgânico (solo retirado dos 10 cm iniciais de área de floresta secundária) e esterco bovino curtido na proporção de 2:1. Para aclimação, as plantas permaneceram em área coberta com tela preta de polipropileno, com 75% de interceptação de luz solar, por 88 dias. Durante o período de aclimação, e posteriormente durante o período experimental, as mudas foram diariamente irrigadas até que a água atingisse a saturação da

superfície do substrato, e 50 dias após a repicagem, foram adubadas com formulação comercial de adubo NPK (10-28-20), na proporção de 2 g por planta.

Aos 88 dias após a repicagem, cinco mudas foram usadas para coleta de dados iniciais (testemunha) para avaliar os parâmetros de crescimento (altura, diâmetro do coleto e peso da matéria seca do caule, das raízes e das folhas). Em seguida, as mudas foram distribuídas sob telas pretas de polipropileno sobrepostas para proporcionar os seguintes níveis de sombreamento: 25%, 50% e 75% de interceptação de luz solar direta.

Além da avaliação inicial dos parâmetros de crescimento (testemunha), foram realizadas três avaliações com intervalos de 20 dias, aos 108, 128 e 148 dias após a repicagem, totalizando 60 dias de exposição das plantas aos níveis de sombreamento. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com três níveis de sombreamento, três épocas de avaliação mais a testemunha (avaliação inicial) e cinco repetições (cada unidade experimental contendo uma planta), totalizando 50 plantas.

Os parâmetros morfológicos de crescimento mensurados foram: altura da planta – AP, com auxílio de régua graduada de 30 cm, tendo como referência a altura do colo da planta até o ápice da folha mais alta; diâmetro do coleto – DC com o uso de paquímetro digital; peso da matéria seca da folha – MSF, peso da matéria seca do caule – MSC e peso da matéria seca das raízes – MSR.

As plantas foram cortadas rente ao substrato, sendo a parte aérea separada em folhas (cortadas na base do pecíolo) e tecido de sustentação (hastes e caule). As raízes foram lavadas em água corrente com auxílio de peneira para a retirada total do substrato. Todo o material vegetal coletado foi acondicionado em sacos de papel e seco em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, por 48 horas. Após a secagem, foram determinadas a MSF, MSC, MSR e matéria seca total – MST em balança digital de precisão de 0,0001 g (mod. AY120 Shimadzu).

A partir dos parâmetros morfológicos foram calculados os índices morfológicos de crescimento: razão entre a altura da planta e o diâmetro do coleto (AP/DC); razão entre peso da matéria seca da parte aérea e o peso da matéria seca das raízes (PA/SR); razão entre altura da planta e o peso da matéria seca da parte aérea (AP/MSPA);

comprimento caulinar específico ($CCE = AP/MSF$); razão de massa de folha ($RMF = MSF/MST$); razão de massa do caule ($RMC = MSC/MST$); razão de massa de raiz ($RMR = MSR/MST$); índice de qualidade de Dickson ($IQD = MST / [AP / DC] + [MSPA/MSR]$), em que, MSPA é a matéria seca da parte aérea, obtida pela soma da MSF e da MSC.

Os dados foram submetidos à análise de variância (Shaw e Mitchell-Olds, 1993). Quando necessário, aplicou-se o teste de Tukey (5% de significância) para comparar médias entre tratamentos. A homogeneidade de variância foi testada pelo teste Levene. Quando oportuno, os dados foram transformados por meio de $\log. (x + 1)$ ou $\log. de x$ para análise (MST e CCE). A resposta dos níveis de sombreamento no tempo foi avaliada por meio de análise de regressão. Utilizou-se o pacote estatístico Statistic for Windows versão 7 para a análise dos dados.

3 RESULTADOS

Houve efeito significativo dos níveis de sombreamento no crescimento em altura de mudas de taxi-branco, nos três períodos de avaliação, nas condições do experimento. Mudas cultivadas sob 50 e 75% de sombra cresceram mais em altura quando comparadas às mudas cultivadas sob tela de sombreamento de 25%. As alturas das mudas cultivadas nas três condições de sombreamento ajustaram-se na equação linear crescente ao longo do tempo (Figura 1).

Houve efeito significativo dos níveis de sombreamento para diâmetro de coleto (Figura 2), porém, os dados não se ajustaram nas regressões testadas em função do tempo. Observaram-se maiores diâmetros de coleto nas plantas cultivadas a 50 e 75% de sombreamento.

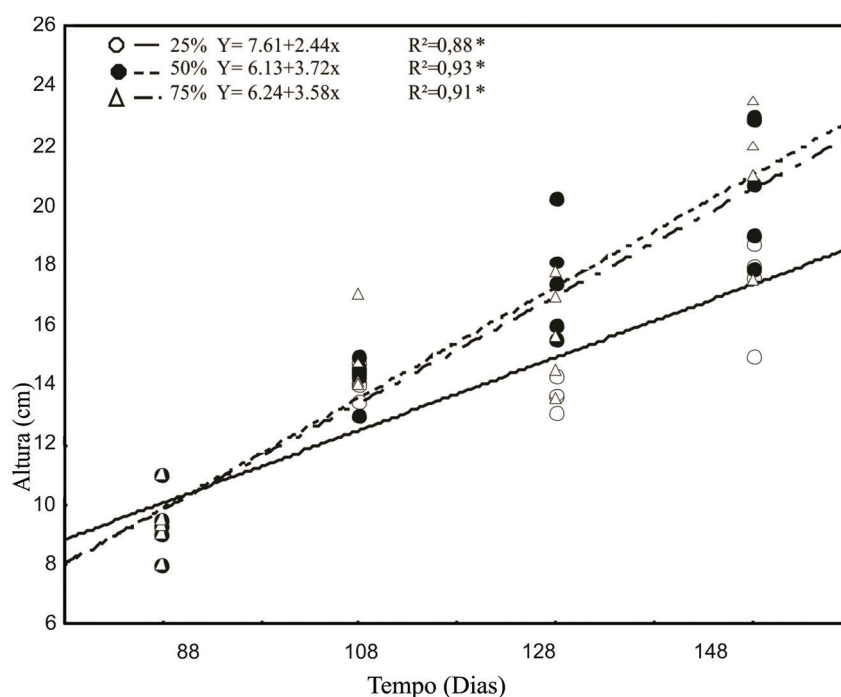


Figura 1. Altura da parte aérea de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vog.) em função do tempo (dias), conduzidas sob diferentes níveis de sombreamento (25%, 50% e 75%). Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R^2). * Significativos a 5% de probabilidade.

Figure 1. Aerial part height of taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vog.) seedlings in accordance to time (days), conducted under different shading levels (25%, 50% and 75%). Regression equations (Y) and coefficients of determination (R^2). * Significant at 5% probability.

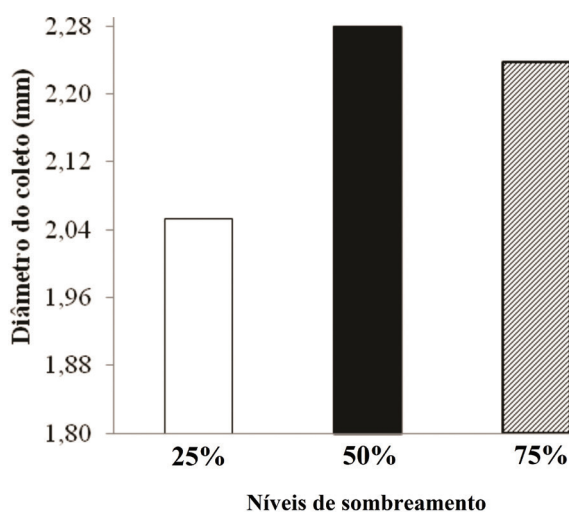


Figura 2. Diâmetro médio do coleto de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. conduzidas sob os níveis de sombreamento de 25%, 50% e 75%. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 2. Stem diameter average in *Sclerolobium paniculatum* Vog. seedlings under different shading levels (25%, 50% and 75%). Means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 5% probability.

Não houve diferenças significativas entre os níveis de sombreamento considerando as razões AP/DC, PA/SR e AP/MSPA (Tabela 1).

Menores CCEs foram observados em mudas cultivadas sob maiores níveis de sombreamento (50 e 75%) (Tabela 1).

Mudas conduzidas sob 50 e 75% de sombreamento apresentaram maiores valores de matéria seca total – MST e os dados ajustaram-se em curvas lineares crescentes ao longo do tempo (Figura 3).

O padrão de alocação de biomassa de folhas e raízes foi semelhante dentre as mudas cultivadas nos diferentes tratamentos (Figura 4). No entanto, houve diferenças significativas entre a razão de matéria seca de caule (RMC) e os níveis de sombreamento.

Observaram-se diferenças significativas entre os níveis de sombreamento para o IQD (Tabela 1), sendo que mudas cultivadas a 50% de sombreamento apresentaram melhor desempenho para esses parâmetros.

Tabela 1. Razões da altura da planta e diâmetro do coleto (AP/DC), da parte aérea e sistema radicular (PA/SR), da altura da planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), do comprimento caulinar específico (CCE) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Sclerolobium paniculatum* em função dos níveis de sombreamento (25%, 50% e 75%) avaliados durante 148 dias. Valores são médias $\pm$ erro-padrão.

Table 1. Ratios of plant height and stem diameter (AP/DC), shoot and root (PA/SR), plant height and shoot dry mass (AP/MSPA), the specific stem length (CCE) and Dickson quality index (IQD) in *Sclerolobium paniculatum* Vog. seedlings in accordance to shading levels (25%, 50% and 75%) assessed during 148 days. Values are means $\pm$ standard error.

Sombreamento	AP/DC	PA/SR	AP/MSPA	CCE	IQD
25%	6,77 $\pm$ 0,21 a	3,50 $\pm$ 0,21 a	2,74 $\pm$ 0,13 a	4,18 $\pm$ 0,12 a	2,39 $\pm$ 0,16 b
50%	6,81 $\pm$ 0,18 a	3,26 $\pm$ 0,13 a	2,57 $\pm$ 0,14 a	3,99 $\pm$ 0,14 b	2,69 $\pm$ 0,19 a
75%	6,84 $\pm$ 0,20 a	3,64 $\pm$ 0,29 a	2,60 $\pm$ 0,14 a	3,97 $\pm$ 0,14 b	2,60 $\pm$ 0,19 ab

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 5%.

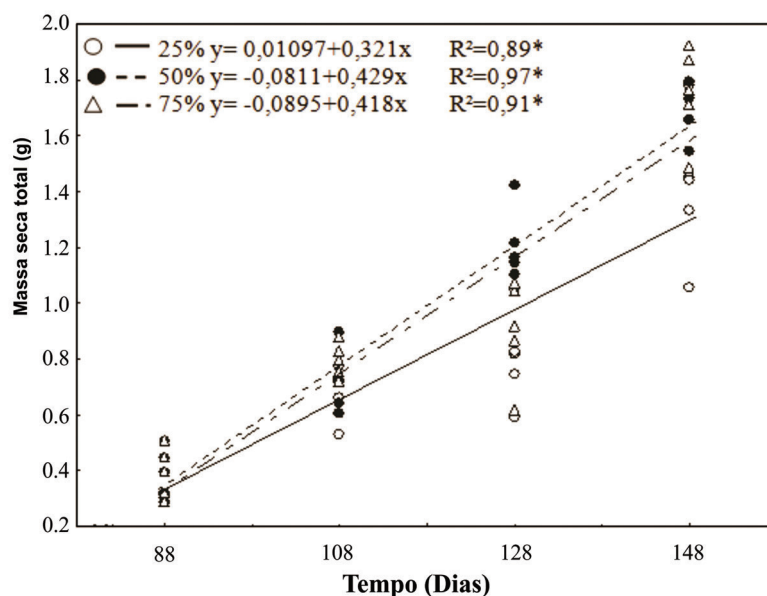


Figura 3. Peso da matéria seca total de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. conduzidas sob diferentes níveis de sombreamento (25%, 50% e 75%), em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R^2). * Significativos a 5% de probabilidade.

Figure 3. Total dry mass in *Sclerolobium paniculatum* Vog. seedlings under different levels of shading (25%, 50% and 75%) in function of time. Regression equations (Y) and determination coefficients (R^2). * Significant at 5% probability.

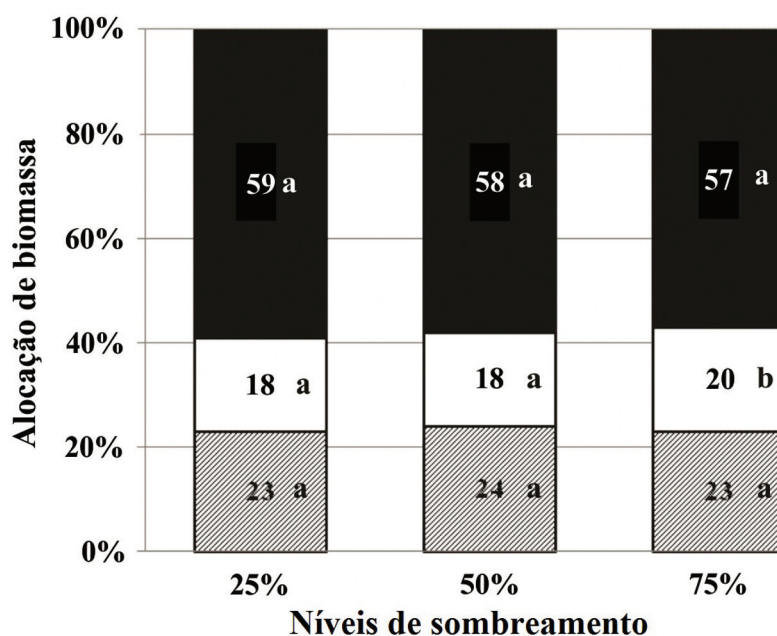


Figura 4. Médias das frações de alocação de biomassa de raiz (área tracejada), caule (área branca) e folha (área preta) de *Sclerolobium paniculatum* Vog. avaliadas durante 148 dias em diferentes níveis de sombreamento (25%, 50% e 75%). Médias seguidas de mesma letra em cada fração, não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$, teste de Tukey).

Figure 4. Fraction of root biomass (hatched area), stems (white area) and leaves (black area) as a function of shade level in *Sclerolobium paniculatum* Vog. evaluated during 148 days at different shading levels (25%, 50% and 75%). Means followed by the same letter in each fraction, not statistically different ($p < 0.05$, Tukey test).

4 DISCUSSÃO

Mudas cultivadas nos ambientes de 50 e 75% de sombra apresentaram maior altura do que aquelas cultivadas a 25% (Figura 1), cuja resposta seria um mecanismo de adaptação encontrado em diversas espécies vegetais, como estratégia de escape à baixa luminosidade (Carvalho, 2006). A altura das plantas apresenta padrões de respostas variáveis de acordo com a capacidade adaptativa da espécie às mudanças na intensidade de luz (Muroya et al., 1997).

Comportamento semelhante foi observado em *Sclerolobium paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. (Felfili et al., 1999), *Bauhinia forficata* Link (Atroch et al., 2001), *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. (Almeida, S.M.Z et al., 2005), *Inga uruguensis* Hook & Arn. (Scalon et al., 2002). Por outro lado, quando sombreadas, algumas espécies arbóreas não apresentaram esse tipo de resposta, como é o caso de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. e *Pterogyne nitens* Tull. (Scalon et al., 2002), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Lima et al., 2008) e *Tabebuia aurea* (Manso) B. et H. (Oliveira e Perez, 2012), que apresentaram maiores alturas quando cultivadas em pleno sol.

Os maiores valores em diâmetros do coleto observados neste estudo, em mudas conduzidas sob 50 e 75% de sombreamento, embora não significativos, sugerem que fotoassimilados foram distribuídos por toda parte aérea, tendo em vista que o crescimento em diâmetro depende de um balanço favorável entre fotossíntese líquida e respiração (Atroch et al., 2001; Scalon et al., 2001). O diâmetro do coleto é uma característica importante na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após o plantio (Scalon et al., 2002), pois plantas com maior diâmetro do coleto apresentam maior tendência à sobrevivência em campo (Siebeneichler et al., 2008).

Resultados semelhantes foram encontrados por Felfili et al. (1999), que observaram maiores diâmetros de coleto a 50% de sombreamento para *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.). O sombreamento induziu aumento do diâmetro de colo em mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth. cultivadas sob 50% de sombreamento, em relação às cultivadas sob 0% e 70% (Lenhard et al., 2013). No entanto, para mudas de *Jacaranda puberula* Cham. (Almeida, L.S. et al., 2005)

e *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Lima et al., 2008) foram observados menores diâmetros sob condições de maiores níveis de sombreamento. Em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, maiores diâmetros do coleto foram observados em plantas cultivadas a pleno sol (Santos et al., 2010).

Os valores médios da altura da planta pelo diâmetro do coleto (AP/DC), para os três níveis de sombreamento no presente estudo (Tabela 1), encontram-se entre os valores considerados adequados, ou seja, entre 5,4 e 8,1 recomendados por Carneiro (1995), pois são indicativos de equilíbrio no crescimento entre as partes da planta, o que permite inferir que para o taxi-branco os três níveis podem ser adequados para produção de mudas. No entanto, menores valores de AP/DC indicam plantas mais resistentes às condições adversas do ambiente, em decorrência desse equilíbrio no crescimento (Silva, R.R. et al., 2007), como é o caso de mudas cultivadas a 50% de sombreamento do presente trabalho.

Campos e Uchida (2002) observaram em *Jatropha copaia* (Aubl.) D. Don, que a razão encontrada para AP/DC se mostrou maior para mudas cultivadas a 50 e 70% de sombreamento em relação ao de 30%. Lima et al. (2008) observaram em *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. que a razão AP/DC foi mais elevada em mudas cultivadas a 70% de sombra, quando comparadas às mudas não sombreadas, indicando maior crescimento em altura em relação ao diâmetro. O mesmo foi observado para *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., porém, em mudas produzidas a 80% de sombra (Melo et al., 2008).

Mesmo não havendo diferença significativa para o índice peso da matéria seca da parte aérea pelo peso da matéria seca das raízes (PA/SR), menores valores foram observados para mudas cultivadas sob 50% de sombra (Tabela 1), o que permite inferir que sob este nível de sombreamento há uma distribuição equilibrada de fotoassimilados na planta (entre a parte aérea e a raiz), permitindo melhor desempenho das mudas em campo (Silva, R.R. et al., 2007). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva, B.M.S et al. (2007) estudando *Hymenaea parvifolia* Huber, ao contrário do observado por Lima et al. (2008) em *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul., maiores razões de PA/SR ocorreram em mudas mantidas a 50% e 70% de sombreamento, em relação às plantas cultivadas em pleno sol.

Os mesmos autores afirmaram que essa partição desequilibrada de fotoassimilados pode ser prejudicial para a adaptação da espécie após o plantio. Outras espécies arbóreas apresentaram o mesmo comportamento de *Caesalpinia ferrea* como *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Lima et al., 2006), *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. (Silva, R.R. et al., 2007) e *Jatropha curcas* L. (Matos et al., 2011).

Não houve diferença significativa para o índice altura da planta pelo peso da matéria seca da parte aérea (AP/MSPA), no entanto, em todos os níveis de sombreamento testados, os valores deste índice ficaram próximos do valor ideal citado por Melo et al. (2008), ou seja, próximo de dois, além disso, observou-se menores valores para mudas submetidas ao tratamento de 50% de sombreamento, cujos resultados mostraram que mudas tratadas neste sombreamento apresentaram melhor distribuição de fotoassimilados na parte aérea (Tabela 1). A elevação desse índice está associada a um desequilíbrio entre o crescimento em altura da planta e a parte aérea, ou seja, menores valores indicam melhor qualidade das mudas (Melo et al., 2008).

Sob os maiores níveis de sombra (50 e 75%), as mudas de taxi-branco apresentaram menores valores para o comprimento caulinar específico (CCE) (Tabela 1). De acordo com Franco e Dillenburg (2007), quanto maior o valor desse índice, maior é o grau de estiolamento das mudas, evidenciando maior investimento no alongamento celular em detrimento do espessamento caulinar.

Plântulas com crescimento excessivo em altura podem sofrer tombamento quando levadas para plantio em campo, alterando o padrão de qualidade para exploração econômica da planta adulta (Lima et al., 2006). Pode-se afirmar, então, que o taxi-branco pode formar caules pouco estiolados mesmo em ambientes de sombra (50 e 75%). Os resultados mostraram que principalmente sob 50% de sombreamento os fotoassimilados foram distribuídos de maneira equilibrada para o espessamento do caule e crescimento em altura. Isto é, houve uma distribuição equilibrada de carbono, resultando em um crescimento homogêneo para a planta. Esse fato poderá beneficiar o estabelecimento das mudas, consequentemente permitirá a seleção das melhores mudas para plantio e retirada das estioladas.

Resultado distinto ao do presente estudo foi observado por Franco e Dillenburg (2007) estudando *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, em que observaram um CCE mais elevado em plantas sombreadas, mostrando um elevado grau de estiolamento para a espécie quando submetida a 90% de sombra.

Por terem apresentado maior produção de matéria seca das mudas quando produzidas sob maiores níveis de sombreamento (Figura 3), é possível inferir que o taxi-branco tem capacidade de aproveitar a pouca incidência luminosa e converter em biomassa de forma eficiente, onde a condição de maior intensidade de sombra favoreceu o crescimento para a espécie na fase de muda (Silva, R.R. et al., 2007). Quando as plântulas crescem sob variações na quantidade de luz, são capazes, em maior ou menor grau, de aclimataram-se a essa mudança. Essa aclimação ocorre no sentido de maximizar o ganho de carbono para a espécie (Duz et al., 2004).

A espécie arbórea *Cecropia pachystachya* Trec., estudada por Miranda et al. (2008), também mostrou a capacidade de maximizar a produção de matéria seca em ambientes mais sombreados. Felfili et al. (1999), estudando *S. paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth., encontraram maior produção de massa total em plantas submetidas a 50% de sombreamento e pleno sol, enquanto nos níveis de 70% e 90% de sombra, as mudas apresentaram os menores valores de biomassa.

Diferindo do resultado encontrado no presente estudo, em *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith (Ramos et al., 2004), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Lima et al., 2008) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Melo et al., 2008), houve maior acúmulo de biomassa em plantas conduzidas em pleno sol.

Embora não tenha havido diferença significativa para a razão de matéria seca de folha – RMF e para a razão de matéria seca de raiz – RMR, é possível observar que mudas mantidas sob 25% de sombra apresentaram maior valor de RMF, enquanto para RMR maiores médias foram observadas em mudas produzidas sob níveis de 25% e 50% de sombreamento. Tais observações mostraram que as mudas apresentaram comportamento semelhante para a alocação de biomassa quando produzidas sob os diferentes níveis de sombreamento.

Plantas com sistemas radiculares mais extensos têm maior capacidade de aclimação do que com sistemas radiculares menores (Almeida, S.M.Z. et al., 2005).

Demuner et al. (2004) observaram menor RMF em *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, conduzidas em pleno sol, em comparação a plantas sombreadas. Esses autores afirmaram que a exposição prolongada à alta radiação pode ser prejudicial às plântulas.

No presente estudo, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o índice de qualidade de Dickson – IQD (Tabela 1). O tratamento de 50% de sombra foi o que apresentou melhor resultado, com o maior valor neste índice. Ademais, mudas submetidas aos três tratamentos apresentaram o valor recomendado para uma muda de boa qualidade, estabelecido por Hunt (1990), IQD mínimo de 0,20. Portanto, infere-se que, quanto maior o valor do IQD melhor é a qualidade da muda. Melo et al. (2008) encontraram resultados diferentes no IQD para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., pois observaram melhores resultados em mudas tratadas tanto em pleno sol quanto a 20% de sombreamento. Em *Caesalpinia echinata* Lam., Aguiar et al. (2011) também observaram melhores resultados para mudas tratadas sob 0 e 20% de sombra.

5 CONCLUSÃO

É possível produzir mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel sob diferentes níveis de sombreamento (25%, 50% e 75%), entretanto, o sombreamento mais indicado para produção de mudas desta espécie é o de 50%, por produzir mudas de melhor qualidade.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à EMBRAPA Amazônia Oriental, pela realização das atividades, ao professor Dr. Eniel Davi Cruz, pelo auxílio nos trabalhos, e ao Programa REUNI/CAPES, pela concessão de bolsa de estudos à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F.F.A. et al. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.

ALMEIDA, L.S. et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 331-342, 2005.

ALMEIDA, S.M.Z. et al. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

ATROCH, E.M. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR: FUEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, N.O.S. et al. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.

CHAVES, A.S.; PAIVA, H.N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad). Irwin et Barn. **Scientia Florestalis**, n. 65, p. 22-29, 2004.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U.; LEÃO, N.V.M. Métodos para superação de dormência e biometria de frutos e sementes de *Parkia nitida* Miquel (Leginosae-mimosidae). **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 167-177, 2001.

- DEMUNER, V.G.; HEBLING, S.A.; DAGUSTINHO, D.M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 17, p. 45-55, 2004.
- DOUSSEAU, S. et al. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 477-479, 2007.
- DUTRA, T.R. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.
- DUZ, S.R. et al. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.
- FELFILI, J. et al. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 297-301 1999.
- FONSECA, E.P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
- FRANCO, A.M.S.; DILLENBURG, L.R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 135-144, 2007.
- FREITAS, G.S. et al. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 5-12, 2012.
- FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).
- GAMA, J.R.V. et al. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 71-82 2003.
- HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222. (General Technical Report RM-200).
- LENHARD, N.R. et al. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.
- LIMA, J.D.; SILVA, B.M.S; MORAES, W.S. Efeito da luz no crescimento de plântulas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 8, p. 1-10, 2006.
- _____. et al. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.
- LIMA, M.A.O. et al. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 527-534, 2010.
- LOPES, E.C. et al. Crescimento de mudas de mangue sob diferentes níveis de sombreamento na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. **Acta Amazônica**, v. 43, n. 3, p. 291-296, 2013.
- MARANHÃO, A.S.; PAIVA, A.V. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 399-408, 2012.
- MATOS, F.S. et al. Influência da intensidade luminosa no desenvolvimento de mudas de *Jatropha curcas* L. **Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 265-271, 2011.
- MELO, J.T.; HARIDASAN, M. Resposta de mudas de carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog. Leguminosae) a nutrientes em Latossolo Vermelho Escuro. **Boletim de Pesquisa Agropecuária**, p. 1-23, 2010.
- MELO, R.R. et al. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 138-144, 2008.

- MIRANDA, F.S.; GIOTTO, A.C.; MUNHOZ, C.B.R. Crescimento inicial de *Cecropia pachystachya* Trec. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.
- MUROYA, K.; VARELA, V.P.; CAMPOS, M.A.A. Análise de crescimento de mudas de jacaréuba (*Calophyllum angulare* A.C. Smith – Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, v. 27, n. 3, p. 197-212, 1997.
- OLIVEIRA, A.K.M.; PEREZ, S.C.J.G.A. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 263-273, 2012.
- RAMOS, K.M.O. et al. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 2, p. 351-358, 2004.
- RESENDE, S.V. et al. Influência da luz e substrato na germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de *Calliandra* Benth. (Mimosoideae - Leguminosae) endêmicas da chapada Diamantina, Bahia. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 107-117, 2011.
- ROSA, L.S. et al. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 52, p. 87-98, 2009.
- SACRAMENTO, A.S.; SOUZA, D.R.; SANTOS, D.W.F.N. Potencialidades de espécies lenhosas nativas para produção madeireira, cultivadas em solos degradados. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-4, 2012.
- SANTOS, R.F.S. et al. Níveis de sombreamento na produção e desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 3, n. 3, 2010.
- SCALON, S.P.Q. et al. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 652-655, 2001.
- SCALON, S.P.Q. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.
- SCARIOT, A. Consequências da fragmentação da floresta na comunidade de palmeiras na Amazônia central. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 71-86, 1998.
- SHAW, R.G.; MITCHELL-OLDS, T. Anova for unbalanced data: an overview. **Ecology**, v. 74, p. 1638-1645, 1993.
- SIEBENEICHLER, S.C. et al. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.
- SILVA, B.M.S. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.
- SILVA, R.R. et al. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 365-370, 2007.
- TELES, C. et al. Influência da inoculação com fungos micorrízicos e níveis crescentes de P no crescimento inicial do Taxi dos campos. **Comunicado Técnico. EMBRAPA**, v. 34, p. 1-4, 1999.
- TOMASELLI, I. et al. Caracterização da madeira de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) para energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 6/7, p. 33-44, 1983.

DISTRIBUIÇÃO E FREQUÊNCIA DE AVES AQUÁTICAS EM HABITATS DE LAGOS DE UM PARQUE URBANO EM SÃO PAULO, SP¹

DISTRIBUTION AND FREQUENCY OF WATERFOWL IN HABITATS OF LAKES OF AN URBAN PARK IN SÃO PAULO, SP

Renato Ferreira LEMOS^{2,3}; Vanessa SIMEI-MARTINS²;
Arlaine dos Santos FRANCISCO²

RESUMO – Aves aquáticas destacam-se por ser uma importante ferramenta para verificar o grau de conservação e qualidade dos habitats, além da grande capacidade de algumas espécies em deslocar-se para escolha dos mesmos. O trabalho foi realizado no Jardim Botânico, inserido na malha urbana da cidade de São Paulo, e teve como objetivos identificar os micro-habitats presentes nos quatro lagos do instituto, denominados Lagos 1, 2, 3 e 4, realizar o levantamento da frequência de utilização por aves aquáticas e associar estas espécies aos micro-habitats. A coleta de dados foi entre abril/11 e maio/12, quinzenalmente, através de observação direta em oito pontos fixos, dois em cada lago. O tempo de permanência em cada ponto foi 45 minutos, totalizando 3 horas diárias. Foram realizadas 12 amostragens em cada ponto, totalizando 192 horas de observação. A frequência de ocorrência das espécies foi classificada nas seguintes categorias: ocupante raro (FO < 0,15), ocupante ocasional (FO entre 0,15 e 0,59) e ocupante frequente (FO > 0,60). Foram identificadas 18 espécies de aves aquáticas que utilizaram pelo menos um dos quatro lagos estudados do Jardim Botânico. O lago mais frequentado pelas espécies foi o Lago 1. As espécies com maior frequência foram *Ardea alba* e *Phalacrocorax brasilianus* e as espécies com menor frequência foram *Megaceryle torquata* e *Chloroceryle amazona*. É possível concluir que a escolha de micro-habitats por aves aquáticas está relacionada ao hábito de forrageamento de cada espécie, oferta de alimento disponível e necessidades de refúgio ou de uso de substrato para nidificação.

Palavras-chave: micro-habitat; ocorrência; Jardim Botânico de São Paulo.

ABSTRACT – Waterfowl stand out for being an important tool to assess the degree of conservation and habitat quality. Some species exhibit the ability to move between habitats and choose to use according to their needs. This study was conducted in the Jardim Botânico, inserted in the urban area of São Paulo, and it aimed to identify the micro-habitats present in four lakes of the institute, called Lakes 1, 2, 3 and 4, to survey the frequency of use by waterfowl and to associate these species to micro-habitats. Data collection was between April/11 and May/12, fortnightly, by direct observation in eight fixed points, two on each lake. The dwell time at each point was 45 minutes totaling 3 hours daily. Twelve samples were taken from each point totaling 192 hours of observation. The frequency of occurrence of the species was classified in the following categories: rare occupant (FO < 0.15), occasional occupant (FO between 0.15 and 0.59) and frequent occupant (FO > 0.60). Eighteen species of waterfowl that used at least one of the four lakes studied the Botanical Garden were identified. The Lake 1 was the most visited by the species. The species most frequent were *Ardea alba* and *Phalacrocorax brasilianus* and species less frequent *Megaceryle torquata* and *Chloroceryle Amazon*. We concluded that the choice of micro-habitats by waterfowl is related to their foraging habits, the need for shelter, or the use of substrates for nesting.

Keywords: Waterfowl; micro-habitat; occurrence; Jardim Botânico of São Paulo.

¹ Recebido para análise em 08.10.13. Aceito para publicação em 29.01.14.

² Universidade Nove de Julho, Curso de Ciências Biológicas, Rua Vergueiro, 235/249, 01504-001 São Paulo, SP, Brasil.

³ Autor para correspondência: Renato Ferreira Lemos – renatolemos_bio@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Parques urbanos são de grande importância às aves aquáticas como área de alimentação e reprodução, bem como local de pouso para aves migratórias (Scherer et al., 2010).

De acordo com Figueiredo e Lo (2000), o processo de desmatamento e a acentuada urbanização que ocorreram no município de São Paulo no último século, levaram a uma intensa alteração das comunidades de aves e na composição das espécies da região, transformando as áreas verdes que restaram no município em ilhas de refúgio para fauna e flora. Esse processo fez crescer a importância dos parques urbanos para as aves aquáticas como área de alimentação e reprodução, bem como local de pouso para aves migratórias (Scherer et al., 2010). Parques com vegetação diversificada e poucas construções, ou que ainda conservam vegetação natural, favorecem a manutenção de uma avifauna variada (Matarazzo-Neuberger, 1995).

A variação da riqueza de espécies de aves registradas em áreas verdes nas regiões metropolitanas pode ser explicada pelo padrão espacial dos ecossistemas urbanos, visto que as construções antrópicas podem representar barreiras à dispersão destes animais (Accordi, 2003).

As aves colonizaram as mais variadas regiões, sendo encontradas tanto em ambientes terrestres como em ambientes aquáticos (marinhos e continentais) (Schunck, 2008). De acordo com a Convenção de Ramsar de 1994, as aves ecologicamente dependentes de áreas úmidas passaram a ser consideradas como aves aquáticas (Accordi, 2003). A maioria das aves aquáticas vive à beira dos corpos d'água (Sick, 1997).

Variações na utilização do habitat pelas aves aquáticas ocorrem de acordo com as técnicas de forrageamento de cada espécie e especificidades no uso do habitat tornam estas espécies vulneráveis a perturbações ambientais (Nunes et al., 2002). Em decorrência do grau de dependência específica do meio aquático, a avaliação de comunidades de aves aquáticas pode ser uma importante ferramenta para verificar o grau de conservação e qualidade dos habitats (Scherer et al., 2010). Segundo Accordi (2003), a diversidade de espécies que habitam uma área úmida está relacionada com a variedade das estruturas de vegetação para alimentação, refúgio ou substrato para ninho.

Accordi e Hartz (2006), assim como Branco (2007), afirmam que a distribuição espacial das aves dentro de áreas úmidas não ocorre de forma uniforme e, por isto, estas áreas devem ser consideradas como mosaicos heterogêneos. Esses mosaicos são utilizados como habitat por diversas espécies de aves, seja eventualmente ou de forma dependente.

Nesse contexto, Scherer et al. (2006) ressaltam a necessidade de estudos que investiguem o papel dos grandes parques inseridos em áreas urbanas e os efeitos da degradação do meio decorrentes do avanço acelerado da urbanização.

Os objetivos do presente trabalho foram identificar os micro-habitats presentes nos Lagos do Jardim Botânico de São Paulo, realizar o levantamento da frequência de utilização por aves aquáticas e associar estas espécies aos micro-habitats.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O Jardim Botânico de São Paulo está situado dentro do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – PEFI. A reserva abriga vegetação remanescente de Mata Atlântica e está localizada entre os paralelos 23°38'08"S e 23°40'18"S e os meridianos 46°36'48"W e 46°38'00"W. Foram estudados quatro lagos do Jardim Botânico. Três deles localizam-se muito próximos a uma avenida de intensa movimentação e foram denominados Lagos 1, 2 e 3. O Lago 4 está inserido no interior da área verde do Jardim Botânico (Figura 1).

A coleta de dados teve início em abril de 2011 e término em maio de 2012. O método de estudo foi adaptado de Accordi e Hartz (2006) e as amostragens foram feitas quinzenalmente através de observação direta em levantamentos pareados (manhã e tarde) em oito pontos fixos. Foram estabelecidos dois pontos de observação em cada lago e o tempo de permanência em cada ponto foi 45 minutos, totalizando 3 horas diárias por visita. Foram realizadas 12 amostragens em cada ponto, totalizando 192 horas de observação.

As aves foram registradas com auxílio de binóculos 10x50 e a identificação de espécies foi feita com o auxílio de guias de campo. A nomenclatura científica e ordem taxonômica seguem o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2011), exceto para aves exóticas.

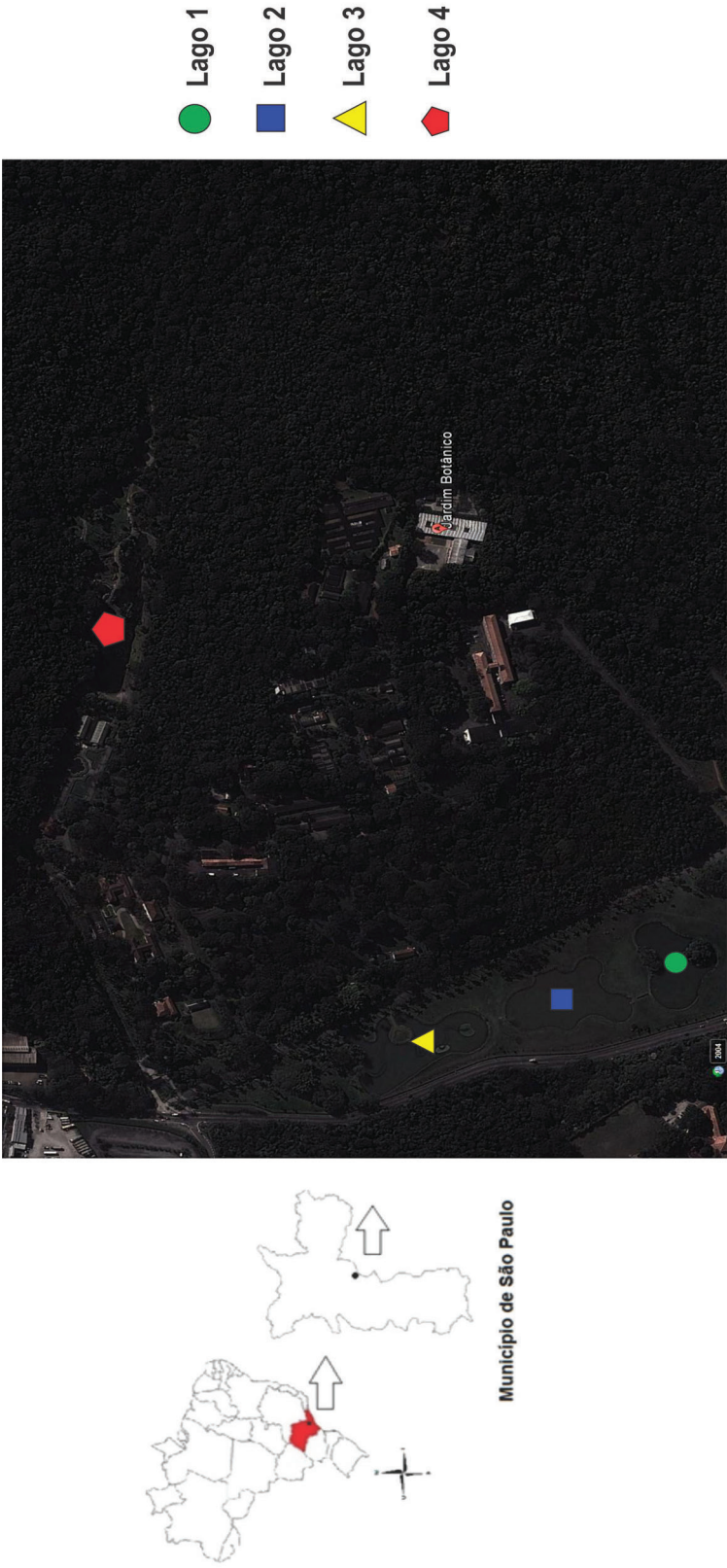


Figura 1. Mapa esquemático da localização e distribuição dos Lagos dentro do Jardim Botânico de São Paulo.
Figure 1. Schematic map of the location and distribution of lakes within the Jardim Botânico of São Paulo.

Para o cálculo da frequência de ocorrência das espécies por micro-habitat (FO), foi adotada a relação entre o número de levantamentos e o número de contatos da espécie em determinado micro-habitat e classificadas nas seguintes categorias, adaptadas de Argel-de-Oliveira (1995): ocupante raro (FO inferior a 0,15), ocupante ocasional (FO entre 0,15 e 0,59) e ocupante frequente (FO superior a 0,60).

3 RESULTADOS

Ao longo do estudo foram identificadas 18 espécies de aves aquáticas pertencentes a oito famílias, que utilizaram pelo menos um dos quatro lagos estudados no Jardim Botânico.

Os micro-habitats de cada lago foram categorizados da seguinte forma: Lago 1 – (i) margem com gramíneas, (ii) ilha com vegetação arbórea, (iii) vegetação arbórea com galhos secos, (iv) lâmina d'água e (v) escoadouro; Lagos 2 e 3 – (i) margem com gramíneas, (ii) lâmina d'água, (iii) vegetação arbórea e (iv) escoadouro; Lago 4 – (i) margem de cimento, (ii) lâmina d'água, (iii) macrófitas aquáticas do gênero *Nymphaea*, (iv) vegetação arbórea sobre margem e (v) banco de sedimentos. A frequência de ocorrência de aves em cada micro-habitat dos quatro lagos pode ser visualizada de forma detalhada nas Figuras 2 a 5.

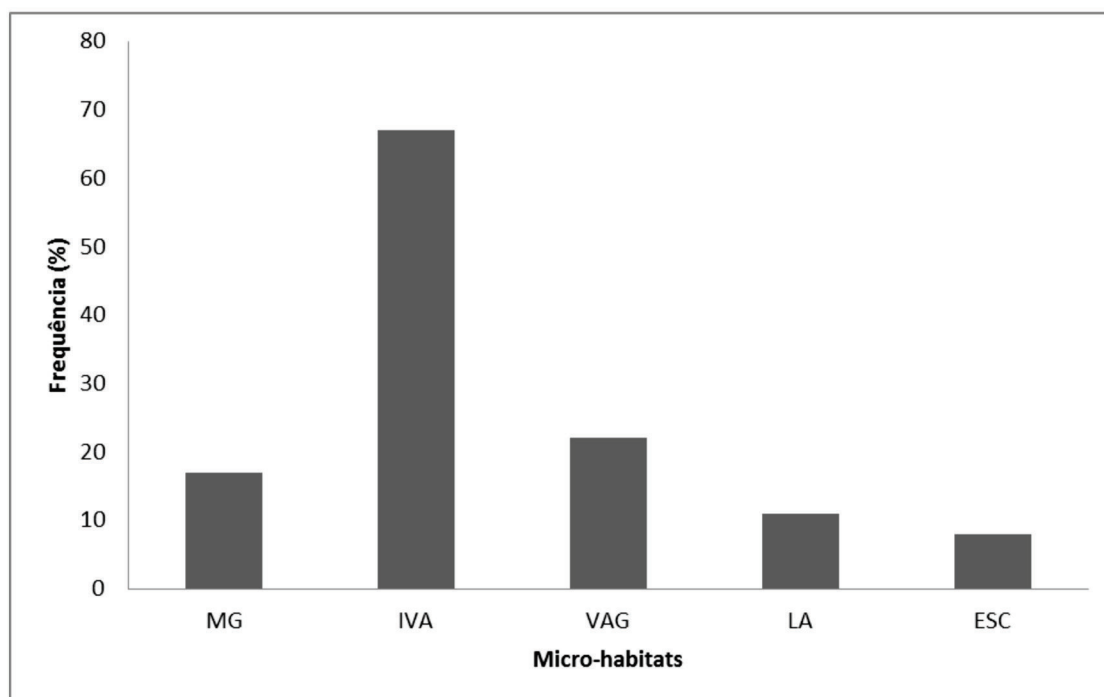


Figura 2. Frequência de uso dos diferentes micro-habitats do Lago 1 pelo total de indivíduos de 18 espécies de aves aquáticas no Jardim Botânico. ESC = escoadouro; IVA = ilha com vegetação arbórea; LA = lâmina d'água; MG = margem com gramíneas; VAG = vegetação arbórea e galhos secos.

Figure 2. Frequency of use of different microhabitats of Lake 1 by individuals of 18 species of waterfowl at the Jardim Botânico. ESC = gully; IVA = islet with arboreal vegetation; LA = water surface; MG = margin with grasses; VAG = arboreal vegetation and dry twigs.

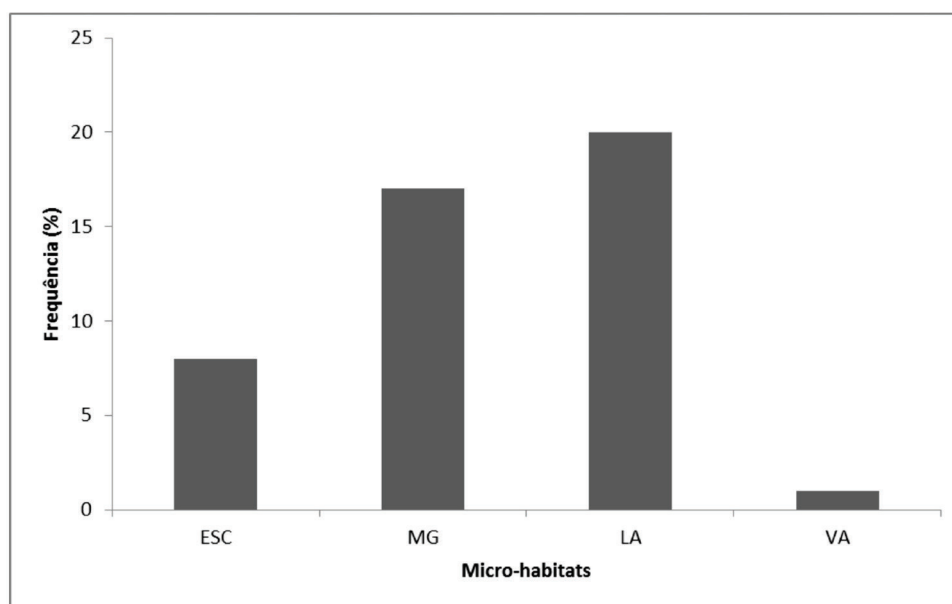


Figura 3. Frequência de uso dos diferentes micro-habitats do Lago 2 pelo total de indivíduos de 18 espécies de aves aquáticas no Jardim Botânico. ESC = escoadouro; LA = lâmina d'água; MG = margem com gramíneas; VA = vegetação arbórea.

Figure 3. Frequency of use of different microhabitats of Lake 1 by individuals of 18 species of waterfowl at the Jardim Botânico. ESC = gully; LA = water surface; MG = margin with grasses; VA = arboreal vegetation.

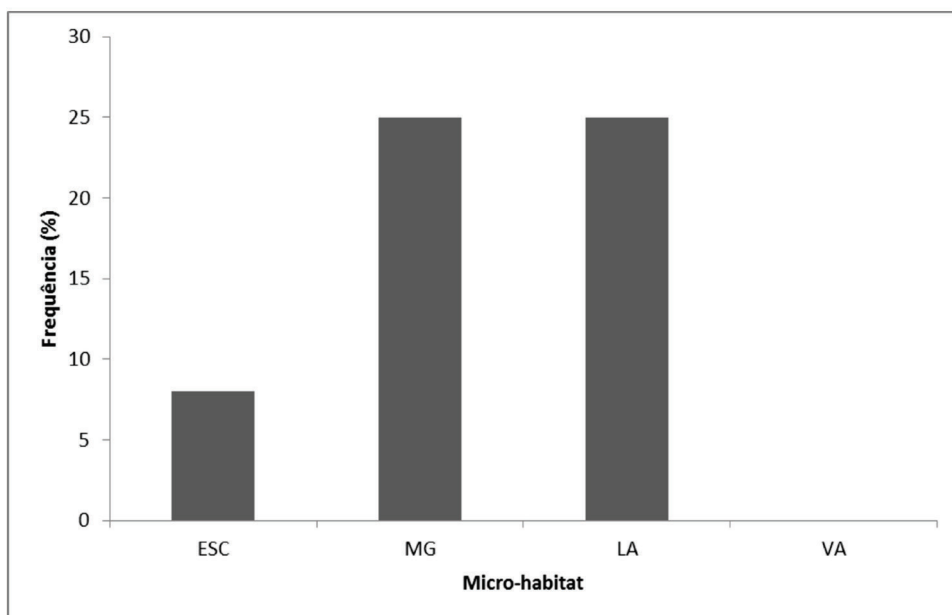


Figura 4. Frequência de uso dos diferentes micro-habitats do Lago 3 pelo total de indivíduos de 18 espécies de aves aquáticas no Jardim Botânico. ESC = escoadouro; MG = margem com gramíneas; LA = lâmina d'água; VA = vegetação arbórea.

Figure 4. Frequency of use of different microhabitats of Lake 1 by individuals of 18 species of waterfowl at the Jardim Botânico. ESC = gully; LA = water surface; MG = margin with grasses; VA = arboreal vegetation.

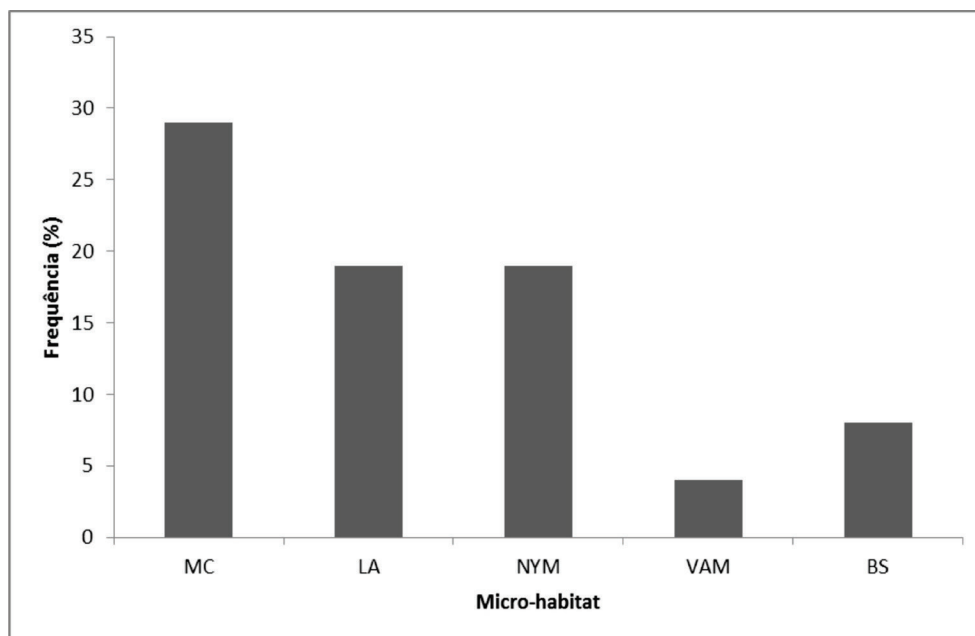


Figura 5. Frequência de uso dos diferentes micro-habitats do Lago 4 pelo total de indivíduos de 18 espécies de aves aquáticas no Jardim Botânico. MC = margem de cimento; LA = lâmina d'água; NYM = *Nymphaea*; VAM = vegetação arbórea sobre margem; BS = banco de sedimentos.

Figure 5. Frequency of use of different microhabitats of Lake 1 by individuals of 18 species of waterfowl at the Jardim Botânico. MC = cement margin; LA = water surface; NYM = *Nymphaea*; VAM = arboreal vegetation on margin; BS = bank sediments.

Das dezoito espécies registradas nos lagos, 14 foram observadas utilizando os micro-habitats do Lago 1, fazendo deste, o lago com o maior número de espécies registradas. O micro-habitat mais frequentado desse lago foi a ilha com vegetação arbórea, onde em todas as amostragens foram avistadas espécies no local e que serve

como ninhal e dormitório das espécies *Nycticorax nycticorax* e *Ardea alba*.

Onze espécies foram observadas no Lago 2, sendo que o micro-habitat mais utilizado por elas foi a lâmina d'água. São elas a espécie piscívora mergulhadora *Phalacrocorax brasilianus* e as espécies filtradoras *Amazonetta brasiliensis* e *Anas flavirostris*.

Das dezoito espécies registradas nos quatro lagos, 12 foram observadas no Lago 3. A lâmina d'água e a margem com gramíneas foram utilizadas na mesma proporção pelas espécies durante o forrageamento (busca e obtenção de recursos alimentares), tanto por aves paludícolas pernaltas quanto por espécies mergulhadoras.

Seis espécies foram observadas no Lago 4, muito utilizado para forrageamento por aves filtradoras. As margens de cimento desse lago foram o micro-habitat que apresentou o maior número de espécies, as quais utilizaram o local para repouso. A área coberta por macrófitas (*Nymphaea* sp.) foi utilizada na mesma proporção em que a lâmina d'água sem macrófitas.

Dendrocygna viduata (irerê); registrada nos Lagos 1 e 2. Espécie considerada como visitante, foi observada em apenas duas visitas. Em uma das amostragens, na margem com gramíneas do Lago 1, no outono, e na segunda observação da espécie estava na margem com gramínea do Lago 2, na primavera.

Anser anser domesticus (ganso doméstico): registrada nos Lagos 1, 2 e 3. Espécie introduzida e residente do Jardim Botânico foi observada em todas as amostragens a mais de dois metros de distância das margens, sempre entre os Lagos 2 e 3. Em apenas três amostragens foi observada usando algum dos micro-habitats. Foi observada na lâmina d'água dos Lagos 1, 2 e 3 e na ilhota do Lago 1.

Amazonetta brasiliensis (pé-vermelho): registrada nos Lagos 1, 2, 3 e 4. Espécie residente do Jardim Botânico. No Lago 1, a espécie foi observada apenas uma vez utilizando a lâmina d'água, bem ao centro do lago, sem forrageamento. No Lago 2, foi observada utilizando a lâmina d'água. Em uma das amostragens foi observado apenas um indivíduo no lago, sendo que em todas as outras haviam indivíduos em bando ou casais. Em outra ocasião, no mesmo Lago, foi observado um casal exibindo cuidado parental com apenas um filhote em repouso na margem do lago.

No Lago 3, foi observada utilizando a lâmina d'água no centro do lago. No Lago 4, foi observada usando a margem de cimento para se aquecer e a parte do lago com *Nymphaea* para forragear. Na lâmina d'água, os indivíduos ficaram em disputa territorial com as espécies *Anas georgica* e *Anas flavirostris*. Espécie com preferência pelos micro-habitats do Lago 4, onde usa as margens de cimento como dormitório. Nas primeiras horas da manhã, os indivíduos concentram-se no Lago 4, onde são alimentados por visitantes. Após se alimentarem, voam até os Lagos 1, 2 ou 3, onde permanecem na lâmina d'água. São ariscos com a presença humana nos Lagos 1, 2 e 3, apesar de estarem habituados com os visitantes do parque no Lago 4.

Anas flavirostris (marreca-pardinha): registrada nos Lagos 2, 3 e 4. No Lago 2, foi observada apenas uma vez na lâmina d'água, no centro do lago. No Lago 3, foi observada tanto na margem com gramíneas em repouso quanto na lâmina d'água, forrageando em todo o lago. No Lago 4, foi observada usando a margem de cimento para se aquecer e para repouso, e o ambiente com *Nymphaea* para forrageamento. Com frequência podem ser observadas em disputas territoriais com outras espécies.

Anas georgica (marreca-parda): registrada nos Lagos 3 e 4. No Lago 3, a espécie foi observada em apenas 4 amostragens na lâmina d'água no centro do lago. Exibe preferência pelo Lago 4, onde foi vista em 80% das observações. Foi registrada na margem de cimento em repouso e em forrageamento por todo o lago. Os indivíduos demonstraram disputa territorial com outras espécies.

Alopochen aegyptiaca (ganso-do-egito): espécie considerada como visitante, foi observada em três ocasiões na margem com gramíneas dos Lagos 1, 2 e 3. Provável escape do Zoológico de São Paulo, que faz divisa com o Jardim Botânico.

Phalacrocorax brasilianus (biguá): registrada nos Lagos 1, 2 e 3. No Lago 1 foi observada muitas vezes em repouso no escoadouro, secando as penas. Também foi observada empoleirada na vegetação da ilha, sempre na parte periférica próxima a água. No Lago 2, foi observada em repouso aquecendo-se no escoadouro. Espécie dominante nesse micro-habitat. Também foi vista na lâmina d'água, utilizando todo o lago. Em apenas uma amostragem foi observada em disputa territorial e alimentar com outra espécie (*Egretta thula*), levando vantagem na disputa por mergulhar para pegar a presa. No Lago 3, foi observada aquecendo-se e secando as penas no escoadouro e forrageando por todo o lago em disputa interespecífica por alimento. Também foi observada uma única vez em repouso na margem com gramíneas.

Anhinga anhinga (biguatinga): registrada no Lago 1. Espécie observada em quatro amostragens, somente no Lago 1, utilizando os micro-habitats da vegetação da ilha e vegetação de galhos secos sobre a margem.

Nycticorax nycticorax (savacu): foi registrada somente no Lago 1, sempre empoleirada na vegetação da ilha e de galhos secos da margem.

Butorides striata (socozinho): registrada nos Lagos 1, 2 e 3. No Lago 1, foi vista utilizando dois micro-habitats, o alto da vegetação da ilha e os galhos secos sobre a margem. No Lago 2, foi observada forrageando na margem com gramíneas. No Lago 3, foi observada na margem com gramíneas, tanto em forrageamento quanto em repouso.

Ardea cocoi (garça-moura): registrada nos Lagos 1 e 3. No Lago 1, foi observada no solo do centro da ilha e forrageando a margem com gramíneas. No Lago 3, foi observada forrageando na margem com gramíneas.

Ardea alba (garça-branca-grande): registrada nos Lagos 1, 2, 3 e 4. No Lago 1, a espécie foi observada na vegetação da ilha em todas as amostragens, inclusive com nidificação. Foi vista apenas duas vezes forrageando na margem com gramíneas. No Lago 2, a espécie foi observada apenas

uma vez forrageando a margem com gramíneas. No Lago 3, foi observada por três vezes forrageando a margem com gramíneas. Em uma das ocasiões foi vista na lâmina d'água com a profundidade em seu ventre e em disputa alimentar com *P. brasilianus*. No Lago 4, foi observada uma vez forrageando a margem de cimento e na lâmina d'água com a profundidade da água em seu metatarso.

Egretta thula (garça-branca-pequena): registrada nos Lagos 1, 3 e 4. No Lago 1, foi observada em repouso no escoadouro e forrageando a margem com gramíneas. No Lago 3, foi observada forrageando a margem com gramíneas e no Lago 4 forrageando na margem de cimento.

Platalea ajaja (colhereiro): a espécie foi vista apenas no Lago 2, por duas vezes, forrageando na margem com gramíneas.

Aramus guarauna (carão): registrada nos Lagos 1, 2 e 3. No Lago 1, foi observada utilizando dois micro-habitats, empoleirada na vegetação da ilha e empoleirada nos galhos secos da margem. Nos Lagos 2 e 3, foi observada forrageando na margem com gramíneas.

Gallinula galeata (frango-d'água-comum): registrada nos Lagos 1, 2, 3 e 4. No Lago 1, foi observada forrageando na margem com gramíneas. Uma vez em repouso na vegetação de galhos secos e na lâmina d'água, sempre estava vocalizando. Também foi vista exibindo cuidados parentais. No Lago 2, foi vista forrageando na margem com gramíneas. No Lago 3, foi observada forrageando na margem com gramínea e em repouso no escoadouro. No Lago 4, foi observada forrageando a margem de cimento em metade das amostragens. Nidificou na vegetação arbórea sobre a margem.

Megaceryle torquata (martim-pescador-grande): foi registrada algumas vezes sobrevoando os lagos, porém só foi observada uma vez fazendo uso do micro-habitat da vegetação arbórea do Lago 2.

Chloroceryle amazona (martim-pescador-verde): observada algumas vezes sobrevoando os Lagos 1, 2 e 3 e uma vez na ilha do Lago 1.

Tabela 1. Espécies registradas nos lagos do Jardim Botânico de São Paulo entre abril/2011 e maio/2012. Micro-habitats categorizados em: MG = margem com gramíneas; IV = ilha com vegetação arbórea; VG = vegetação arbórea e galhos secos; CA = lâmina d'água; ES = escoadouro; VA = vegetação arbórea; MC = margem de cimento; NY = macrófitas do gênero *Nymphaea*; VM = vegetação arbórea sobre margem; BS = banco de sedimentos. Frequência de ocorrência das espécies adaptadas de Argel-de-Oliveira (1995): ocupante frequente (FO superior a 0,60), ocupante ocasional (FO entre 0,15 e 0,59), ocupante raro (FO inferior a 0,15).

Table 1. Species recorded in the lakes of the Botanical Garden of São Paulo between April/2011 and May/2012. Microhabitats categorized into: MG = margin with grasses, IV = small island with woody vegetation; VG = woody vegetation and deadwood; CA = water surface; ES = bank of sediments; VA = arboreal vegetation; MC = cemented margin; NY = macrophytes of the genus *Nymphaea*; VM = arboreal vegetation on shore; BS = bank of sediments. The frequency of occurrence of species was adapted from Argel-de-Oliveira (1995): frequent occupant (FO more than 0.60), occasional occupant (FO between 0.15 and 0.59), rare occupant (less than 0.15 FO).

FAMÍLIA	Lago 1				Lago 2				Lago 3				Lago 4					
	MG	IV	VA	CA	ES	MG	VA	CA	ES	MG	VA	CA	ES	MC	NY	VM	BS	CA
ANATIDAE																		
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	0.04	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anser anser domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	-	0.04	-	0.04	-	-	-	0.04	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	0.04	-	0.04	0.04	-	-	-	0.16	-	-	-	0.2	-	0.29	0.33	-	0.12	0.25
<i>Anas flavirostris</i> (Vieillot, 1816)	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	0.12	-	0.21	0.21	-	-	0.16
<i>Anas georgica</i> (Gmelin, 1789)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.17	-	0.21	0.25	-	0.17	0.25
<i>Alopochen aegyptiacus</i> (Linnaeus, 1766)	0.04	-	-	-	-	0.04	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-
PHALACROCORACIDAE																		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	-	0.09	-	0.12	0.29	-	-	0.58	0.33	0.04	-	0.42	0.29	-	-	-	-	-
Anhingidae																		
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	-	0.17	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARDEIDAE																		
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	0.16	0.75	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	-	0.17	0.25	-	-	0.21	-	-	-	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ardea cocoi</i> (Linnaeus, 1766)	0.12	0.29	-	-	-	-	-	-	-	0.21	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)	0.21	1	-	-	-	0.12	-	-	-	0.29	-	-	-	0.12	-	-	-	-
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	-	0.17	-	-	0.04	-	-	-	-	0.17	-	-	-	0.08	-	-	-	-
THRESKIORNITHIDAE																		
<i>Platalea ajaja</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

continua
to be continued

continuação –Tabela 1
continuation – Table 1

FAMÍLIA Espécie	Lago 1						Lago 2						Lago 3						Lago 4					
	MG	IV	VA	CA	ES	MG	VA	CA	ES	MG	VA	CA	ES	MG	VA	CA	ES	MG	VA	CA	ES	MG	VA	CA
ARAMIDAE																								
<i>Aramus guarana</i> (Linnaeus, 1766)	–	0.08	0.04	–	–	0.04	–	–	–	0.08	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
RALLIDAE																								
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	0.08	–	0.04	0.25	–	0.08	–	–	–	0.04	–	–	–	0.04	–	0.08	0.04	0.29	–	0.16	–	–	–	0.12
ALCEDINIDAE																								
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	–	–	–	–	–	–	0.04	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	–	0.04	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

4 DISCUSSÃO

Rodrigues e Michelin (2005) registraram 27 espécies de aves aquáticas na Lagoa Sumidouro, em Minas Gerais, e Carvalho (2010) registrou 11 espécies pertencentes a sete famílias de aves aquáticas no Parque Natural de Esporte Chico Mendes, no município de Sorocaba, SP, que se alimentam de peixes e utilizam as margens dos lagos do parque para forragear. No Jardim Botânico, o número de aves piscívoras foi de nove espécies de quatro famílias e a preferência para o forrageamento também foi as margens dos lagos. A menor riqueza de aves observada no Jardim Botânico, comparada com Rodrigues e Michelin (2005), pode indicar baixa tolerância de algumas espécies de aves aquáticas à influência antrópica. O Jardim Botânico fica ao lado de uma avenida muito movimentada e a única área de refúgio para as aves aquáticas, a ilha do Lago 1, que em comparação aos outros micro-habitats é o menos acessível aos visitantes, foi o micro-habitat com maior número de espécies. Os outros micro-habitats permitem uma maior aproximação dos visitantes, o que pode interferir na permanência das aves no local.

As espécies de aves aquáticas de maior porte corpóreo, como *A. alba*, *A. cocoi*, *A. aninga*, *A. guarauna* e *P. ajaja* são mais sensíveis à presença de humanos, possuindo maior distância para alerta e voo (Scherer, 2010). Em contraste, as aves de menor porte, como *B. striata* e *N. nycticorax* são mais tolerantes, permitindo uma maior aproximação de pessoas (Gutzwiller et al., 1998; Fernández-Juricic et al., 2001; Campbell, 2006). Essa informação corrobora os resultados do presente estudo, pois as espécies maiores foram observadas, em sua maioria, no Lago 1, principalmente na ilha, enquanto as espécies menores foram mais frequentes nos demais lagos, onde o público pode se aproximar mais. Em concordância com os resultados de Accordi (2003), a constância no conjunto de espécies pode refletir uma maior estabilidade ambiental.

A disponibilidade de alimento, abrigo e sítios de nidificação ao longo de todo o ciclo sazonal diminuiria a necessidade de as espécies se deslocarem para outros ambientes.

Segundo Branco (2007), áreas úmidas são como mosaicos onde as aves raramente se encontram distribuídas uniformemente. Nunes et al. (2002) e Pimenta et al. (2007) apontam em seus estudos que os padrões de preferência ou rejeição de habitats pelas espécies dependem de seu tipo de dieta, o que foi observado no presente estudo.

Moura (2009) diz que as espécies formam ninhas multiespecíficos, trazendo vantagens como a redução do risco de predação, porque os predadores tendem a se manter mais afastados. Scherer et al. (2006) destacam o potencial da família Ardeidae em nidificar em grandes ninhas mistos. No presente estudo foram observadas as espécies *A. alba* e *N. nycticorax* dividindo o ninhal da ilha do Lago 1.

Pimenta et al. (2007), em seu estudo na Lagoa da Pampulha em Belo Horizonte – MG, observaram maior frequência de ocorrência das espécies *P. brasiliensis* e *A. alba* em relação às demais espécies. A mesma situação foi observada no presente estudo.

Sick (1997) relata que a diferença de uso de habitats provavelmente está relacionada à estratégia de forrageamento de cada espécie. Indivíduos de *P. brasiliensis* são exímios mergulhadores, pescam sozinhos, em casais ou, às vezes, em bandos de até duzentos indivíduos, cercando as presas para obter maior sucesso na captura. No presente estudo, a maioria dos avistamentos de *P. brasiliensis* foi obtida enquanto forrageavam na lâmina d'água, em bandos pequenos e às vezes solitariamente. Nunes et al. (2002), em seu trabalho, confirmam o comportamento de caça ativa em grandes profundidades, assim como no presente estudo. Porém os trabalhos se diferem na questão de forrageamento em bandos ou solitários, pois em seu estudo no Lago Camaleão, sempre estavam em grupos, ao contrário do que foi observado no Jardim Botânico.

No trabalho que Carvalho (2010) desenvolveu no Parque Natural Chico Mendes, a espécie *P. brasiliensis* teve menor número de frequência e o autor sugere que o possível motivo seria as dimensões muito pequenas dos lagos do parque. Os lagos do Jardim Botânico também apresentam dimensões pequenas, porém a frequência de ocorrência da espécie *P. brasiliensis* foi elevada, sendo a segunda espécie com mais registros nos lagos do parque, com exceção do Lago 4, onde não foi avistada. Pimenta et al. (2007) relatam que a espécie evita os ambientes com macrófitas, mas não foi demonstrada preferência significativa da espécie por nenhum tipo de habitat específico. No presente estudo, a espécie também evitou o ambiente onde existem macrófitas e não foi vista nenhuma vez no Lago 4. Todavia, os indivíduos da espécie exibiram preferência por certos habitats, como os escoadouros e galhos secos sobre margem.

A espécie *A. alba*, bioindicadora de qualidade da água, foi a ave com o maior número de registros no trabalho de Carvalho (2010) no Parque Natural Chico Mendes, no município de Sorocaba, assim como no presente estudo. No estudo de Gimenes e Anjos (2007) foi registrada a predominância do forrageamento solitário da espécie *A. alba* com forrageamento passivo, em margens com gramíneas. No presente estudo, também houve predominância do forrageamento solitário, porém exibindo comportamento ativo. De acordo com Pimenta et al. (2007), a ocorrência de *A. alba* nos seus habitats preferenciais aumenta principalmente no período de 10 h às 13 h e um efeito contrário é percebido nos ambientes de baixa profundidade com a presença de macrófitas, em que há diminuição do número de registros neste mesmo período do dia. O presente estudo foi realizado no horário entre 6 e 10 h, talvez por isto a espécie tenha sido observada em repouso na maioria das vezes, razão pela qual o resultado foi diferente. Outro resultado do presente estudo que difere com o do autor é que nos lagos do

Jardim Botânico em nenhuma visita foi avistada a espécie *A. alba* em ambiente de maior profundidade com a presença de macrófitas, ou seja, ela evitou os ambientes de maior profundidade.

A espécie *D. viduata*, que pode ser facilmente observada em bandos em outros parques da cidade e no Jardim Zoológico de São Paulo, exibiu frequência de ocorrência categorizada como rara no Jardim Botânico. Foram observados indivíduos solitários em apenas duas amostragens nas margens com gramíneas dos Lagos 1 e 2.

Segundo Pimenta et al. (2007), um dos fatores determinantes para a ocupação de um determinado ambiente por membros da família Anatidae (patos, marrecas, gansos) é a presença de vegetação aquática circundante de onde retiram a matéria vegetal da qual se alimentam. Sementes, folhas, raízes e frutos compõem a base da sua dieta, fazendo com que prefiram ambientes eutróficos. A espécie *A. brasiliensis* esteve presente de forma moderada nos Lagos 1, 2 e 3, os quais não possuem macrófitas. Pimenta et al. (2007), em seu estudo, obtiveram um resultado diferente pois as espécies evitaram significativamente ambientes sem a presença de macrófitas. Os mesmos autores observaram um padrão de preferência exibido pelos representantes da família Alcedinidae (martins-pescadores) em ocupar áreas de espelho d'água, principalmente em maiores profundidades. No presente estudo, ocorreu o mesmo, além de as espécies terem sido vistas em galhadas e vegetação arbórea.

Segundo Sick (1997), indivíduos da espécie *A. anhinga* permanecem por entre a galharia onde esperam insetos, além de serem exímios mergulhadores em forrageamento ativo. Carvalho (2010) diz que a espécie *A. anhinga* obteve um índice baixo de frequência de ocorrência em seu estudo do Parque Natural Chico Mendes. No presente estudo, a espécie também obteve um baixo índice, sendo considerada como espécie ocasional.

A espécie *B. striata* foi encontrada em maior número nas margens, poleiros e galhadas, enquanto no trabalho de Nunes et al. (2002) a espécie foi observada em locais com presença de macrófitas. O mesmo autor observou que a maioria dos indivíduos (90%) dessa espécie se encontrava no local de forrageamento, ou seja, percorrendo a margem do lago, sempre solitários. No presente estudo houve uma igualdade de frequência de ocupação entre os habitats de margem com gramíneas e poleiros e galhadas, com indivíduos também observados sempre solitários.

Indivíduos de *A. cocoi* foram observados por Nunes et al. (2002) na margem do lago, caminhando e parando, o que corrobora o hábito de caçador por espreita documentado para a espécie. Foi a maior ave piscívora da área estudada. No presente estudo, a espécie também foi observada forrageando em margens com gramíneas, porém exibiram comportamento ativo e de disputa por território, expulsando as outras espécies presentes no lago.

Ao contrário do trabalho de Pimenta et al. (2007), a espécie *E. thula* teve baixo número de registros e não foi vista nenhuma vez forrageando em margem com macrófitas. A espécie foi observada em forrageio nas margens, com gramíneas e com cimento, corroborando com o trabalho de Nunes et al. (2002), no qual indivíduos foram observados, na maioria das vezes, em forrageamento solitário (90%). O presente estudo apresenta uma discordância com o trabalho de Gimenes e Anjos (2007) quanto à frequência de forrageamento, pois a espécie forrageava em agregações, diferente dos indivíduos observados no Jardim Botânico, mais frequentes forrageando sozinhos, tanto nas margens com gramíneas como nas margens de cimento. A espécie *N. nycticorax*, considerada uma espécie de hábitos noturnos e crepusculares (Branco e Fracasso, 2005), foi observada em algumas amostragens forrageando a margem com gramíneas, pela manhã.

A família Anatidae merece uma atenção especial, pois são 10 espécies com ampla distribuição pelos ambientes alagados do município de São Paulo, sendo que destas, três são migratórias *A. georgica*, *A. versicolor* e *A. flavirostris* (Schunk, 2008). Na área de estudo foram registradas seis espécies da família, inclusive duas consideradas migratórias, *A. georgica* e *A. flavirostris*.

5 CONCLUSÃO

É possível concluir que a escolha de micro-habitats por aves aquáticas está relacionada com o hábito de forrageamento de cada espécie, como os mergulhadores piscívoros que foram mais frequentes nos Lagos 2 e 3 e as espécies filtradoras *A. flavirostris*, *A. georgica* e *Amazonetta brasiliensis* com maior frequência no Lago 4 devido à oferta de alimento. A escolha também ocorre de acordo com suas necessidades de refúgio ou de uso de substrato para nidificação, como no caso dos indivíduos da família Ardeidae (garças e socós) que utilizaram com maior frequência a ilha com vegetação arbórea do Lago 1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCORDI, I.A. **Estrutura espacial e sazonal da avifauna e considerações sobre a conservação de aves aquáticas em uma área úmida no Rio Grande do Sul, Brasil**. 2003. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

_____.; HARTZ, S.M. Distribuição espacial e sazonal da avifauna em uma área úmida costeira do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 14, n. 3, p. 117-135, 2006.

ARGEL-DE-OLIVEIRA, M.M. Aves e vegetação em um bairro residencial da cidade de São Paulo (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 1, p. 81-92, 1995.

BRANCO, J.O. Avifauna aquática do Saco da Fazenda (Itajaí, Santa Catarina, Brasil): uma década de monitoramento. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 4, p. 873-882, 2007.

_____.; FRACASSO, A.A.H. Reprodução de *Nycticorax nycticorax* (Linnaeus) no litoral de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 424-429, 2005.

CAMPBELL, M.O. Urban parks as shared spaces? The utility of alert distances indicators of avian tolerance of humans in Stirling, Scotland. **Area**, v. 38, n. 3, p. 301-311, 2006.

CARVALHO, F.F. Comportamento alimentar das aves piscívoras aquáticas do Parque Natural “Chico Mendes”. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 3, n. 2, p. 11-19, 2010.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS – CBRO. **Listas das aves do Brasil**. 10. ed. 2011. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 2 dez. 2011.

FERNÁNDEZ-JURICIC, E.; DOLORES, M.; LUCAS, E. Alert distance as an alternative measure of bird tolerance to human disturbance implications for park design. **Environmental Conservation**, v. 28, n. 28, p. 263-269, 2001.

FIGUEIREDO, L.F.A.; LO, K. Lista das aves do município de São Paulo. **Boletim do CEO**, n. 14, p. 15-35, 2000.

GIMENES, M.R.; ANJOS, L. Variação sazonal na sociabilidade de forrageamento das garças *Ardea alba* (Linnaeus, 1758) e *Egretta thula* (Molina, 1782) (Aves: Ciconiiformes) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 3, p. 409-416, 2007.

GUTZWILLER, K.L. et al. Bird tolerance to human intrusion in Wyoming montane forests. **Condor**, n. 100, p. 519-527, 1998.

MATARAZZO-NEUBERGER, W.M. Comunidades de aves de cinco parques e praças da Grande São Paulo, Estado de São Paulo. **Ararajuba**, v. 3, n. 1, p. 13-19, 1995.

MOURA, F.G. **Fatores do habitat e da paisagem associados à presença de colônias nidificação de aves aquáticas**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.

NUNES, J.R.S. et al. Distribuição de frequência em habitats por aves aquáticas piscívoras do Lago Camaleão, Ilha da Marchantaria, AM. In: ZUANON, J.; VENTICINE, E. (Ed.). **Ecologia da Floresta Amazônica: curso de campo**. Manaus: INPA, 2002. Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/~pdbff/cursos/efa/livro/efa2002_2.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2011

PIMENTA, F.E.; DRUMMOND, J.C.P.; LIMA, A.C. Aves aquáticas da Lagoa da Pampulha: seleção de habitats e atividade diurna. **Lundiana**, v. 8, n. 2, p. 89-96, 2007.

RODRIGUES, M.; MICHELIN, V.B. Riqueza e diversidade de aves aquáticas de uma Lagoa natural no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 928-935, 2005.

SCHERER, J.F.M. et al. Estudo da avifauna associada à área úmida situada no Parque Mascarenhas de Moraes, zona urbana de Porto Alegre, RS. **Biotemas**, v. 19, n. 1, p. 107-110, 2006.

_____.; SCHERER, A.L.; PETRY, M.V. Estrutura trófica e ocupação de habitat da avifauna de um parque urbano em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 169-180, 2010.

LEMOS, R.F.; SIMEI-MARTINS, V.; FRANCISCO, A.S. Distribuição e frequência da avifauna aquática do Jardim Botânico – SP

SCHUNK, F. As aves do município de São Paulo: conhecimento histórico, diversidade e conservação. In: MALAGOLI, L.R. et al. (Ed.). **Além do concreto:** contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. p. 270-313.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 912 p.

**MAPEAMENTO DE ÁREAS DE INUNDAÇÃO NA SUB-BACIA DO CÓRREGO HORIZONTE,
MUNICÍPIO DE ALEGRE, ES¹**

**MAPPING AREAS OF FLOODING IN HORIZONTE STREAM SUB-BASIN,
MUNICIPALITY OF ALEGRE, ES**

Rafaela da SILVEIRA²; Sanderléia de Oliveira dos SANTOS²;
Ana Paula ROSSI²; Fernando Coelho EUGENIO²; Alexandre Rosa dos SANTOS^{2, 3}

RESUMO – Inundação é um evento natural, entretanto vem ocasionando cada vez mais danos humanos e materiais. O mapeamento das áreas inundáveis é importante para eliminar os riscos de ocorrência do fenômeno e estabelecer o uso adequado de determinados locais da bacia. O objetivo deste trabalho foi delimitar as áreas de risco na sub-bacia do córrego Horizonte, pertencente ao município de Alegre, ES. Para o mapeamento das áreas sujeitas à inundação foi utilizada a metodologia proposta por Saaty (1977) e os mapas foram confeccionados pelo aplicativo ArcGIS. Os resultados evidenciam que a declividade do terreno aliada à hidrografia e altitude, são importantes parâmetros de determinação de áreas propícias à inundação. Na sub-bacia em estudo, a região sul apresenta médio risco, sendo observado o contrário na região norte.

Palavras-chave: áreas de risco; modelagem; geotecnologia.

ABSTRACT – Flooding is a natural event, however it is causing more and more casualties and damage. The mapping of the wetlands is important to eliminate the risk of occurrence of the phenomenon and to determine the appropriate use of certain areas of the basin. The aim of this study was to define risk areas in the Horizonte stream subbasin, belonging to the municipality of Alegre, ES. For the mapping of areas subject to flooding the methodology proposed by Saaty (1977) was used and the maps were made by ArcGIS application. The results show that the land declivity combined with hydrography and altitude are important parameters for determining the flood prone areas. In the studied sub-basin, the southern region has average risk, whereas the opposite was observed in the north.

Keywords: risk areas; modeling; geotechnology.

¹ Recebido para análise em 03.07.13. Aceito para publicação em 04.02.14.

² Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Governador Lindenberg, 316, 29550-000 Jerônimo Monteiro, ES, Brasil.

³ Autor para correspondência: Alexandre Rosa dos Santos – mundogeomatica@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

Parte dos municípios brasileiros enfrenta problemas de inundação, principalmente aqueles situados em áreas de baixadas devido ao crescimento desordenado das cidades em locais inapropriados, causando o assoreamento de rios, com riscos de soterramento. Essa ocupação causa alterações no uso e ocupação do solo, resultando em degradação e impactos ambientais nas bacias hidrográficas e, consequentemente, mudanças na paisagem natural.

Geralmente, esses impactos ocorrem nas planícies de inundação, que são definidas como as áreas relativamente planas e baixas que de tempos em tempos recebem os excessos de água que transbordam ou acumulam no canal de drenagem (Castro, 1998).

A Lei Federal nº 6.766/79 determina que não haja edificações em torno de cursos d'água, rodovias, ferrovias e edutos, num espaço de 15 m de largura, já o Código Federal nº 4.771/65 e a Lei nº 12651/12 reforçam a ideia de que cursos d'água menores que 10 m de largura, devem ter proteção de 30 m de ambos os lados, porém, estas leis muitas vezes não são seguidas, principalmente em grandes cidades, onde a fiscalização não consegue dominar a rapidez do crescimento urbano, sem planejamento (Silva e Zaidam, 2004).

Com a rapidez da expansão urbana, Vieira et al. (2006) citam que as técnicas tradicionais utilizadas para monitorar a ocupação das áreas das bacias hidrográficas já não são tão eficientes em seus resultados, necessitando o emprego de novos métodos que possuam tecnologia apropriada para detectar, em tempo real, as alterações ambientais decorrentes.

Entre as ferramentas empregadas para avaliação de risco de inundações, encontram-se os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem (Santos et al., 2010), sendo fundamentais no desenvolvimento de mapas de áreas de riscos de inundação (Chapman, 1994).

Segundo Hora e Gomes (2009), a cartografia tem sido um instrumento amplamente utilizado para detecção das áreas de risco de inundação, utilizando-se de várias metodologias que têm como base a combinação de dados e informações

referentes a aspectos geológicos (litologia), geomorfológicos (declividade, hipsometria, etc.) e de uso do solo (tipologias de ocupação, tipos de vegetação, etc.). Os mapas originários de estudos cartográficos constituem um importante instrumento de prevenção, controle e gestão das inundações, gerando um zoneamento das áreas de risco (Tucci e Bertoni, 2003).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo delimitar as áreas de risco de inundação na sub-bacia do córrego Horizonte, pertencente ao município de Alegre, ES, considerada uma área de risco pela ocorrência de enchentes, (a última aconteceu em 2012), a fim de fornecer informações para que se possa direcionar um planejamento urbano, reduzindo as áreas com risco de inundações.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área em estudo compreende a sub-bacia do córrego Horizonte, afluente do rio Itapemirim, situada no distrito de Rive, município de Alegre, extremo sul do Estado do Espírito Santo, situada entre as coordenadas 41°24'55" e 41°31'50" de latitude oeste e 20°44'39" e 20°54'30" de longitude sul, com uma área de 13,17 km² (Figura 1).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Cwa (inverno seco e verão chuvoso), com pluviosidade entre 1.200 mm e 1.600 mm e temperatura média de 24 °C. Possui topografia predominantemente acidentada, intercalada por reduzidas áreas planas e vegetação natural constituída por Floresta Estacional Semidecidual, pertencente ao Bioma Mata Atlântica (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2006; Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2010).

O setor primário, em Alegre, corresponde com cerca de 26,6% do PIB municipal. As atividades que geram a maior parcela do PIB são as de comércio e serviços, com 71,2%, restando para o setor secundário apenas 2,2% (Alegre, 2013).

Na área rural, segundo o Sebrae-ES, as principais atividades econômicas do município são a cafeicultura, a olericultura, a pecuária leiteira e o ecoturismo. A cultura do café é a que mais se destaca, sendo o café arábica a principal variedade.

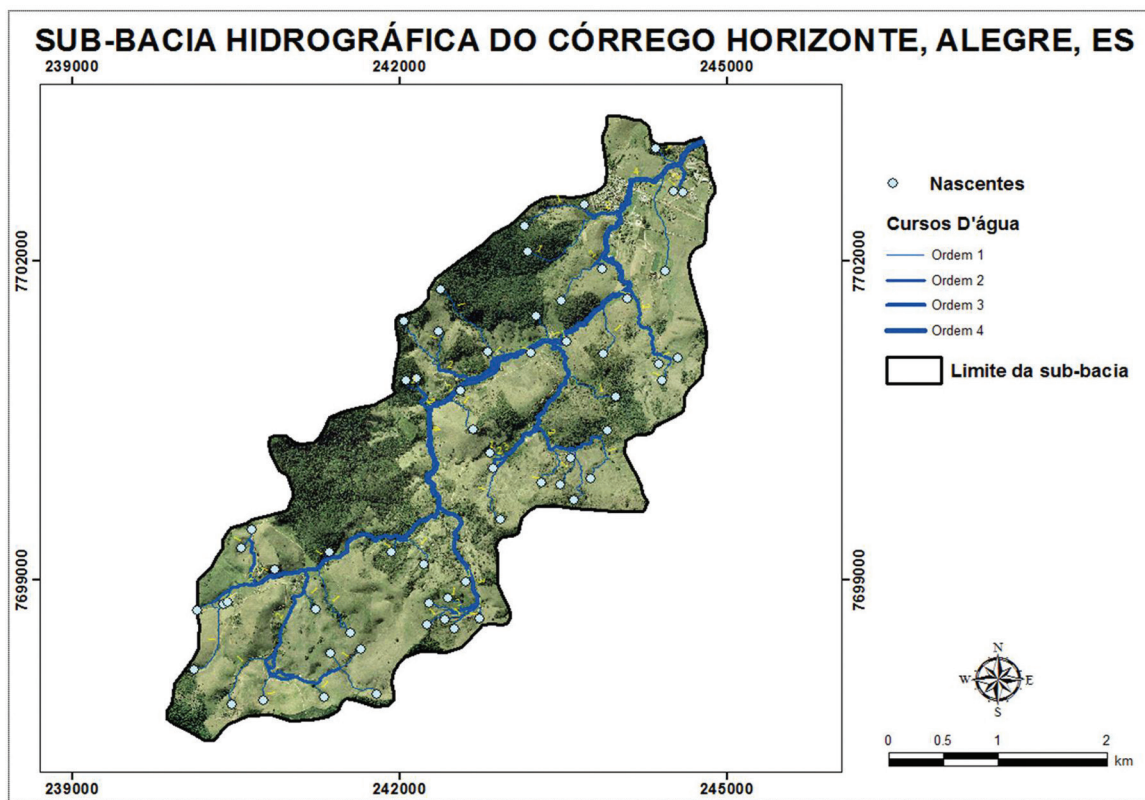


Figura 1. Localização da sub-bacia do córrego Horizonte, no município de Alegre, ES.

Figure 1. Location of the Horizonte stream sub-basin, in the municipality of Alegre, ES.

2.2 Mapeamento de Áreas de Inundação

Para o mapeamento das áreas sujeitas à inundação foi utilizada a metodologia proposta por Saaty (1977), assim, os mapas foram confeccionados com auxílio do aplicativo ArcGIS.

a. Reclassificação da elevação

Para a análise das áreas de risco de enchentes e inundações para a sub-bacia do córrego Horizonte, foram utilizadas curvas de nível com equidistância de 20 m e rede hidrográfica fotointerpretada em tela (escala de 1:50000) sobre aerofotos digitais com resolução espacial de 2 m, disponibilizada pelo Satélite GEOEYE.

Essas curvas foram então interpoladas utilizando o algoritmo de interpolação TOPO TO RASTER, a fim de gerar um Modelo Digital de Elevação (MDE), que posteriormente foi corrigido (função FILL) com o intuito de eliminar a ocorrência de imperfeições (depressões espúrias).

Após a correção do MDE, foi efetuada a reclassificação das alturas encontradas, em que foram atribuídos a cada classe de altitude os valores apresentados na Tabela 1. Os valores dos pesos foram obtidos por meio do script AHP customizado no aplicativo computacional ArcGIS 10.0.

Tabela 1. Valores atribuídos para cada classe de altitude.

Table 1. Values assigned to each class of altitude.

Classes de Altitude (m)	Peso
0 – 140	10
140 – 160	9
160 – 180	8
180 – 200	7
200 – 220	6
220 – 240	5
240 – 300	4
300 – 400	3
400 – 500	2
> 500	1

b. Reclassificação do uso e ocupação da terra

Através da fotointerpretação em tela, na escala de 1:2500, sobre aerofotos com resolução espacial de 2 m, foi gerado um arquivo vetorial poligonal para cada classe de uso e

ocupação da terra, totalizando 23 classes, presentes na sub-bacia do córrego Horizonte. Após a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra, foi efetuada a reclassificação, sendo atribuídos os seguintes valores a cada classe de uso da terra (Tabela 2):

Tabela 2. Valores atribuídos para cada classe de uso da terra.

Table 2. Values assigned to each class of land use.

Classes de Uso da Terra (%)	Peso
Pastagem	9
Solo exposto	7
Várzea	9
Vegetação rala	2
Terreiro de café	7
Área degradada	7
Pomar	1
Área edificada	8
Campo sujo	2
Estrada não pavimentada	7
Área agricultada	8
Estrada pavimentada	8
Fragmento rochoso	1
Fragmento florestal	1
Reflorestamento	2
Reservatório de água	9
Gramma	9
Tanque de peixe	9
Arborização urbana	1
Pátio	3
Jardim	2
Palmaceae	2
Viveiro	3
Área urbana	8
Café	8
Capoeira	2
Hidrografia	10

c. Reclassificação da declividade

Utilizando-se o MDE corrigido, elaborou-se a declividade em porcentagem da área de estudo. Posteriormente, foi feita a reclassificação da declividade, sendo atribuídos os seguintes valores a cada classe (Tabela 3):

Tabela 3. Valores atribuídos para cada classe de declividade.

Table 3. Values assigned to each class of slope.

Classes de Declividade (%)	Peso
0 – 3	1
3 – 8	2
8 – 20	3
20 – 45	4
45 – 75	5
> 75	6

d. Modelagem do risco de inundação

Para o cálculo do risco de enchente e inundação, utilizou-se o método de Análise Hierárquica Ponderada – AHP, proposto por Saaty (1977). Esse método consiste na elaboração de uma escala de importância entre os fatores (altitude, declividade e uso e ocupação da terra).

A atribuição de valores, por comparação, é muito importante para o processo de confecção dos mapas de inundação, já que os valores de importância atribuídos a um fator interferem diretamente no resultado obtido (Santos et al., 2010).

A matriz de comparação pareada desenvolvida é apresentada na Tabela 4, na qual o fator declividade foi definido como mais importante e a altitude com menor importância, entre os três fatores.

Tabela 4. Matriz de comparação dos fatores.

Table 4. Comparison matrix of factors.

Fatores	Altitude	Uso da Terra	Declividade	Pesos
Altitude	1	0,3333	0,1249	0,0880
Uso da Terra	3	1	0,3333	0,2426
Declividade	5	3	1	0,6694

As etapas necessárias para a realização do método de Análise Hierárquica Ponderada – AHP, proposto por Saaty (1977), são apresentadas na Figura 2.

O modelo proposto, validado pela razão de consistência de 0,037, disponibilizado por Santos et al. (2010), é representado por:

$$REI = 0,6370 DEC + 0,2583 UOT + 0,1047 MDE$$

em que,

REI: risco de inundação;

DEC: declividade reclassificada;

UOT: uso e ocupação da terra;

MDE: modelo digital de elevação reclassificado.

De posse do mapa preliminar de risco de enchente e inundação, com o objetivo de eliminar a ocorrência de pixels isolados não representativos da análise em estudo, foi realizada uma reclassificação com o intuito de gerar cinco classes de risco, como descritas abaixo:

Mínimo: não apresentam evidências de instabilidade de encostas (deslizamento) e de ocorrência de eventos destrutivos;

Baixo: apresenta algumas evidências de instabilidade de encostas (deslizamentos) e reduzida ocorrência de eventos destrutivos;

Médio: apresenta evidência de instabilidade de encostas (deslizamentos) e ocorrência de eventos destrutivos, durante período chuvoso;

Alto: apresenta expressivas evidências de instabilidade de encostas (deslizamentos) e ocorrência de eventos destrutivos;

Elevado: Alto Risco: apresenta elevadas evidências de instabilidade de encosta (deslizamentos) e ocorrência de eventos destrutivos.

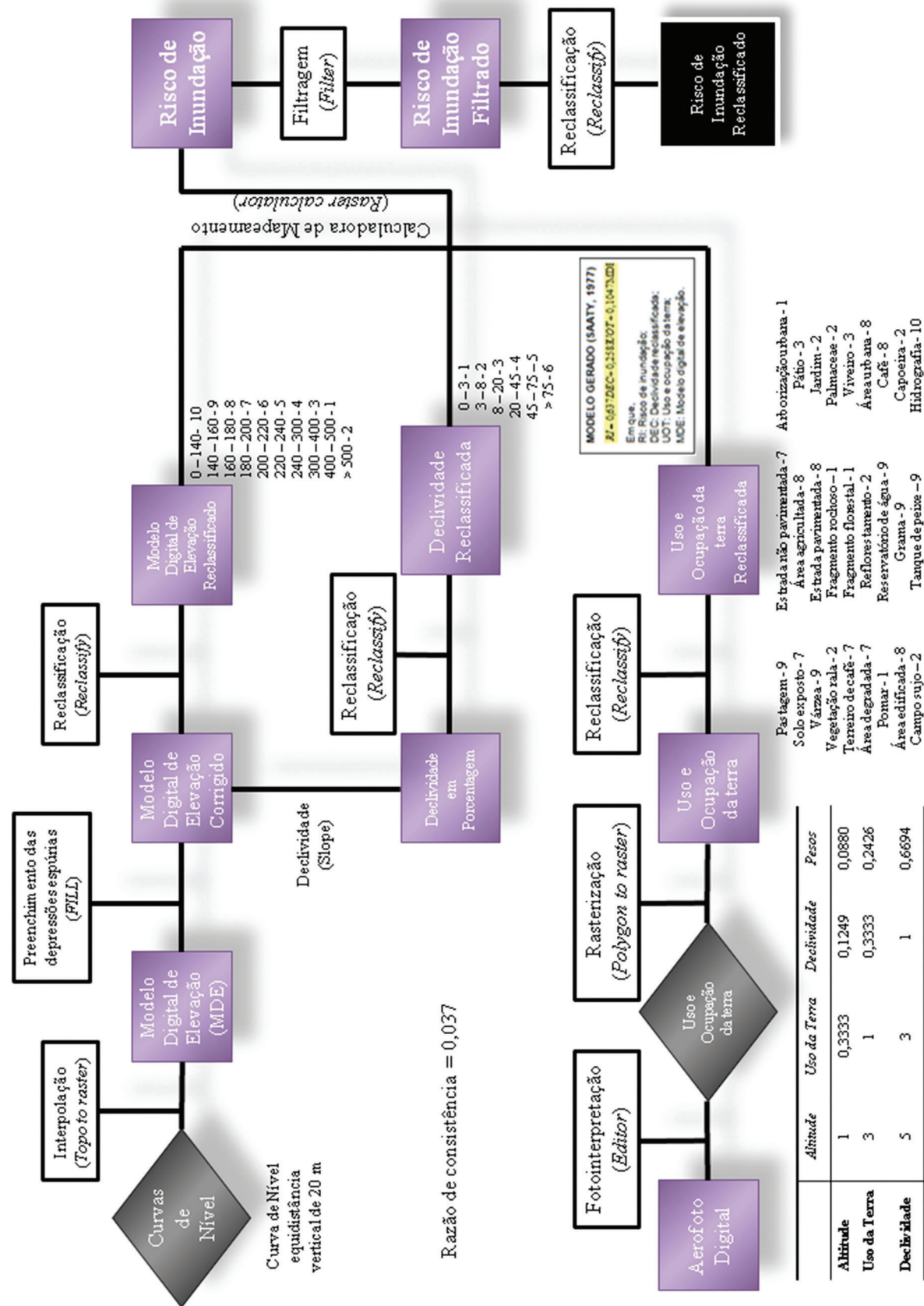


Figura 2. Fluxograma metodológico das etapas desenvolvidas.

Figure 2. Methodological flowchart of the undertaken steps.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de risco de inundações para a sub-bacia do córrego Horizonte pode ser observado na Figura 3.

O perigo de inundação na sub-bacia do córrego Horizonte é predominantemente considerado de médio risco, principalmente no

sul e parte da região central. A oeste, esse risco tende a ser menor, estando classificado como mínimo e baixo risco de inundação, sendo um importante parâmetro para o planejamento de uso e ocupação do solo. Em contrapartida, há grandes indícios de inundação na foz do rio, na porção norte da sub-bacia, como pode ser observado na Figura 4.

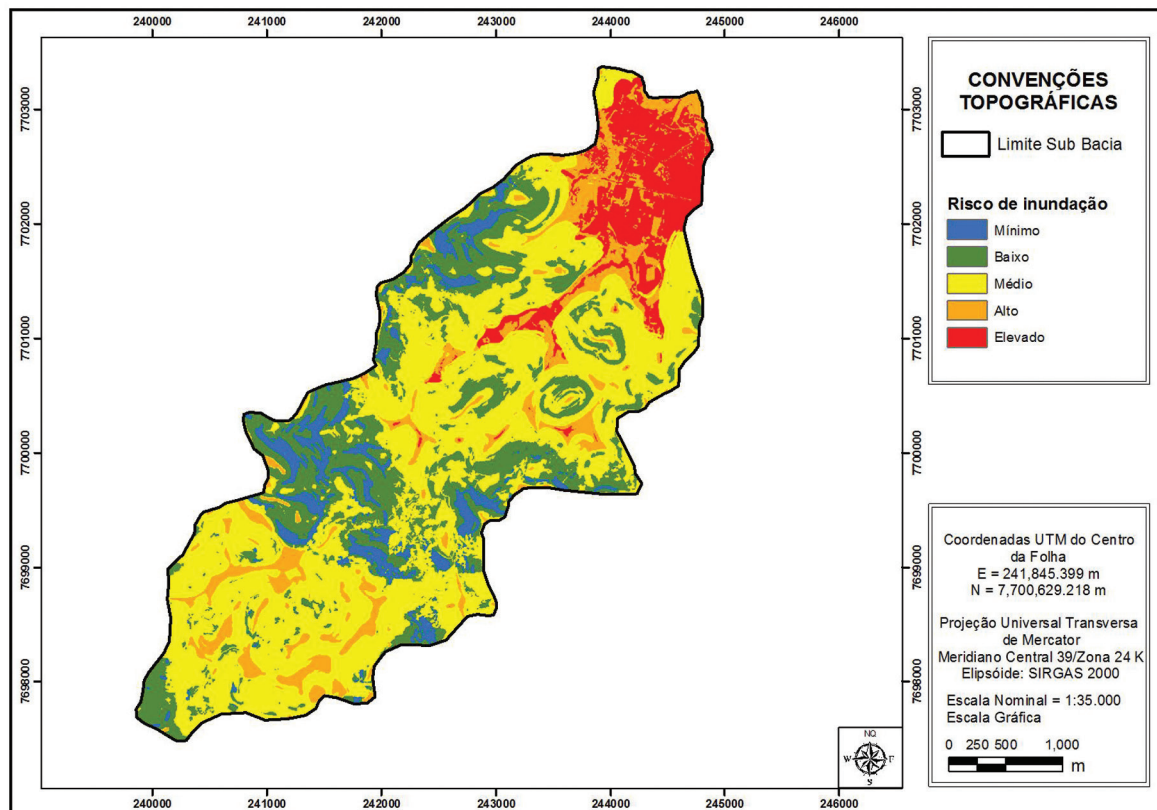


Figura 3. Risco de inundação para a sub-bacia do córrego Horizonte, município de Alegre, ES.

Figure 3. Flood risk to the Horizonte stream sub-basin, municipality of Alegre, ES.

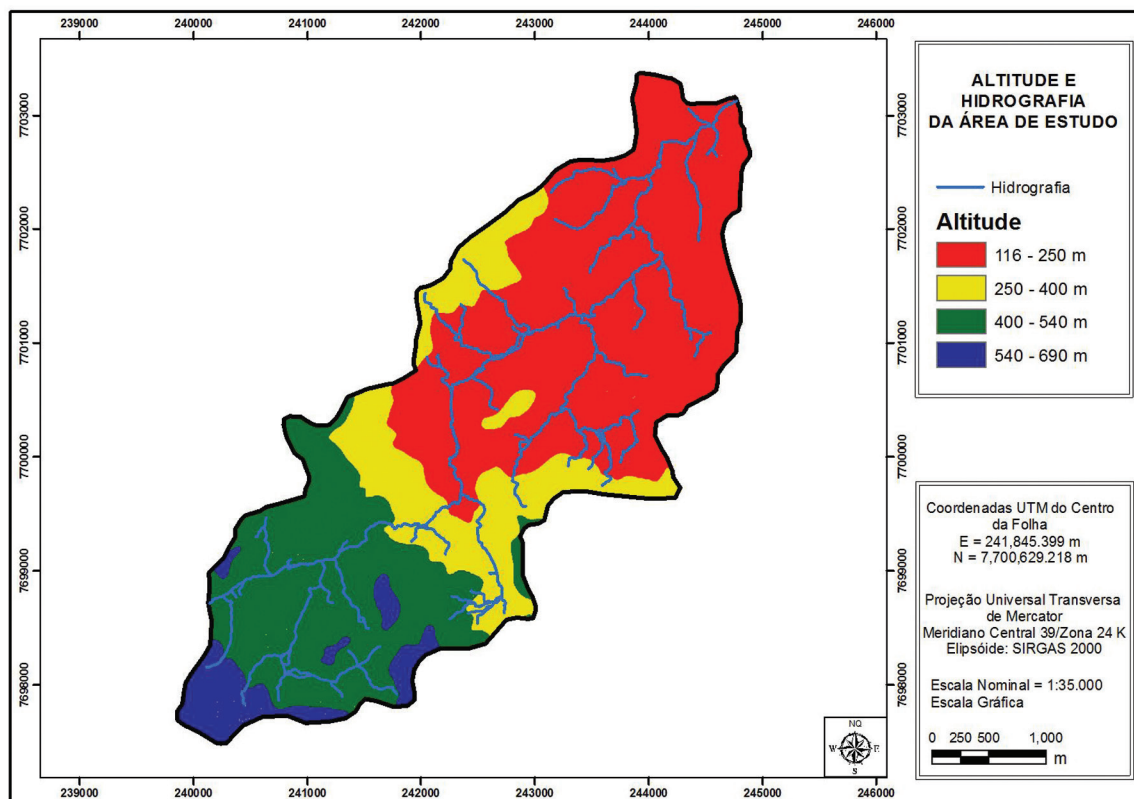


Figura 4. Altitude e hidrografia na sub-bacia do córrego Horizonte, município de Alegre, ES.

Figure 4. Altitude and hydrography in Horizonte stream sub-basin, municipality of Alegre, ES.

As menores altitudes são observadas ao norte da sub-bacia, compreendendo aproximadamente 50% da área. O predomínio de afluentes no norte, aliado às menores altitudes, pode ser o responsável pelo elevado risco de inundação da área. A água proveniente de nascentes nos topos de morros e em várias outras partes do terreno,

vai se aglomerando por todo o canal fluvial, em sentido à foz. Na época de grande concentração de chuvas, esse canal pode ser insuficiente para receber toda a água acumulada, resultando em inundações.

A declividade também contribui significativamente no processo de inundação dos terrenos (Figura 5).

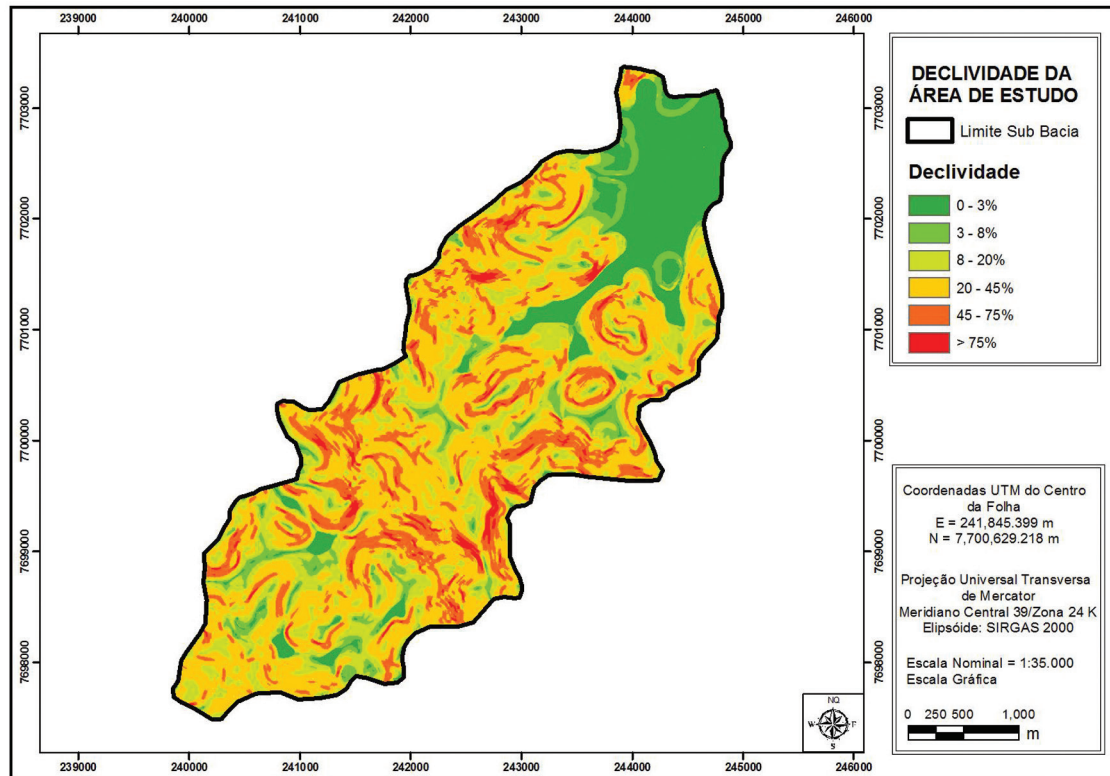


Figura 5. Declividade na sub-bacia do córrego Horizonte, município de Alegre, ES.

Figure 5. Slope in the Horizonte stream sub-basin, municipality of Alegre, ES.

É notável a presença de declividades maiores que 20% na maior parte da área da sub-bacia, sendo observado o contrário ao norte. Nessa região, há o predomínio de declividades entre 0 e 3%, sendo considerada plana. Dalfi et al. (2013), em trabalho realizado para as áreas limítrofes dos bairros desse mesmo município de Alegre, ES, afirmam que as áreas planas apresentam maior probabilidade de sofrer inundação quando comparadas com áreas declivosas, indo ao encontro do que fora apresentado no presente estudo.

Terrenos de baixada podem ter menor escoamento superficial. Assim, pode ocorrer a saturação de água nessa região, ou seja, o solo não consegue infiltrar toda a água acumulada no local, provocando as inundações.

O uso do solo também é responsável pelas inundações que ocorrem principalmente nos perímetros urbanos, pois influencia de forma direta na capacidade de absorção de água pelo solo (Figura 6).

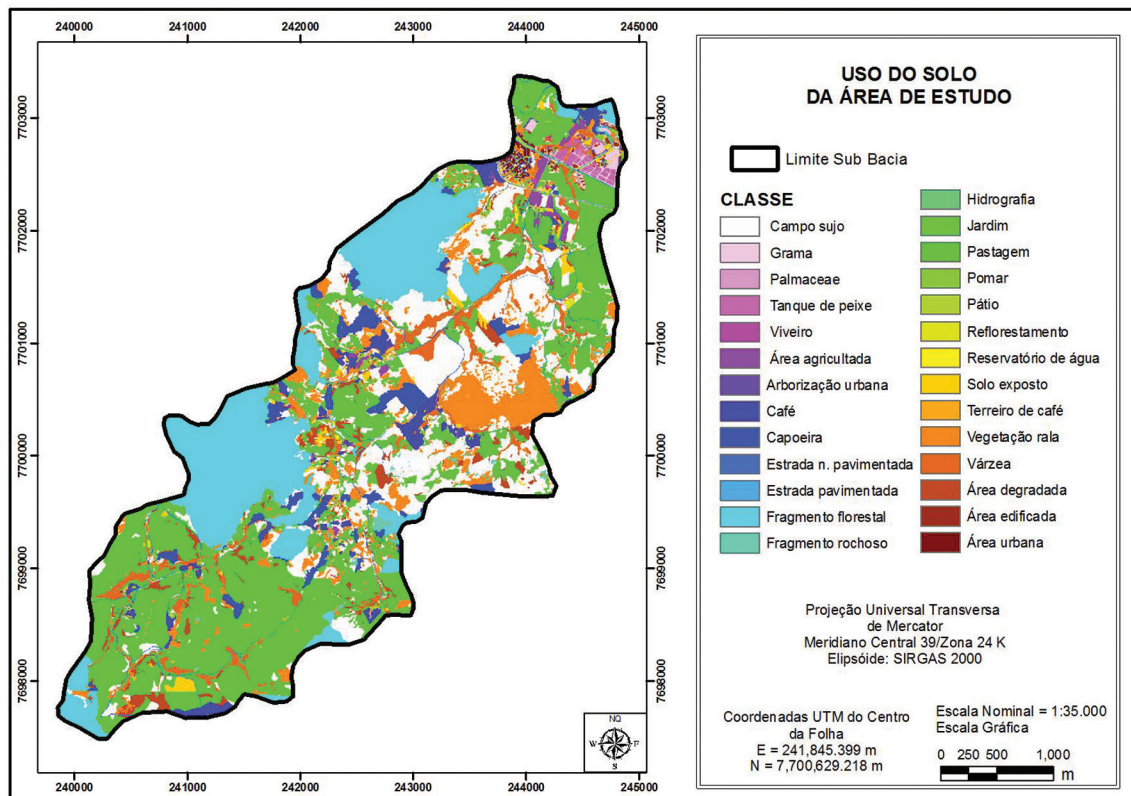


Figura 6. Uso e ocupação do solo na sub-bacia do córrego Horizonte, município de Alegre, ES.

Figure 6. Land use and occupation in the Horizonte stream sub-basin, municipality of Alegre, ES.

Nas áreas onde ocorre o menor risco de inundação, a vegetação predominante é composta por florestas nativas e fragmentos rochosos, além de jardins e pomares. Esses fragmentos florestais contribuem com a menor incidência de inundações, pois geralmente o fluxo de água é retido pela vegetação, infiltrando-se no solo, e o restante é escoado até o rio, sendo um processo lento e gradual (Tucci, 2005).

Nas áreas vulneráveis à inundação, em contrapartida, é constante o uso de pastagens, tanques de peixes, agricultura e presença de estradas pavimentadas. Essas atividades, aliadas às baixas altitudes, contribuem para o acúmulo de água no solo, reduzindo a capacidade de drenagem.

Segundo Balbinot et al. (2008), essas alterações que ocorrem na vegetação que constitui a área de preservação permanente da bacia contribuem para as mudanças no comportamento hidrológico, afetando a sustentabilidade ambiental, podendo causar as enchentes e inundações.

Nascimento et al. (2007) também afirmam que a intensificação da ocupação desordenada ocasiona diversas alterações na drenagem das

bacias, com destaque a impermeabilização do solo e a alteração na capacidade dos sistemas de drenagem, aumentando, assim, o risco de inundações.

Em pesquisas recentes, Costa et al. (2013), afirmam que ao estudar uma bacia hidrográfica na região de Viçosa, MG, em períodos diferentes no tempo, todas as classes de uso da terra (pastagem, agricultura, café, entre outras) ocuparam mais de 30% das APPs, evidenciando um aumento do uso indevido do solo. Essa expansão desordenada também é caracterizada na sub-bacia do córrego Horizonte, demonstrando-se, assim, que existe a necessidade de maiores estudos sobre o uso do solo.

Os resultados estatísticos do risco de inundação são apresentados na Tabela 5.

Como podem ser observadas, as áreas classificadas como de baixo risco são as que representam a maior parte do terreno, representando 38,44% da área total. Isso significa que proporcionam algumas evidências de instabilidade de encostas, ou seja, há poucas evidências de deslizamento e reduzida ocorrência de eventos destrutivos, como deslizamentos de terra e destruição da vegetação.

Tabela 5. Resultados estatísticos do risco de inundação.

Table 5. Statistical results of the flood risk.

Riscos	Área de Inundação e Enchente (ha)	Percentual de Inundação e Enchente em Relação à Área do Córrego (%)
Mínimo	144,42	10,92
Baixo	508,41	38,44
Médio	392,69	29,69
Alto	85,65	6,48
Elevado	191,36	14,47
TOTAL	1.322,53	100

As áreas classificadas como de médio risco também representam grande porcentagem do terreno. Estas, se somadas às áreas de baixo risco representam quase 70% do córrego.

A área da sub-bacia depara também com maior porcentagem de elevado risco quando comparada com as de mínimo risco, indicando maior propensão a deslizamentos e inundações, resultado da declividade, uso do solo e, principalmente, altitude do terreno.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que os estudos foram conduzidos, a análise dos resultados permitiu as seguintes conclusões:

- a declividade do terreno aliada à hidrografia e à altitude, são importantes parâmetros de determinação das áreas propícias à inundação;
- a região sul da sub-bacia do córrego Horizonte apresenta médio risco de alagamento por se tratar da cabeceira do rio, onde há menor fluxo de água aliado à altitude mais elevada, sendo o contrário observado no norte;
- o uso do solo pode influenciar significativamente a capacidade de absorção e redução de danos pela velocidade da água, principalmente em áreas de baixadas próximas à foz, por isto é indispensável a permanências das áreas de proteção permanente nestes locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRE. Prefeitura Municipal de Alegre. **Características econômicas:** principais atividades econômicas. Disponível em: <<http://www.alegre.es.gov.br/site/index.php/a-cidade/historia/caracteristicas-economicas>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/294/400>>. Acesso em: 1 jul. 2012.
- CASTRO, A.L.C. **Glossário de defesa civil:** estudos de riscos e medicina de desastres. Brasília, DF: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1998. Não paginado.
- CHAPMAN, D. **Natural hazards**. Melbourne: Oxford University Press, 1994. 174 p.
- COSTA, T.A. et al. Conflitos de uso da terra na microbacia do São Bartolomeu – Viçosa, MG. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 281-295, 2013.
- DALFI, R.L. et al. Cenários distintos no mapeamento de áreas de inundação nos bairros do município de Alegre, ES. **Caderno de Geociências**, v. 10, n. 2, p. 78-86, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- HORA, S.B.; GOMES, R.L. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do rio Cachoeira em trecho da área urbana do município de Itabuna/BA. **Sociedade e Natureza**, v. 21, n. 2, p. 57-75, 2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Climatologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>>. Acesso em: 25 set. 2013.
- NASCIMENTO, E.A. do et al. Qualidade do meio ambiente urbano: medidas para o controle do escoamento superficial na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência e Engenharia**, v. 16, n. 1/2, p. 81-87, 2007.
- SAATY, T.H.A. Scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.
- SANTOS, A.R.; LOUZADA, F.L.R.O.; EUGENIO, F.C. **ARCGIS 9.3 total:** aplicações para dados espaciais. Alegre: CAUFES, 2010. 184 p.
- SILVA, J.X. da; ZAIDAM, R.T. (Org.). **Geoprocessamento e análise ambiental:** aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368 p.

SILVEIRA, R. da et al. Mapeamento de áreas de inundação na sub-bacia do córrego Horizonte

TUCCI, C.E.M. **Gestão das inundações urbanas**. [S.l.]: Global Water Partnership. Brasília, DF, 2005. (Edição em arquivo digital).

VIEIRA, P.B.H. et al. Utilizando SIG na análise urbana da microbacia do rio Itacorubi, Florianópolis-SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2006, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac2006/107.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2012.

**REGENERAÇÃO DE *Psychotria suterella* Müll. Arg. (RUBIACEAE)
EM UMA PAISAGEM FRAGMENTADA DE FLORESTA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL¹**

**REGENERATION OF *Psychotria suterella* Müll. Arg. (RUBIACEAE)
IN A FRAGMENTED LANDSCAPE OF THE ATLANTIC FOREST IN SOUTHEASTERN BRAZIL**

Daniela Fessel BERTANI^{2, 4}; Flavio Antonio Maës dos SANTOS³

RESUMO – A fragmentação de florestas pode afetar processos demográficos relacionados à regeneração de populações de plantas. O objetivo desse estudo foi verificar se a regeneração de populações de *Psychotria suterella*, espécie arbustiva comum de sub-bosque na área de estudo, difere entre ambientes de floresta contínua e fragmentos de Mata Atlântica. A coleta de dados foi realizada na Reserva Florestal do Morro Grande e fragmentos adjacentes nos municípios de Cotia e Ibiúna, SP. Foram amostradas, em parcelas de 0,5 ha, nove populações em três áreas de floresta contínua, três fragmentos conectados e três fragmentos isolados, totalizando 4,5 ha. A densidade de indivíduos e de jovens foi significativamente diferente entre as áreas, independente do grau de isolamento. A densidade de indivíduos jovens foi menor nos fragmentos isolados. A proporção de indivíduos jovens aumentou em áreas com maior intensidade de luz e diminuiu com o aumento do tamanho dos fragmentos. Não houve diferenças nas taxas de germinação entre as populações de mata contínua e dos fragmentos isolados. As variações encontradas na densidade de plântulas não estão relacionadas ao potencial germinativo das sementes. A diminuição de habitat e aumento da disponibilidade de luz estiveram relacionados com a maior proporção de jovens nas populações, o que pode ter efeito futuro na viabilidade destas populações, pela baixa disponibilidade de indivíduos reprodutivos. Esses fatores provavelmente atuam de maneira indireta na estrutura populacional.

Palavras-chave: populações; regenerantes; germinação; disponibilidade de luz; sub-bosque; fragmentação de habitat.

ABSTRACT – The forest fragmentation can affect demographic processes related to the regeneration of plant populations. The aim of this study was to determine whether the regeneration of *Psychotria suterella* populations, common understory species in the study area, differs between environments of continuous forest and fragments. Data collection was carried out in the Morro Grande Forest Reserve and adjacent fragments in the municipalities of Cotia and Ibiúna, São Paulo state. We sampled nine populations of this species in plots of 0.5 ha in three areas of continuous forest, three fragments connected and three isolated fragments totaling 4.5 ha. The density of individuals and juveniles was significantly different between areas regardless of the degree of isolation (continuous forest and fragments). The density of juveniles was lower in isolated fragments. The proportion of young individuals in the population increased in areas with high light intensity and decreased with increasing fragment size. There were no differences in germination rates between the populations of fragments and continuous forests. The variations found in seedling densities were not related to seed germination. The reduction of fragment size and increased understory light availability were related to the higher proportion of juveniles in the populations. Changes in fragments size as well as the availability of light in the fragments are probably factors that act indirectly on population structure. The diminishing habitat and increased light availability were related to the higher proportion of young people in populations, which may have future effect on the viability of these populations, by the low availability of reproductive individuals. These factors probably act indirectly on population structure.

Keywords: populations; seedling; germination; light availability; understory; habitat fragmentation.

¹ Recebido para análise em 14.02.13. Aceito para publicação em 05.03.14.

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

³ Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, 13083-970 Campinas, SP, Brasil.

⁴ Autora para correspondência: Daniela Fessel Bertani – dfbertani@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A regeneração de espécies de plantas está ligada à sobrevivência e crescimento em estádios iniciais de desenvolvimento, como os estádios de jovens, plântulas e sementes.

Em áreas florestais fragmentadas, o efeito de borda e perturbações antrópicas podem diminuir a umidade, aumentar a temperatura, a penetração de luz no solo e afetar o acúmulo de serapilheira (Kapos, 1989; Didham, 1998; Jules, 1998; Vidal et al., 2007), o que pode alterar as taxas de germinação de sementes de várias espécies (Didham, 1998; Bruna, 1999; Yates et al., 1996; Santos e Valio, 2002), processos demográficos relacionados à regeneração (Jules, 1998; Benitez-Malvido, 1998; Bruna, 1999, 2002; Cordeiro e Howe, 2001) e a estrutura de populações (Bach et al., 2005). Florestas secundárias e fragmentadas apresentam baixa densidade de árvores de grande porte e redução significativa na cobertura do dossel, o que altera a luminosidade e intensidade de ventos no interior destes ambientes, e leva a modificações estruturais da vegetação (Brown e Lugo, 1990; Kapos, 1989; Bierregaard et al., 1992; Oliveira-Filho et al., 1997).

Em populações pequenas e isoladas, o endocruzamento e a deriva genética podem levar a alterações da variabilidade genética intrapopulacional, ocorrendo uma diminuição da adaptabilidade futura a mudanças ambientais (Lande, 1988; Heschel e Paige, 1995; Young et al., 1996). A redução da aptidão diante da baixa variação genética pode ser observada em estádios iniciais de desenvolvimento da planta (Menges, 1991; Heschel e Paige, 1995; Morgan, 1999). Se sementes escaparem da predação e forem dispersas, elas podem não germinar por fatores genéticos ou ambientais ligados à diminuição do habitat (Menges, 1991; Morgan, 1999; Hobbs e Yates, 2003). A ocorrência de conexão entre fragmentos facilita o fluxo gênico e de indivíduos, o que pode influenciar na abundância, colonização e sucesso reprodutivo de organismos nestas áreas (Beier e Noss, 1998). Processos de polinização também tendem a ser mais suscetíveis à fragmentação de habitats, alterando processos demográficos (Aguilar et al., 2006).

Considerando que a fragmentação de habitats pode levar a uma diminuição do tamanho populacional, e que o tamanho populacional e o

isolamento podem comprometer a regeneração de espécies em paisagens fragmentadas, neste estudo pretendemos responder às seguintes questões: a densidade e proporção de indivíduos jovens de populações de uma espécie comum de sub-bosque em florestas montanas, *Psychotria suterella*, difere entre áreas de mata contínua e áreas fragmentadas? A disponibilidade de luz e o tamanho dos fragmentos são fatores que podem alterar a regeneração? As taxas e tempo de germinação afetam a regeneração dessa espécie na paisagem?

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área do estudo localiza-se entre os municípios de Cotia e Ibiúna, Estado de São Paulo (23°35'S a 23°50'S; 46°45'O a 47°15'O), em paisagem caracterizada por uma floresta contínua (Reserva Florestal do Morro Grande – RFMG) e fragmentos florestais em estágio secundário. A altitude da região varia de 850 m a 1.100 m. O clima é do tipo Cwa (Köppen, 1948), temperado e chuvoso. As médias máximas de temperatura são de 27 °C e as mínimas são de 11 °C (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, 1997). A média pluviométrica anual é de aproximadamente 1.400 mm, com meses frios e secos de abril a agosto. A vegetação da região é classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana (Veloso et al., 1992). A floresta do Morro Grande é composta por um mosaico de florestas em diferentes estádios de sucessão, com 9.400 ha (Metzger et al., 2006). Na região oeste da Reserva, existe uma paisagem fragmentada dominada por áreas abertas, caracterizadas por campos agrícolas (16,3% de cobertura), construções rurais e áreas urbanas (12,5%), vegetação natural em estádios iniciais de regeneração (10%), florestas secundárias (31%) e plantações de eucalipto (7%) (Metzger e Simonetti, 2003).

2.2 Espécie

Psychotria é o maior gênero da família Rubiaceae, com número estimado de 700 espécies Neotropicais (Hamilton, 1989). É um gênero rico em espécies de florestas tropicais e um importante recurso na dieta de animais frugívoros (Kinupp e Magnusson, 2005).

Psychotria suterella Müll. Arg. (Rubiaceae), apresenta hábito arbustivo-arbóreo, alcançando até 7 m de altura, é típica de sub-bosque e frequentemente encontrada em fragmentos da região, em grande densidade. Na RFMG representa grande contribuição na abundância de plântulas da comunidade (Alves e Metzger, 2006). Trata-se de uma espécie heterostilica, autoincompatível e dependente de polinizadores para formação de frutos e sementes (Lopes e Buzato, 2007). Os principais polinizadores são abelhas do gênero *Bombus*, borboletas e beija-flores (Lopes e Buzato, 2005). A florada ocorre de janeiro a abril e a frutificação o ano todo, intensificada em maio e dezembro (Lopes e Buzato, 2005). Há evidências de reprodução vegetativa para essa espécie, sendo a produção de clones feita exclusivamente por estolões (Grandisoli, 1997). O principal dispersor de sementes da espécie na área de estudo é o tangará (*Chiroxiphia caudata*, Boscolo, 2002).

2.3 Métodos

Os dados foram obtidos em parcelas de 0,5 ha (50 x 100 m) estabelecidas em três fragmentos conectados, três fragmentos isolados e em três áreas localizadas no interior da floresta contínua do Morro Grande, distantes aproximadamente 2,4 km entre si (Metzger et al., 2006; Tabela 1). As parcelas foram divididas em 20 subparcelas de 10 x 25 m. Todos os indivíduos de *P. suterella* com altura ≥ 10 cm encontrados nas parcelas em 2001 tiveram a altura medida, foram marcados e numerados. Foram considerados jovens os indivíduos com altura ≤ 50 cm (Bertani, 2006). A densidade de indivíduos de *P. suterella*, em cada área amostrada, foi estimada pela média e desvio-padrão do número de indivíduos nas subparcelas (10 x 25 m). Para verificar diferenças na densidade e proporção de indivíduos jovens entre as áreas amostradas e considerando o grau de isolamento (populações isoladas, conectadas e em floresta contínua), foram realizadas análises de variância (no caso das análises com jovens entre as unidades foram as subparcelas; ANOVA Hierárquica, Zar, 1996). As densidades foram transformadas em $\log(x + 1)$, as proporções foram transformadas em arcosseno da raiz quadrada, e testadas a homogeneidade entre as variâncias (Teste de Levene) e a normalidade (Teste de Kolmogorov-Smirnov).

Estimativas de abertura do dossel foram obtidas em 2003 por meio de fotos hemisféricas. Para as fotos foi utilizada uma câmera digital Coolpix Nikon 5.000, com lente olho de peixe 8 mm. A câmera foi fixada no solo por um tripé a 1,5 m do solo, alinhada por um nivelador e posicionada para o norte magnético. Essas medidas foram feitas a cada 10 m a partir de 5 m da borda da parcela, totalizando 40 pontos de amostragem em cada parcela de 0,5 ha. Para a análise das fotos hemisféricas foi utilizado o programa Gap Light Analyzer 2.0 (Frazer et al., 1999). Em cada imagem foram feitos ajustes de tonalidade por três pessoas devido à presença de pontos falso-claros (reflexos em troncos e folhagens). A porcentagem de abertura do dossel final de cada ponto foi calculada pela média dos valores obtidos. Para testar a influência de variáveis ambientais (como porcentagem de abertura do dossel e tamanho dos fragmentos (em ha)) na proporção de jovens e adultos, em cada população, foram utilizados modelos de regressão linear simples. Os dados (médias por fragmento) apresentados na forma de proporção (que variam de 0 a 1), como abertura do dossel e proporção de indivíduos, foram transformados em arcosseno da raiz quadrada (Zar, 1996), e o tamanho dos fragmentos em $\log_{10}$. Na relação com o tamanho dos fragmentos (área), não foram consideradas as populações da floresta contínua, devido a área ser muito maior (mais de 1.000 vezes) e por estarem localizadas na mesma área amostral (Reserva Florestal do Morro Grande).

No final da temporada de frutificação de 2001, foram coletados em média 10 frutos maduros e íntegros de 10 indivíduos adultos em nove áreas (algumas áreas não foram as mesmas das amostragens de jovens), sendo três em floresta contínua, três em fragmentos conectados e três em fragmentos isolados (Tabela 2), totalizando 860 sementes. Foram removidas as polpas dos frutos, e as sementes foram limpas por imersão de solução de hipoclorito de sódio 2% por 10 minutos, de álcool 70% por 1 minuto e lavadas com água destilada. Posteriormente foram depositadas em gerbox sobre papel filtro, e colocadas em germinador calibrado para manter a temperatura constante de 25 °C, com alternância de fotoperíodo de 12 horas, por luz de lâmpadas fluorescentes brancas.

As sementes foram umedecidas com água destilada e acompanhadas diariamente para medição do tempo e porcentagem de germinação. Foram consideradas germinadas quando observado o crescimento de 1 mm da radícula e removidas do gerbox após germinação. Para verificar diferenças na porcentagem e no tempo de germinação entre as áreas amostradas, considerando o grau de isolamento, foram realizadas análises de variância (ANOVA Hierárquica, Zar, 1996). Os tempos de germinação foram transformados em $\log(x + 1)$, as proporções foram transformadas em arcosseno da raiz quadrada, e testadas a homogeneidade entre as

variâncias (Teste de Levene) e normalidade (Teste de Kolmogorov-Smirnov).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade total de indivíduos variou entre as áreas amostradas (ANOVA: $F(6, 171) = 27,170$; $p = 0,000$), porém, considerando o grau de isolamento, não houve diferenças significativas (ANOVA: $F(2, 171) = 0,502$; $p = 0,629$) entre a floresta contínua (800 ± 640 indivíduos, média $\pm$ desvio-padrão), fragmentos conectados (600 ± 620) e isolados (380 ± 400 ; Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização das áreas e das populações de *P. suterella* amostradas em parcelas de 0,5 ha nos fragmentos e áreas da floresta contínua. Tam. = área em ha; dens. e dp. – densidade de indivíduos $\pm$ desvio-padrão; jov. = jovens; % ab. dossel = porcentagem de abertura do dossel; MC – mata contínua; Conec – fragmentos conectados; Isol – fragmentos isolados. O valor relativo à área das localidades amostradas em mata contínua representa a área total da Reserva Estadual do Morro Grande.

Table 1. Characterization of the areas and populations of *P. suterella* sampled in plots of 0.5 ha in fragments and continuous forest. Tam. = area in ha; dens. and dp. – density of individuals $\pm$ standard deviation; jov. = young individuals; % ab. = percentage of canopy opening; MC – continuous forest; Conec – fragments connected; Isol – isolated fragments. The figure for the area of the localities sampled in continuous forest represents the total area of Morro Grande State Reserve.

Local	Coord.	Tam. (ha)	% ab. dossel	dens. $\pm$ dp	dens $\pm$ dp jov.	% jov.
MC1	46°57'32,1''O, 23°40'31,9''S	9400	7,99	1085 $\pm$ 647	314 $\pm$ 295	29,22
MC2	46°57'24,4''O, 23°41'44,9''S	9400	8,54	966 $\pm$ 659	118 $\pm$ 156	12,84
MC3	46°56'43,6''O, 23°42'53,6''S	9400	8,4	356 $\pm$ 305	49 $\pm$ 58	15,17
Conec1	47°03'52,4''O, 23°44'38,6''S	4,46	9,55	1079 $\pm$ 674	225 $\pm$ 177	21,41
Conec2	47°03'44,6''O, 23°44'16,7''S	3,3	7,57	504 $\pm$ 350	95 $\pm$ 113	20,63
Conec3	47°05'15,6''O, 23°42'54,1''S	1,7	10,24	197 $\pm$ 411	86 $\pm$ 243	45,18
Isol1	47°03'19,2''O, 23°45'00,1''S	5,51	7,18	389 $\pm$ 201	31 $\pm$ 54	7,97
Isol2	47°02'44,6''O, 23°46'04,4''S	4,97	7,57	691 $\pm$ 495	148 $\pm$ 169	21,85
Isol3	47°04'19,7''O, 23°42'30,0''S	1,97	9,32	87 $\pm$ 148	32 $\pm$ 74	41,38

A densidade de indivíduos jovens não diferiu entre os fragmentos isolados (densidade média/0,5 ha = 70 ± 122 ; Tabela 1), quando comparada à densidade em fragmentos conectados (135 ± 193) e populações de mata contínua (160 ± 223 ; ANOVA: $F_{(2, 171)} = 0,503$; $p = 0,628$). Porém, entre as áreas amostradas, desconsiderando a continuidade do habitat, houve diferenças entre as densidades (ANOVA: $F_{(6, 171)} = 12,840$; $p = 0,000$).

Houve grande variação na proporção de jovens entre as populações (de 8 a 45%; Tabela 1), porém não houve relação com a descontinuidade de habitat, pois não existiram diferenças entre as populações localizadas em mata contínua, fragmentos isolados e fragmentos conectados (ANOVA: $F_{(2,6)} = 0,408$; $p = 0,682$). A porcentagem de jovens na população diminuiu com o tamanho dos fragmentos ($r^2 = 0,86$; $p < 0,01$; Figura 1) e aumentou com a intensidade de luz ($r^2 = 0,47$; $p < 0,05$; Figura 2).

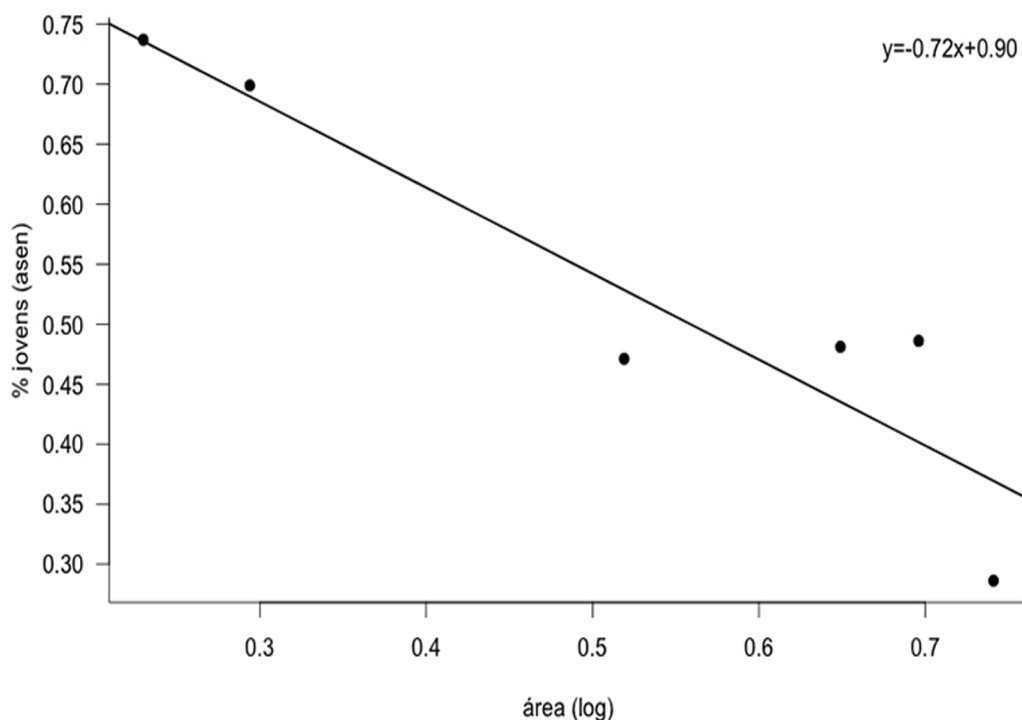


Figura 1. Relação da proporção do número de indivíduos jovens de *Psychotria suterella* e a área dos fragmentos amostrados (ha, log).

Figure 1. Relationship between the ratio of the number of young individuals of *Psychotria suterella* and the fragments sampled (ha, log).

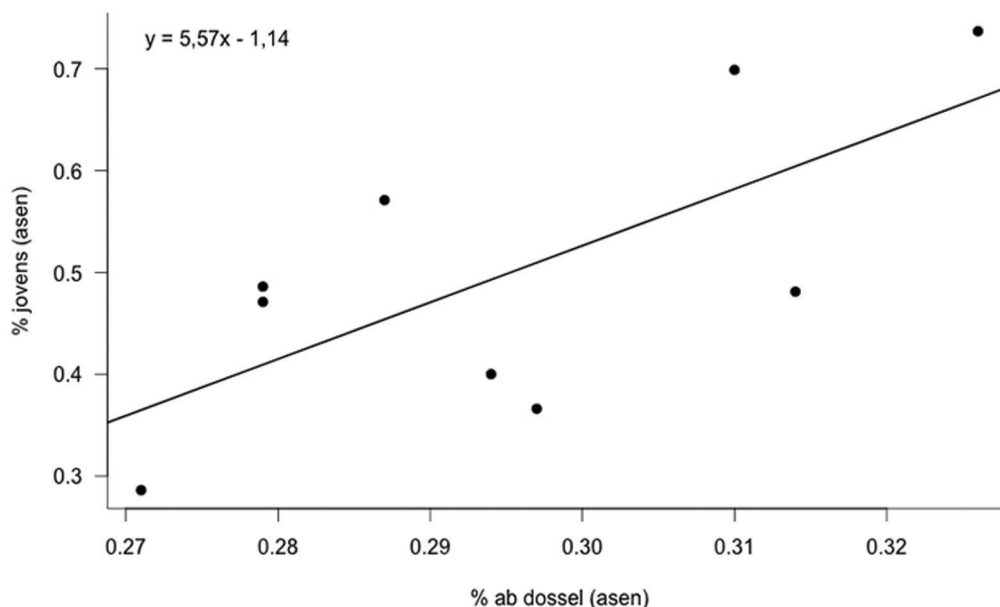


Figura 2. Relação da proporção do número de indivíduos jovens de *Psychotria suterella* e a porcentagem de abertura do dossel (arcosseno).

Figure 2. Relationship between the ratio of the number of young individuals of *Psychotria suterella* and percentage of canopy opening (arcsine).

Lopes e Buzato (2005), em estudo na mesma área, observaram variação na disponibilidade de frutos de *Psychotria suterella* entre os fragmentos e relacionaram este fator a variações abióticas entre os mesmos. É possível que as variações de proporção de jovens encontradas no presente estudo estejam relacionadas à frutificação diferenciada entre as áreas. Porém, além da reprodução sexuada deve-se observar a importância da reprodução vegetativa, verificada em campo e no estudo de Grandizoli (1997), o que dificulta a diferenciação dos fatores que determinam as variações estruturais entre as populações.

Bruna e Kress (2002) encontraram maior proporção de indivíduos jovens e menor proporção de adultos em fragmentos em comparação com floresta contínua, e relacionaram isto à maior mortalidade de adultos e maior recrutamento de jovens em situação de pós-isolamento. Uma maior proporção de jovens nessas condições pode indicar que a diminuição de habitat e aumento da intensidade luminosa alteram a estrutura das populações, numa direção de diminuição da proporção de adultos,

que a longo prazo pode afetar a sobrevivência da espécie na paisagem.

As porcentagens médias de germinação das populações amostradas foram altas, e variaram entre 66 e 82% (Tabela 2). Não houve diferenças nas taxas de germinação entre as populações de mata contínua, fragmentos conectados e isolados (ANOVA: $F_{(2, 77)} = 0,490$; $p = 0,814$) e nem diferenças entre as populações desconsiderando o grau de conexão (Tabela 2; ANOVA: $F_{(6, 77)} = 0,881$; $p = 0,462$). Isso indica que a redução de habitat não influenciou a germinabilidade das sementes produzidas nas diferentes áreas. Bruna (1999) observou diminuição na porcentagem de germinação de sementes de *Heliconia acuminata* produzidas em fragmentos de floresta amazônica, provavelmente relacionada às condições ambientais desfavoráveis encontradas nos fragmentos. No presente estudo, as sementes foram germinadas sob as mesmas condições, sendo excluídas as condições ambientais que poderiam alterar as taxas de germinação.

Tabela 2. Áreas de coleta das sementes de *Psychotria suterella* em diferentes situações da paisagem e respectivos resultados de experimentos de germinação. N = número de sementes coletadas; Gm – taxa média de germinação; SD – desvio-padrão; TG – tempo médio de germinação; MC – mata contínua; Conec – fragmentos conectados; Isol – fragmentos isolados; Sit – situação na paisagem. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tempos de germinação (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Table 2. Collecting seeds area of *Psychotria suterella* in different situations in landscape and results of germination experiments. N = number of seeds collected; Gm – average rate of germination; SD – standard deviation; TG – germination time; MC – continuous forest; Conec – fragments connected; Isol – isolated fragments; Sit – situation in the landscape. Different letters indicate significant differences between the times of germination (Tukey test, $p < 0.05$).

	Localização	N	Gm %	SD Gm	TG dias	SD TG
Área						
MC4	47°00'24,8''O, 23°46'36,3''S	80	75,00	32,95	59	16
MC5	47°00'15,9''O, 23°45'21,4''S	100	66,00	25,47	49	16
MC6	47°00'15,9''O, 23°45'21,4''S	100	74,00	24,59	47	13
Conec1	47°03'52,4''O, 23°44'38,6''S	100	81,00	30,35	45	14
Conec2	47°03'44,6''O, 23°44'16,7''S	100	77,00	30,57	53	18
Conec3	47°05'15,6''O, 23°42'54,1''S	80	75,00	16,90	63	17
Isol1	47°03'19,2''O, 23°45'00,1''S	100	69,00	24,70	56	18
Isol2	47°02'44,6''O, 23°46'04,4''S	100	82,00	10,33	57	20
Isol4	47°05'15,2''O, 23°42'38,1''S	100	72,67	12,65	65	16
Sit						
MC		280	71,43	26,77	51a	16
Conec		280	77,86	26,44	52a	18
Isol		300	74,56	17,41	59b	18

Vários estudos não encontraram reduções nas taxas de germinação com a redução do tamanho populacional ou relacionadas com a perda e fragmentação de habitat (Eisto et al., 2000; Kery, et al., 2000; Costin et al., 2001). Provavelmente, o tempo (número de gerações transcorrido desde o isolamento) e a diminuição do tamanho populacional não foram suficientes para que alterações genéticas pudessem ocorrer (Morgan, 1999), ou as espécies estudadas não são sensíveis a estes fatores (Hobbs e Yates, 2003).

As sementes demoraram em média 54 ± 18 dias para germinar (Tabela 2). O tempo médio de germinação variou entre as populações

(ANOVA: $F_{(6, 631)} = 15,231$; $p = 0,000$), porém não houve diferenças entre as populações de mata contínua, fragmentos conectados e isolados (ANOVA: $F_{(2, 631)} = 0,921$; $p = 0,448$; Tabela 2).

Garwood (1983), em um estudo de germinação em uma comunidade no Panamá, observou variação no tempo de germinação de 4 a 34 semanas entre 12 espécies de *Psychotria*, sendo que para uma mesma espécie a diferença chegou a 10 semanas. A velocidade de germinação é muito variável entre espécies (Garwood, 1983; Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1993; Kyereh et al., 1999; Paz et al., 1999).

Em estudo de 335 espécies em florestas tropicais da Malásia, o tempo para germinação completa variou de uma semana a um ano (Ng, 1980 apud Kyereh et al., 1999). Porém, em estudos de comunidades feitos na Malásia, Costa Rica e Panamá a maioria das espécies apresentou tempo de germinação entre 4 e 12 semanas (Garwood, 1983), o mesmo encontrado neste estudo.

O maior tempo para a germinação de sementes produzidas em fragmentos isolados foi de apenas uma semana. O maior tempo para germinação pode ser causado pela menor permeabilidade das sementes à água e oxigênio, ou pela dormência associada à imaturidade do embrião ou balanço inadequado de fatores de crescimento como hormônios (Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1993). Diferenças intraespecíficas na permeabilidade já foram observadas para algumas espécies, e estão ligadas a diferenças na espessura da testa das sementes, que está relacionada a diferenças na probabilidade de dessecação (Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1993).

A velocidade de germinação, e a possível dormência de sementes, podem estar associadas às condições favoráveis para germinação em relação à luz, às estações chuvosas e à competição. A emergência tardia pode ser uma vantagem quando a competição entre plântulas for menos intensa, ou ser uma característica neutra, comum em espécies tolerantes à sombra que não se beneficiam pela rápida emergência (Garwood, 1983).

4 CONCLUSÃO

As variações encontradas na densidade de indivíduos jovens, entre populações de *Psychotria suterella*, não estão relacionadas ao potencial germinativo das sementes. A densidade de indivíduos, a proporção de jovens e o tempo de germinação variaram entre as populações, porém essas diferenças não foram associadas à descontinuidade de habitat.

A diminuição do tamanho dos fragmentos e aumento da disponibilidade de luz podem ter levado à maior proporção de jovens nas populações em relação a adultos, o que pode ter efeito futuro na viabilidade destas populações. São fatores que atuam indiretamente na estrutura e podem estar relacionados ao histórico de distúrbios.

5 AGRADECIMENTOS

Ao apoio da FAPESP, que financiou o projeto “Conservação da Biodiversidade em Paisagens Fragmentadas no Planalto Atlântico de São Paulo” (processo 99/05123-4) dentro do programa BIOTA. À SABESP, pelo apoio logístico do trabalho na Reserva Florestal do Morro Grande. Ao Departamento de Botânica da Universidade Estadual de Campinas, pelo apoio financeiro. Ao Departamento de Fisiologia Vegetal/Unicamp, pelo apoio logístico nos experimentos de germinação. À Capes, pela bolsa de doutorado concedida a Daniela Fessel Bertani, e ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa (processo 207132/2004-8) concedida a Flavio Antonio Mães dos Santos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L.F.; METZGER, J.P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-26, 2006.
- AGUILAR, R. et al. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. **Ecology Letters**, v. 9, n. 8, p. 968-980, 2006.
- BACH, C.E.; KELLY, D.; HAZLETT, B.A. Forest edges benefit adults, but not seedlings, of the mistletoe *Alepis flavida* (Loranthaceae). **Journal of Ecology**, v. 93, p. 79-86, 2005.

- BEIER, P.; NOSS, R.F. Do habitat corridors provide connectivity? **Conservation Biology**, v. 12, n. 6, p. 1241-1252, 1998.
- BENITEZ-MALVIDO, J. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. **Conservation Biology**, v. 12, n. 2, p. 380-389, 1998.
- BERTANI, D.F. **Ecologia de populações de *Psychotria suterella* Müll. Arg. (Rubiaceae) em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica**. 2006. 126 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BIERREGAARD JR., R.O. et al. The biological dynamics of tropical rainforest fragments – a perspective comparison of forest fragments and continuous forest. **BioScience**, v. 42, n. 11, p. 859-866, 1992.
- BOSCOLO, D. **O uso de técnicas de play-back no desenvolvimento de um método capaz de atestar a presença ou ausência de aves no interior de fragmentos florestais**. 2002. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, n. 1, p. 1-32, 1990.
- BRUNA, E.M. Seed germination in rainforest fragments. **Nature**, v. 402, n. 6758, p. 139, 1999.
- _____. Effects of forest fragmentation on *Heliconia acuminata* seedling recruitment in central Amazonia. **Oecologia**, v. 132, n. 2, 235-243, 2002.
- _____; KRESS, W.J. Habitat fragmentation and the demographic structure of an Amazonian understory herb (*Heliconia acuminata*). **Conservation Biology**, v. 16, n. 5, p. 1256-1266, 2002.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Programa de Conservação do Sistema Cotia. **Relatório conclusivo: avaliação ambiental**. São Paulo: SABESP: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 1997. tomo 3.
- CORDEIRO, N.J.; HOWE, H.F. Low recruitment of trees dispersed by animals in African forest fragments. **Conservation Biology**, v. 15, n. 6, p. 1733-1741, 2001.
- COSTIN, B.J.; MORGAN, J.W.; YOUNG, A.G. Reproductive success does not decline in fragmented populations of *Leucochrysum albicans* subsp. *albicans* var. *tricolor* (Astereaceae). **Biological Conservation**, v. 98, n. 3, p. 273-284, 2001.
- DIDHAM, R.K. Altered leaf-litter decomposition rates in tropical forest fragments. **Oecologia**, v. 116, n. 3, p. 397-406, 1998.
- EISTO, A.K. et al. Population persistence and offspring fitness in the rare bellflower *Campanula cervicaria* in relation to population size and habitat quality. **Conservation Biology**, v. 14, n.5, p. 1413-1421, 2000.
- FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. **Gap Light Analyzer (GLA): imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation**. Burnaby: Simon Fraser University; Millbrook: Institute of Ecosystem Studies, 1999.
- GARWOOD, N.C. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. **Ecological Monographs**, v. 53, n. 2, p. 159-181, 1983.
- GRANDISOLI, E.A.C. **Biologia reprodutiva e estrutura da população de *Psychotria suterella* Muell. Arg. (Rubiaceae) em um fragmento de mata secundária em São Paulo (SP)**. 1997. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- HAMILTON, C.W. A revision of Mesoamerican *Psychotria* subg. *Psychotria* (Rubiaceae). Part. 1: Introduction and species. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 76, n. 2, p. 67-111, 1989.
- HESCHEL, S.M.; PAIGE, K.N. Inbreeding depression, environmental stress, and population size variation in scarlet gilia (*Ipomopsis aggregata*). **Conservation Biology**, v. 9, n. 1, p. 126-133, 1995.
- HOBBS, R.J.; YATES, C.J. Impacts of ecosystem fragmentation in plant populations: generalizing the idiosyncratic. **Australian Journal of Botany**, v. 51, n. 5, p. 471-488, 2003.

JULES, E.S. Habitat fragmentation and demographic change for a common plant: trillium in old-growth forest. **Ecology**, v. 79, n. 5, p. 1645-1656, 1998.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, n. 2, p. 173-185, 1989.

KERY, M.; MATTHIES, D.; SPILLMANN, H. Reduced fecundity and offspring performance in small population of the declining grassland plants *Primula veris* and *Gentiana lutea*. **Journal of Ecology**, v. 88, n. 1, p. 17-30, 2000.

KINUPP, V.F.; MAGNUSSON, W.E. Spatial patterns in the understorey shrub genus *Psychotria* in central Amazonia: effects of distance and topography. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n. 4, p. 363 -374, 2005.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478 p.

KYEREH, B.; SWAINE, M.D.; THOMPSON, J. Effect of light on the germination of forest trees in Ghana. **The Journal of Ecology**, v. 87, n. 5, p. 772-783, 1999.

LANDE, R. Genetics and demography in biological conservation. **Science**, v. 241, n. 4872, p. 1455-1460, 1988.

LOPES, L.E.; BUZATO, S. Biologia reprodutiva de *Psychotria suterella* Muell. Arg. (Rubiaceae) e a abordagem de escalas ecológicas para a fenologia de floração e frutificação. **Brazilian Journal of Botany**, v. 28, n. 4, p. 785-795, 2005.

_____. Variation in pollinator assemblages in a fragmented landscape and its effects on reproductive stages of a self-incompatible treelet, *Psychotria suterella* (Rubiaceae). **Oecologia**, v. 154, n. 2, p. 305-314, 2007.

MENGES, E.S. Seed germination percentage increases with population size in a fragmented prairie species. **Conservation Biology**, v. 5, n. 2, p. 158-164, 1991.

METZGER, J.P.; SIMONETTI, C. Estrutura da paisagem em Caucaia do Alto (Planalto de Ibiúna). Anexo I. In: METZGER, J. P. (Ed.) **Conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas no Planalto Atlântico de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 2003. (III Relatório Anual FAPESP). (Programa BIOTA/FAPESP, Processo nº 99/05123-4).

_____. et al. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 0, 2006.

MORGAN, J.W. Effects of population size on seed production and germinability in an endangered, fragmented grassland plant. **Conservation Biology**, v. 13, n. 2, p. 266-273, 1999.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MELLO, J.M.; SCOLFORO, J.R. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987-1992). **Plant Ecology**, v. 131, n. 1, p. 45-66, 1997.

PAZ, H.; AZER, S.J.; MARTINEZ-RAMOS, M. Seed mass, seedling emergence, and environmental factors in seven rain forest *Psychotria* (Rubiaceae). **Ecology**, v. 80, n. 5, p. 1594-1606, 1999.

SANTOS, S.L.; VALIO, I.F.M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1, p. 89-92, 2002.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the Tropical Rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, n. 1, p. 69-87, 1993.

VELOSO, H.P. Sistema fitogeográfico. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. p. 8-38. (Série Manuais Técnicos em Geociências, v. 1).

VIDAL, M.M. et al. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 3, p. 521-532, 2007.

YATES, C.J.; HOBBS, R.J.; BELL, R.W. Factors limiting the recruitment of *Eucalyptus salmonophloia* in remnant woodlands. III. Conditions necessary for seed germination. **Australian Journal of Botany**, v. 44, n. 3, p. 283-296, 1996.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 663 p.

CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES GRANULOMETRIAS DE SERRAGEM DE *Eucalyptus grandis* PARA CONFEÇÃO DE BRIQUETES¹

CHARACTERIZATION AND COMPARISON BETWEEN DIFFERENT SIZES OF *Eucalyptus grandis* SAWDUST FOR BRIQUETTES CONFECTION

Bruna Farrapo GONÇALVES^{2, 3}; Fábio Minoru YAMAJI²; Bianca Oliveira FERNANDEZ²; Alessandra Luzia Da RÓZ²; Francielly Siqueira FLORIANO²

RESUMO – A grande geração de resíduos lignocelulósicos, a partir de processos industriais e da agricultura, torna o uso da biomassa uma fonte de energia térmica viável; sua compactação aumenta sua densidade, seu poder calorífico e sua resistência. O objetivo da pesquisa consistiu na comparação entre briquetes produzidos a partir de diferentes granulometrias de serragens de *Eucalyptus grandis*. Os tratamentos foram: T1 = serragem que passou pela peneira de 10 mesh e ficou retida na de 20 mesh (10 a 20); T2 = 20 a 60; T3 = 60 a 100 ; T4 = 10 a 100. As características da matéria-prima mostraram-se viáveis para a produção de briquetes, com teor de umidade de 12%, 88,65% de voláteis, 0,44% de cinzas, 10,80% de carbono fixo e poder calorífico de 4.229 kcal.kg⁻¹. As comparações realizadas entre os tratamentos foram feitas a partir da expansão (diametral e longitudinal) e de ensaios de compressão diametral para força máxima e tensão de força máxima dos briquetes. O tratamento T4 foi o que apresentou os melhores resultados nesses testes (1,04%; 15,06%; 90,22 kgf; 0,6714 MPa, respectivamente), diferindo significativamente, a nível de 5% dos outros tratamentos. A produção em larga escala do tratamento T4 viabiliza a produção dos briquetes, pois não é necessário o processo de separação granulométrica.

Palavras-chave: serragem; briquetes; bioenergia.

ABSTRACT – The great generation of lignocellulose wastes from industrial processes and agriculture makes the use of biomass a source of viable thermal energy; its compaction increases its density, its calorific value and its strength. The objective of the research consisted in comparing briquettes produced from different particle sizes of sawdust of *Eucalyptus grandis*. The treatments were: T1 = sawdust that passed through 10 mesh sieve and was retained on the 20 mesh (10 to 20); T2 = 20 to 60; T3 = 60 to 100; T4 = 10 to 100. The characteristics of the raw material proved feasibility to produce briquettes, with moisture content of 12%, 88.65% of volatile, 0.44% of ash, 10.80% of fixed carbon and calorific value of 4,229 kcal.kg⁻¹. The comparisons between treatments were from the expansion (diametric and longitudinal) and diametrical compression tests for maximum strength and maximum power voltage of briquettes. The treatment T4 showed the best results in these tests (1.04%, 15.06%, 90.22 kgf; 0.6714 MPa, respectively), differing significantly, to a level of 5% to other treatments. The large-scale production of T4 treatment enables the production of briquettes as the process of particle size separation is not necessary.

Keywords: sawdust; briquettes; bioenergy.

¹ Recebido para análise em 03.09.13. Aceito para publicação em 06.03.14. Artigo proveniente do III SIMATEF – Simpósio de Meio Ambiente e Tecnologia Florestal, realizado na UFSCar – campus Sorocaba, no período de 22 a 24 de maio de 2013, Sorocaba, SP, Brasil.

² Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Campus Sorocaba, Rodovia João Leme dos Santos (SP-264), Km 110, Bairro do Itinga, 18052-780 Sorocaba, São Paulo, Brasil.

³ Autor para correspondência: Bruna Farrapo Gonçalves – bruna_bfg@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A energia utilizada no Brasil é proveniente da biomassa, água (hidráulica), lenha, carvão, lixo, petróleo, gás natural, urânio, entre outras. Essas formas de energia são divididas em renováveis (44,1%), que se regeneram naturalmente num curto espaço de tempo, e não renováveis (55,9%), as quais demoram milhões de anos para se transformarem em combustível. (Brasil, 2012).

Fontes alternativas e sustentáveis de energia tornaram-se uma área de pesquisa de grande importância. Nesse contexto, a utilização da biomassa para gerar energia é estudada como uma das alternativas para a substituição de combustíveis fósseis. A biomassa pode ser convertida em combustível gasoso, líquido e sólido (Chrisostomo, 2011).

A grande geração de resíduos lignocelulósicos, a partir de processos industriais e da agricultura, torna o uso da biomassa uma fonte de energia térmica viável. Portanto, se a matéria-prima florestal for explorada e utilizada corretamente, causará menor impacto ao meio ambiente, por se tratar de um recurso natural renovável (Lima e Silva, 2005).

Um dos gêneros que mais geram resíduos no Brasil é o *Eucalyptus*, o qual inclui mais de 700 espécies, quase todas originárias da Austrália. A área plantada com as espécies de *Eucalyptus* sp. totaliza 4,87 milhões de hectares no Brasil. Os principais produtos derivados dessa espécie de reflorestamento são o papel, a celulose, os painéis de madeira industrializada, a madeira mecanicamente processada, a lenha, paletes e a madeira tratada. As espécies de *Eucalyptus* possuem alta taxa de crescimento por ha no Brasil (40,1 m³/ha.ano) em contraste com outros países, como a Suécia (5,5 m³/ha.ano) (Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF, 2012).

Em geral, a utilização de resíduo agroflorestal *in natura* como combustível possui baixa eficiência energética, resultado de sua baixa densidade, alta umidade, baixo poder calorífico e diferenças granulométricas (Salame, 1992).

Uma das formas de se utilizar os resíduos lignocelulósicos, mitigando as desvantagens dos resíduos *in natura*, é pela sua compactação, produzindo briquetes ou paletes. A compactação dos resíduos aumenta sua densidade, seu poder calorífico (quantidade de calor liberada na combustão completa de uma unidade de massa do combustível) e sua resistência. Devido à dimensão e às grandes distâncias internas do país, o aspecto concentração energética assume grande importância. A briquetagem consiste na aplicação de pressão a uma massa de partículas com ou sem adição de ligantes e/ou tratamento térmico (Quirino, 2002).

Nesse contexto, o objetivo da pesquisa consistiu na comparação entre briquetes produzidos a partir de diferentes granulometrias de serragens de *Eucalyptus grandis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de bioenergia da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba. A biomassa utilizada para a produção dos briquetes foi a serragem de *Eucalyptus grandis*, coletada em uma serraria na região de Itapetininga-SP.

2.1 Preparação do Material para a Briquetagem

Inicialmente, a serragem de *Eucalyptus grandis* foi moída no moinho do tipo Willey MA-340, pois a granulometria do material não se encontrava ideal para a briquetagem.

O material foi separado para que se obtivesse sua classificação granulométrica por peneiras de 9 mesh (10 ABNT), 20 mesh (20 ABNT), 35 mesh (40 ABNT), 60 mesh (60 ABNT), 100 mesh (100 ABNT), 200 mesh (200 ABNT) e coletor, com o auxílio do agitador orbital de peneiras com batidas intermitentes MARCONI. Após a classificação, o material para cada tratamento foi devidamente separado.

Foram realizados quatro tratamentos para a produção dos briquetes, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Diferença granulométrica entre os tratamentos, sendo o primeiro número a granulometria em que o material passou e o segundo a granulometria da peneira no qual o material ficou retido.

Table 1. Particle size difference between treatments, the first number means the sieve size in which the material has passed through and the second number means the sieve size that retained the material.

Tratamentos	Granulometria (mesh)
T1	10 – 20
T2	20 – 60
T3	60 – 100
T4	10 – 100

2.2 Caracterização da Matéria-Prima

2.2.1 Determinação do teor de umidade

A umidade da serragem de todos os tratamentos foi obtida com a utilização da balança determinadora de umidade A & D.

2.2.2 Determinação da densidade

A densidade da serragem pré-briquetagem foi obtida para cada tratamento preenchendo-se um cubo de madeira, com dimensões de 10 cm de arestas, com serragem e medindo a massa contida no recipiente.

2.2.3 Determinação do teor de voláteis

Para a determinação do teor de voláteis, com base na norma NBR 8112 da ABNT (D - 1762 - 64 da ASTM) para carvão, utilizou-se a serragem que passou pela peneira de 35 mesh e ficou retida na peneira de 60 mesh. Cerca de 1 g de serragem totalmente seca foi depositada num cadinho já calcinado. O cadinho tampado, contendo a amostra, foi posicionado na porta da mufla BRAVAC previamente aquecida a 950 ± 10 °C, permanecendo nesta posição durante 2 minutos; em seguida, o cadinho foi colocado na borda da parte de dentro da mufla por 3 minutos. Por fim, o cadinho foi introduzido no interior da mufla, à temperatura de 950 ± 10 °C, com a porta fechada, durante 6 minutos. Após o aquecimento, o cadinho foi esfriado em dessecador com sílica gel até massa constante.

O cálculo para se obter o teor de voláteis é dado pela equação 1:

$$TVoláteis = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100 \quad (1)$$

em que: Pi e Pf são as massas iniciais e finais da amostra de serragem contida no cadinho, respectivamente.

2.2.4 Determinação do teor de cinzas

A determinação do teor de cinzas foi realizada segundo a NBR 8112 da ABNT (D - 1762 - 64 da ASTM) para carvão. A amostra foi posicionada dentro da mufla BRAVAC previamente aquecida a 750 ± 10 °C, durante 6 horas. Após este período, o cadinho foi esfriado em dessecador com sílica gel durante 1 hora. Por fim, o material foi pesado. O cálculo para se obter o teor de voláteis foi obtido empregando-se a equação 2:

$$TCinzas = \frac{Pc}{Pi} \times 100 \quad (2)$$

em que: Pc é a massa da amostra que ficou retida no cadinho após o processo e Pi é massa inicial (antes de ser efetuada o teor de voláteis) da amostra de serragem.

2.2.5 Determinação do poder calorífico superior – PCS

O poder calorífico foi obtido com o auxílio do Calorímetro IKAWERKE C5003. Inicialmente, um fio de algodão foi fixado à base da bomba calorimétrica de modo a ficar em contato com a amostra de serragem de eucalipto (60 mesh) contida no cadinho de quartzo. A bomba calorimétrica, já montada, foi imersa em uma solução de água com um produto (1 mL/L) que facilita a condutividade térmica no calorímetro. O ar ambiente (com 21% de O₂) contido na bomba calorimétrica é retirado e o O₂ é então adicionado (a 30 bar de pressão). Por fim, a temperatura da água é homogeneizada e ocorre a liberação de energia (ignição) para dar partida na combustão. A elevação da temperatura da água é calculada para obtermos o poder calorífico superior.

2.3 Confecção dos Briquetes

Com a utilização de um molde de metal cilíndrico de 3,5 cm de diâmetro e 16 cm de altura, foram confeccionados 10 briquetes, com 20 g de serragem (com 12% de umidade) cada, para cada tratamento. O material foi compactado sem aquecimento com o auxílio de uma briquetadeira Marcon MPH-15 a 12 ton, durante 30 segundos. Após a formação de cada briquete, mediu-se, com o suporte de um paquímetro digital INSIZE, sua altura e diâmetro.

2.4 Caracterização dos Briquetes

2.4.1 Determinação do teor de umidade

O teor de umidade pós-testes foi obtido com a ajuda da balança determinadora de umidade A & D, a fim de observar se houve perda ou ganho de umidade.

2.4.2 Determinação da densidade

A densidade do briquete foi obtida medindo-se a altura e o diâmetro de cada briquete.

2.4.3 Cálculo do teor de carbono fixo

O cálculo do teor de carbono fixo (TC_{fixo}) pode ser obtido empregando-se a equação 3:

$$TC_{Fixo} = 100 - (TVoláteis + TCinzas) \quad (3)$$

2.4.4 Aferição da expansão

Após 15 dias da confecção dos briquetes, mediram-se novamente, com a ajuda de um paquímetro digital INSIZE, suas alturas e seus diâmetros, a fim de verificar a taxa de expansão na confecção dos briquetes dos diferentes tratamentos.

2.4.5 Ensaios de compressão diametral

Após 14 dias da confecção dos briquetes (os quais permaneceram a uma ventilação constante

para evitar um aumento em sua umidade) realizou-se o Teste de Tração por Compressão Diametral, adaptado da norma ABNT NBR 7222 para concretos, empregando-se uma máquina universal de ensaios EMIC DL30000N, com o intuito de verificar a resistência mecânica (tensão força máxima) dos briquetes. O teste foi realizado a uma velocidade de 3 mm/min. A análise estatística inteiramente ao acaso (ANOVA), seguida do teste de Tukey, foi realizada a nível de 5% de significância para verificar se houve diferenças entre os teores de expansão dos briquetes e as resistências dos diferentes tratamentos.

2.4.6 Ensaio de tamboramento

Após oito semanas, realizou-se o teste de tamboramento; neste teste, três briquetes foram inseridos em uma caixa de dimensão 50 x 50 x 10 cm, a qual girou a 55 rpm durante 14 minutos (770 voltas). Por fim, mediu-se a massa da serragem que se despedaçou do briquete e, já tendo a massa dos briquetes inteiros, o cálculo a seguir foi feito empregando-se a equação 4.

$$\%Perda = \frac{Ms}{Mi} \times 100 \quad (4)$$

em que: Ms é a massa da serragem que se despedaçou e Mi é a massa inicial dos briquetes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Preparação do Material para a Briquetagem

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados da distribuição das partículas após análise granulométrica. Pode ser observado que a serragem de *Eucalyptus grandis*, depois de ser moída, possuiu, em sua maioria, uma granulometria que passou na peneira de 20 mesh e ficou retida na peneira de 35 mesh.

Tabela 2. Quantidade (%) de serragem retida por peneira (mesh e ABNT).

Table 2. Amount (%) of sawdust retained by sieve (mesh and ABNT).

Mesh	ABNT	Quantidade (%)
9	10	5,20
20	20	18,30
35	40	26,20
60	60	14,20
100	100	23,00
200	200	11,30
Coletor	Coletor	1,80

3.2.1 Determinação do teor de umidade

O teor de umidade foi ajustado a 12% para que houvesse uma melhor formação do produto.

3.2.2 Determinação do teor de voláteis

O desenvolvimento dos voláteis com a temperatura se dá nas seguintes etapas: de 100 à 200 °C há volatilização da água presente; de 200 à 280 °C há evolução de gases de moléculas leves (CO, CO₂, H₂O), alcatrão (fenóis, ácidos orgânicos), ácido acético, metanol, entre outros; de 280 à 450 °C há hidrocarbonetos pesados, H₂, CO, CO₂ (Martins, 1990).

O resultado do teor de voláteis para *E. grandis* (88,65%) mostrou-se coerente com o da literatura (89,9%), segundo Brito e Barrichelo (1978).

3.2.3 Determinação do teor de cinzas

O teor de cinzas (Tabela 3) representa a quantidade de material inorgânico na madeira, que são constituídos por metais e minerais (Ren e Sun, 2010). Esse valor se mostrou inferior ao determinado por Chrisostomo (2011), que obteve um teor de cinzas de 1,32% para *E. grandis*. Esse resultado pode ser explicado pelo material utilizado, que se encontrava limpo (sem terra ou areia) e não havia a presença da casca. Mas se comparado a Brito e Barrichelo (1977) e a Trugilho (2001), com teores de cinzas de 0,31% e 0,3% a 0,53%, respectivamente, esse resultado se mostrou dentro dos parâmetros esperados.

3.2.4 Cálculo do teor de carbono fixo

Segundo Brito e Barrichelo (1978), a porcentagem de carbono fixo de *E. grandis* é de 9,6%, resultado parecido com o encontrado nesta pesquisa (10,91%). O carbono fixo refere-se à fração da serragem que queima no estado sólido e representa a massa energética contida na serragem (Leite, 2006; Chrisostomo, 2011).

Tabela 3. Variáveis de qualidade da serragem de *E. grandis* para a confecção de briquetes.Table 3. Quality variables of *E. grandis* sawdust for the production of briquettes.

Teor de umidade	Teor de voláteis	Teor de cinzas	Carbono fixo	Poder Calorífico
12%	88,65%	0,44%	10,80%	4.229 kcal.kg ⁻¹

3.2.5 Determinação do poder calorífico superior – PCS

Segundo Quirino (2003), o poder calorífico refere-se à quantidade de energia liberada durante a combustão completa de uma unidade de massa ou de volume de um combustível. Como descrito por Gonçalves (2006), o poder calorífico é dito superior quando a combustão se efetua a volume constante e a água formada durante a combustão é condensada.

O PCS encontrado para a serragem de *E. grandis* (Tabela 3) mostrou-se dentro do encontrado pela literatura, que é por volta de 4.651 kcal.kg⁻¹

e 4.436 kcal.kg⁻¹, segundo Quirino et al. (2005) e Chisostomo (2011), respectivamente, sendo esta matéria-prima adequada para uso

3.3 Confecção dos Briquetes

O uso da serragem como matéria-prima na produção de briquetes mostrou-se eficaz em seus diferentes tratamentos, com a formação de briquetes compactos sem desprendimento de material (Figura 1). Visualmente, os briquetes não apresentam diferenças em relação ao formato, pois foram compactados pelo mesmo molde cilíndrico de metal.

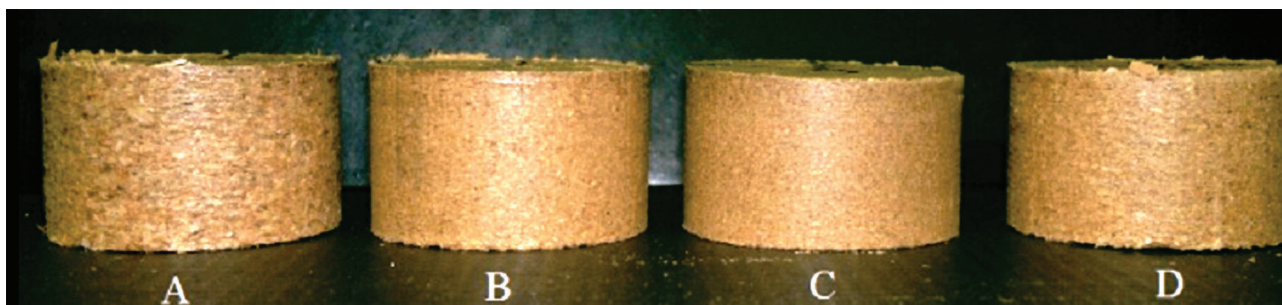


Figura 1. Fotografias dos briquetes produzidos para cada tratamento: T1 (A), T2 (B), T3 (C) e T4 (D).

Figure 1. Photographs of the briquettes produced for each treatment: T1 (A), T2 (B), T3 (C) and T4 (D).

3.4 Caracterização dos Briquetes

3.4.1 Determinação do teor de umidade

A umidade da matéria-prima foi ajustada, na pré-briquetagem, a 12%. Porém, a umidade pós-teste de resistência se mostrou menor, aproximadamente 11,5%, devido à ventilação constante à qual o material foi submetido durante os 15 dias que antecederam o ensaio, isto mostra que houve uma perda não significativa de umidade dos briquetes durante esse tempo.

3.4.2 Determinação da densidade

Como pode ser observado pela Tabela 4, a densidade dos briquetes é de 6 a 7 vezes maior comparada com a densidade da serragem, resultado da grande diminuição de seu volume.

O tratamento T1 foi o que apresentou maior aumento de densidade, pois a densidade de sua serragem era menor, devido à maior granulometria. Quanto maior a granulometria, maior os espaços vazios entre os resíduos e menor será sua densidade; com a compactação, esses espaços de ar diminuem. Houve uma gradativa diminuição do aumento da densidade entre os tratamentos T1, T2 e T3 (coluna de vezes em que a densidade aumentou após a briquetagem), que pode ser explicado pelo tamanho da granulometria de cada tratamento. Com esse resultado pode-se dizer que quanto maior a granulometria, maior o aumento da densidade pós-briquetagem.

Segundo Quirino et al. (2012), os briquetes confeccionados com uma granulometria fina (T3, com valor de densidade de 1007,70 kg.m⁻³), apresentam valor de densidade mais elevado que os de granulometria mais grossa, justificado pela melhor acomodação das partículas pequenas em relação às grandes.

Tabela 4. Densidade dos tratamentos antes e após a briquetagem. A quarta coluna mostra quantas vezes a densidade dos briquetes é maior que a da serragem.

Table 4. Treatments density before and after briquetting. The fourth column shows how often the density of the briquettes is greater than the sawdust.

Tratamentos	Serragem	Densidade (kg.m ⁻³)	
		Briquete	Briquete > Serragem (vezes)
T1	129,67	968,47	7,47
T2	156,28	993,41	6,36
T3	162,59	1007,45	6,20
T4	147,38	988,70	6,71

3.4.3 Aferição da expansão dos briquetes

Na Tabela 5, é possível observar que o único tratamento que diferiu significativamente dos outros quanto à expansão longitudinal foi o tratamento T4. Esse resultado é atribuído à diferença granulométrica encontrada nesse tratamento, pois os espaços entre as partículas grandes, previamente ocupados por ar, no tratamento T4, passaram a ser preenchidos com as partículas de tamanho menor, o que garante uma maior adesão entre as partículas e, conseqüentemente, a menor taxa de expansão longitudinal.

Tabela 5. Representação das taxas de expansão dos briquetes durante um intervalo de 15 dias.

Table 5. Representation of the expansion rates of the briquettes during an interval of 15 days.

Tratamentos	Taxa de expansão (%)	
	Diâmetro	Altura
T1	1,32 ± 0,24 ab	22,05 ± 1,60 b
T2	1,32 ± 0,19 ab	19,85 ± 1,82 b
T3	1,41 ± 0,18 b	19,15 ± 1,51 b
T4	1,04 ± 0,38 a	15,06 ± 1,66 a

* As letras a e b na tabela representam a diferença significativa, a nível de 5%, segundo o teste de Tukey, dos resultados obtidos.

* Letters a and b in the table represent the significant difference at the level of 5% according to the Tukey test, to the obtained results.

A taxa de expansão de diâmetro dentre os briquetes foi menor no tratamento T4, porém, estatisticamente, permaneceu similar ao dos tratamentos T1 e T2. O tratamento T3 apresentou-se estatisticamente diferente do tratamento T4, pois o primeiro possuiu uma maior taxa de

expansão diametral, devido à menor adesão entre as partículas. Esse resultado difere do esperado pela literatura, pois segundo Quirino (2012), quanto menor o tamanho da partícula compactada, maior é a adesão entre as partículas e menor a taxa de expansão entre elas.

Pode-se concluir que devido à diferença entre o tamanho das partículas no tratamento T4, houve maior adesão entre elas; enquanto no tratamento T3, devido à homogeneidade entre os tamanhos das partículas (finas), a compactação da serragem não foi eficiente.

3.4.4 Ensaios de compressão diametral dos briquetes

No ensaio para se aferir a resistência mecânica dos tratamentos, a ANOVA mostrou que houve diferença significativa entre os tratamentos. A média da força máxima e da tensão da força máxima, além do desvio-padrão de cada média, estão apresentados na Tabela 6.

Os briquetes de *E. grandis* preparados com a matéria-prima com granulometria T4 apresentaram os melhores resultados de tensão suportada pelos corpos-de-prova, chegando a ser 34,28% mais resistente (em relação à força máxima) se comparada ao tratamento da porção mais grossa (T1), possivelmente devido à maior interação entre as partículas, resultado da maior proximidade e área superficial das partículas formadoras dos briquetes. Segundo Salame (1992), a resistência mecânica do briquete está associada a vários parâmetros de produção, entre eles a granulometria da matéria-prima. Outro fator atribuído à maior resistência do T4 é que ele obteve a menor expansão longitudinal, conseqüência da maior adesão entre as partículas.

Tabela 6. Resultados do teste de tração por compressão diametral; as letras minúsculas representam a diferença estatística entre cada tratamento em relação à Força Máxima, sendo que a letra a é o melhor resultado esperado; no mesmo sentido, as letras maiúsculas referem-se à Tensão da Força Máxima.

Table 6. Results of traction test for diametrical compression; small letters represent statistical difference between each treatment compared to Maximum Force, and the letter a is the best expected result, in the same sense; capital letters refer to Voltage Maximum Strength.

Tratamento	Força máxima (kgf)	Tensão da força máxima (MPa)
T1	72,95 ± 2,23 b	0,50 ± 0,01 B
T2	66,19 ± 4,38 b	0,47 ± 0,03 B
T3	68,75 ± 10,09 b	0,50 ± 0,09 B
T4	90,22 ± 2,35 a	0,67 ± 0,02 A

3.4.5 Ensaio de tamboramento

O teste de tamboramento mostra quais tratamentos de briquetes se apresentam mais coesos. Na Tabela 7, pode-se visualizar que o tratamento T3 foi o que obteve a menor taxa de perda de serragem. Esse resultado é devido a sua menor granulometria, que garante maior adesão entre as partículas, devido à maior superfície de contato entre elas.

O tratamento T4, mesmo mostrando maior resistência no ensaio de compressão diametral, ficou em segundo lugar no quesito de menor perda de serragem, pois, embora suas partículas mostrassem ser as mais coesas e as que possuíram menor expansão, a quebra de adesão entre elas mostrou-se maior do que no tratamento T3.

Tabela 7. Resultados do teste de tamboramento.

Table 7. Compression and rotation test results.

Tratamento	Perda (%)
T1	32,24
T2	24,75
T3	8,29
T4	18,64

4 CONCLUSÕES

A utilização da matéria-prima serragem de *Eucalyptus grandis* é ideal para a confecção de briquetes, segundo sua caracterização química. A granulometria que apresentou as melhores características em relação aos parâmetros analisados

foi a mistura (serragem que passou pela peneira de 10 mesh e ficou retida na peneira de 100 mesh – tratamento T4), com resultados para expansão (diametral e longitudinal) e de ensaios de compressão diametral para força máxima e tensão de força máxima dos briquetes de 1,04%, 15,06%, 90,22 kgf e 0,6714 MPa, respectivamente, diferindo de modo significativo a nível de 5% dos outros tratamentos.

O tratamento T4 mostrou ser o melhor, pois suas partículas garantiam uma grande superfície específica, o que gerou maior adesão entre as partículas. Essa adesão promoveu uma melhor compactação do material e, consequentemente, os melhores resultados para resistência e expansão.

Como os briquetes com granulometria heterogênea foram os que obtiveram os melhores resultados, pode-se dizer que financeiramente esses resultados são ótimos, pois para a produção de briquetes em alta escala (comercialmente) pode-se reduzir o processamento total do briquete, retirando-se o processo de separação granulométrica.

5 AGRADECIMENTOS

À Comissão do SIMATEF pelo apoio no trabalho, ao CNPq pelo financiamento do projeto e pelas bolsas concedidas (PIBITI 154697/2013-3 e PIBIC 123809/2013-4), à CAPES (projeto PNPd 02880/09-1), aos colegas que auxiliaram na realização da pesquisa, ao Professor Doutor Fábio Minoru Yamaji e à Doutora Alessandra Da Róz pelas orientações e à Revista Instituto Florestal pela oportunidade de publicar este artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011/ABRAF**. Brasília, DF, 2012. 150 p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional**. Brasília, DF, 2012. 282 p.

BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. Características do eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca. **IPEF**, n. 16, p. 63-70, 1978.

_____. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: i. Densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. **IPEF**, n. 14, p. 9-20, 1977.

CHRISOSTOMO, W. **Estudo da compactação de resíduos lignocelulósicos para utilização como combustível sólido**. Sorocaba: UFSCar, 2011. 56 p.

GONÇALVES, J. **Caracterização química e energética de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis***. Botucatu: UNESP, 2006. Disponível em: <www.athena.biblioteca.org.br/exlibris/bd/bla_/33004064021P7/2006/goncalves_je_me_botfca.pdf>. Acesso em: 03 set. 2012.

LEITE, D.P. **Estudo para reduzir a variabilidade do carbono fixo na alimentação de duas usinas de pelotização utilizando um controlador fuzzy**. 2006. 77 f. Projeto de Graduação (Engenheiro Eletricista) – Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

LIMA, E.G. de ; SILVA, D.A. da. Resíduos gerados em indústrias de móveis de madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas-PR. **Floresta**, v. 35, n. 1, 2005.

MARTINS, H. Madeira como fonte de energia. In: PENEDO, W.R. (Ed.). **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 1990. p. 9-26. (SPT – 001).

QUIRINO, W.F. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Brasília, DF: Laboratório de Produtos Florestais, IBAMA, 2002. 35 p.

_____. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Brasília, DF: LPF/IBAMA, 2003. 14 p.

_____. et al. Poder calorífico da madeira e de materiais ligno-celulósicos. **Revista da Madeira**, n. 89, p. 100-106, abr 2005.

_____. et al. Densimetria de raios x na análise da qualidade de briquetes de resíduos de madeira. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 525-536, 2012.

REN, J.L.; SUN, R.C. **Cereal straw as a resource for sustainable biomaterials and biofuels – chemistry, extractives, lignins, hemicelluloses and cellulose**. Oxford: Elsevier, 2010. cap. 4, p. 73-76.

SALAME, J.E.F. **Estudo básico para a briquetagem de carvão vegetal**. Ouro Preto: Escola de Minas e Metalurgia, 1992. p. 19.

TRUGILHO, P.F. et al. Avaliação de clones de *Eucalyptus* para produção de carvão vegetal. **Cerne**, v. 7, n. 2, p. 104-114, 2001.

**EFICIÊNCIA DE DOIS INSETICIDAS SISTÊMICOS NO CONTROLE
DE *Leptocybe invasa* EM MUDAS DE *Eucalyptus camaldulensis*¹**

**EFFICIENCY OF TWO SYSTEMIC INSECTICIDES TO CONTROL
BLUE GUM CHALCID WASP IN SEEDLINGS OF *Eucalyptus camaldulensis***

Ítalo Ramos CEGATTA^{2,4}; Cristian VILLEGAS³

RESUMO – O avanço das pragas exóticas do gênero *Eucalyptus*, no Brasil, está cada vez maior. A vespa-da-galha *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) já é encontrada em nove estados brasileiros. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de inseticidas sistêmicos aplicados no viveiro de mudas, via rega, para controle de *L. invasa*. O experimento foi conduzido no viveiro da ESALQ/USP, em Piracicaba–SP, com mudas de *Eucalyptus camaldulensis*. O teste utilizou os inseticidas Imidacloprid e Tiametoxam nas dosagens 4,1, 8,3 e 12,5 g.m⁻² e 37,5, 75 e 112,5 g.m⁻², respectivamente. A eficiência foi determinada pelo total de galhas encontradas nas mudas. A eficácia foi de 84,41% e 61,03%, nas doses de 12,5 g.m⁻² e 112,5 g.m⁻², respectivamente. O efeito residual dos inseticidas variou de quatro a oito semanas, sem manifestação de fitotoxicidade. Os melhores resultados foram obtidos com o Imidacloprid, quando comparado com o Tiametoxam, tanto em eficiência quanto no efeito residual.

Palavras-chave: vespa-da-galha; eucalipto; controle químico; proteção florestal.

ABSTRACT – The advancement of exotic pests of *Eucalyptus* in Brazil is increasing. The blue gum chalcid wasp (*Leptocybe invasa* Fisher & La Salle) is already found in nine Brazilian states and there is still no effective control method. The purpose of this study was to determine the efficiency of systemic insecticides to control *Leptocybe invasa* in nursery seedlings. The experiment was conducted in the nursery of ESALQ/USP, in Piracicaba–SP, with seedlings of *Eucalyptus camaldulensis*. The test used the insecticides Imidacloprid and Thiamethoxam at doses 4.1, 8.3 and 12.5 g.m⁻² and 37.5, 75 and 112.5 g.m⁻². Efficiency was determined by the total galls found in seedlings. The insecticides showed efficiency of 84.41% and 61.03% at doses of 12.5 g.m⁻² and 112.5 g.m⁻². The residual period of insecticides ranged from four to eight weeks with no manifestation of phytotoxicity. The Imidacloprid obtained better results than Thiamethoxam, both in efficiency and in the residual effect.

Keywords: blue gum chalcid wasp; eucalypt; chemical control; forest protection.

¹ Recebido para análise em 03.09.13. Aceito para publicação em 02.04.14. Artigo proveniente do III SIMATEF – Simpósio de Meio Ambiente e Tecnologia Florestal, realizado na UFSCar – campus Sorocaba, no período de 22 a 24 de maio de 2013, Sorocaba, SP, Brasil.

² Graduando em Engenharia Florestal, Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil.

³ Departamento de Ciências Exatas, Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: Ítalo Ramos Cegatta – italocegatta@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as pragas exóticas do gênero *Eucalyptus*, como psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore, percevejo bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé e vespa-da-galha *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, têm comprometido o desenvolvimento de várias espécies e clones no Brasil (Wilcken e Berti Filho, 2008). A praga *L. invasa* foi observada pela primeira vez no Brasil em 2008, em plantios na Bahia. Devido à sua rápida dispersão em 2013, o ataque às mudas de *Eucalyptus* spp. já era observado em nove estados brasileiros.

Leptocybe invasa é uma microvespa galícola com associação ao gênero *Eucalyptus*, originária da Austrália. O adulto mede 1,2 mm de comprimento e tem reprodução por partenogênese telitoca, o que propicia seu rápido crescimento populacional (Wilcken e Berti Filho, 2008). As fêmeas ovipositam no interior dos ramos, pecíolos e nervuras das plantas, onde inicia o processo de formação da galha, visível em algumas semanas. O ciclo do inseto é relativamente longo, cento e trinta dias, da postura até a emergência do adulto (Mendel et al., 2004).

No interior das galhas, são formadas câmaras individuais ou coletivas, constituindo um meio que proporciona nutrição e proteção aos seus indutores, face às flutuações microclimáticas como também a seus inimigos naturais (Stone et al., 2002). O desenvolvimento das larvas no interior das galhas gera hiperplasia nos tecidos da planta causando deformação das folhas, interrupção do fluxo normal da seiva e prejudicando o crescimento e desenvolvimento da mesma (Doganlar, 2005). A postura da fêmea ocorre em período quente e o ciclo de desenvolvimento é lento no inverno. Após a emergência, as fêmeas voam diretamente para a planta hospedeira e inserem os seus ovos na região inferior das folhas (Centro de Investigação Florestal – CIF, 2011).

As principais estratégias para o manejo dessa praga estão baseadas em controle biológico clássico, com importação, criação e liberação de inimigos naturais, avaliação de material genético resistente e controle químico.

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de inseticidas sistêmicos, aplicados via rega, no controle de *L. invasa* em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no viveiro do Departamento de Ciências Florestais – LCF da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, em Piracicaba–SP. No dia 16 de agosto de 2012, foi realizada a semeadura de tubetes com sementes de *E. camaldulensis* lote SE-0006, proveniente do Instituto de Estudos e Pesquisa Florestais – IPEF. O tempo de germinação foi de aproximadamente quinze dias, período em que os tubetes permaneceram na casa de vegetação com temperatura e umidade controladas.

Após a germinação, os tubetes foram alocados em bancadas a pleno sol, com irrigação e adubação convencional. Quarenta dias após a germinação de todas as sementes, foi realizada a aplicação dos inseticidas com o auxílio de um regador de jardim. O volume de calda aplicado foi de 0,18 L; para a testemunha a aplicação foi feita com água destilada.

Sete tratamentos foram testados com 20 repetições, sendo três para cada inseticida e um para a testemunha (Tabela 1). Realizaram-se vistorias semanais para a contagem das galhas e para verificar a ocorrência de fitotoxidade. Os dados foram coletados especificando o indivíduo e o local onde se encontrava a galha, obtendo-se, dessa maneira, o avanço da infestação a cada sete dias pelo período de nove semanas.

Como o experimento visou o controle em viveiros de mudas, optou-se por usar uma unidade que se adaptasse à situação. Para isso, os cálculos foram baseados em gramas de produto comercial em 7,5 L de calda, dessa maneira temos aproximadamente em cada tubete 0,009 L de calda, volume que evita desperdício ao aplicar com o regador. A dosagem foi ajustada pela quantidade de tubetes dispostos em 1 m² de bandeja, nesse caso 841.

A eficiência dos inseticidas foi determinada segundo Abbott (1925) juntamente com uma análise descritiva dos dados, considerando o total de galhas de cada tratamento. Com relação à análise estatística, a ANOVA (análise de variância) não pode ser feita, pois a variável resposta número total de galhas é uma variável discreta e não atende à suposição básica de ter distribuição normal. Como alternativa, foi ajustado um modelo linear generalizado – MLG com resposta seguindo uma distribuição Poisson (contagem) e função de ligação logarítmica utilizando a função glm() pertencente ao pacote básico stats do software livre R (R Development Core Team, 2013).

Tabela 1. Tratamentos e doses empregadas no experimento conduzido entre 16 de agosto e 03 de dezembro de 2012 no viveiro da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, em Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil.

Table 1. Treatments and doses used in experiment conducted between August 16 and December 3, 2012 in the nursery of Luiz de Queiroz College of Agriculture – ESALQ, in Piracicaba, state of São Paulo, Brazil.

Tratamentos			Dose g/planta	
Ingrediente Ativo	Concentração	Sigla	Produto Comercial	Ingrediente Ativo
Tiametoxam	250 WG	T-1	37,5	9,3
Tiametoxam	250 WG	T-2	75	18,7
Tiametoxam	250 WG	T-3	112,5	28,1
Imidacloprid	700 WG	T-4	4,1	2,8
Imidacloprid	700 WG	T-5	8,3	5,8
Imidacloprid	700 WG	T-6	12,5	8,7
Testemunha	--	T-7	--	--

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trinta e cinco dias após a aplicação dos inseticidas foram observadas as primeiras galhas. O monitoramento foi realizado até a nona semana após a aplicação (Figura 1). Somente a partir da sétima semana houve a contagem de galhas nos tratamentos com Imidacloprid.

Analisando o total de galhas em cada tratamento na última semana (Figura 1), observa-se diminuição entre os níveis de dosagens, em função da concentração de princípio ativo. Nota-se também pequena diferença entre a maior dose de Tiametoxam (T-3) e a menor dose de Imidacloprid (T-4), a qual só se torna discrepante em relação às duas outras dosagens dos inseticidas.

O tratamento T-6 teve maior eficiência, com 84%, ao passo que o tratamento T-1 obteve eficiência de 5%. A proximidade da efetividade dos tratamentos T-3, T-4, T-5 pode ser um fator a influenciar na escolha do melhor produto, pois mostraram resultados semelhantes mesmo com dosagens diferentes (Figura 2).

Nota-se, ainda, a eficiência dos tratamentos com Imidacloprid (T-4, T-5 e T-6), que obtiveram valores relativamente próximos, com amplitude de 20%, ao passo que nas mudas tratadas com Tiametoxam (T-1, T-2, e T-3) a amplitude de eficiência foi de 56%.

Nota-se que o surgimento de galhas é precoce nos tratamentos T-1, T-2 e T-3, característica que também pode estar relacionada com a concentração do produto ativo (Figura 1). Essa comparação fica evidente observando-se o T-6, no qual a contagem de galhas ocorreu somente nove semanas após a aplicação do inseticida.

Verificou-se, através da análise de resíduos, que as pressuposições do modelo linear generalizado não foram satisfeitas devido a uma quantidade excessiva de zeros no banco de dados, uma vez que muitos indivíduos não apresentaram galhas durante o experimento. Portanto, não foi possível utilizar o modelo proposto para comparar os tratamentos. Logo, a descrição dos dados foi feita usando-se a análise descritiva.

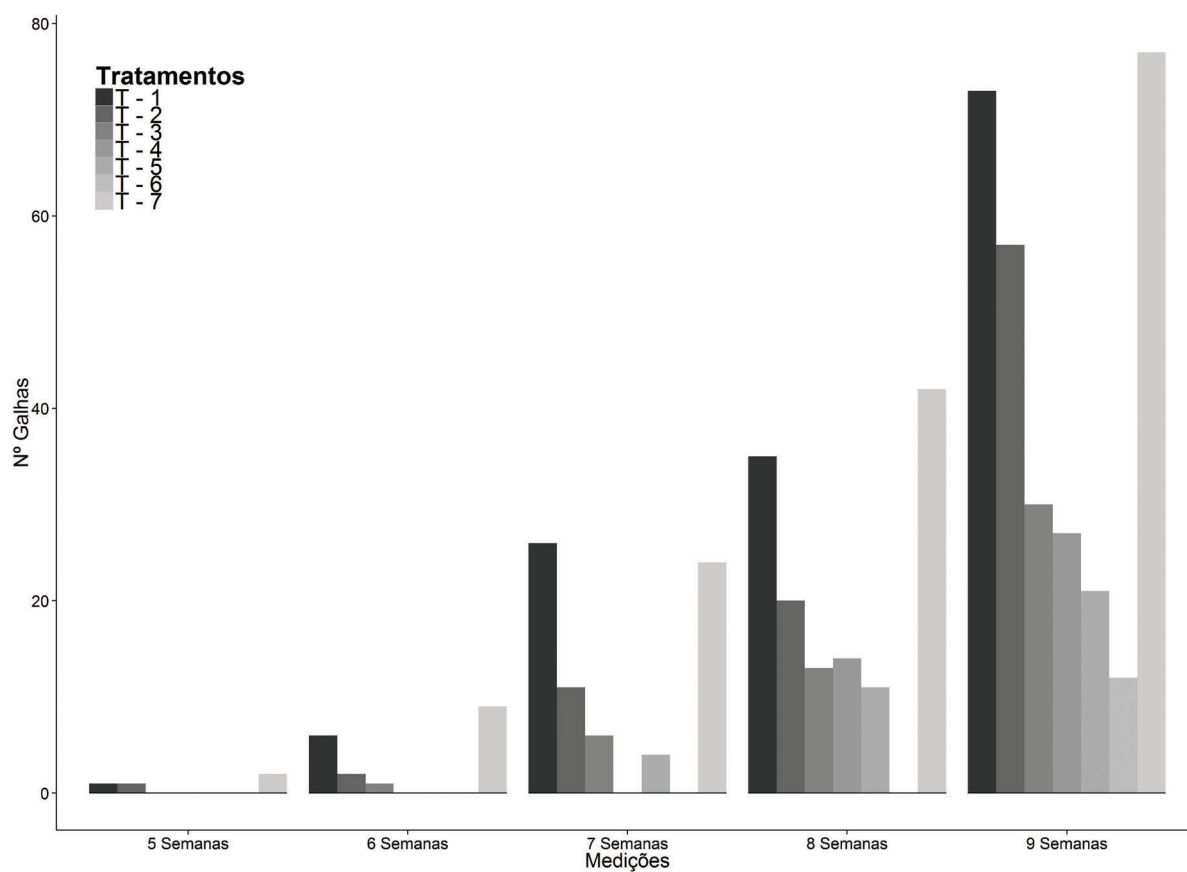


Figura 1. Total de galhas de cada tratamento por semana. Corresponde às medições realizadas entre 05 de novembro e 03 de dezembro de 2012 no viveiro da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, em Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil.

Figure 1. Total galls of each treatment per week. Corresponds to the measurements conducted between November 5 and December 3, 2012 in the nursery of Luiz de Queiroz College of Agriculture “Luiz de Queiroz” – ESALQ, in Piracicaba, state of São Paulo, Brazil.

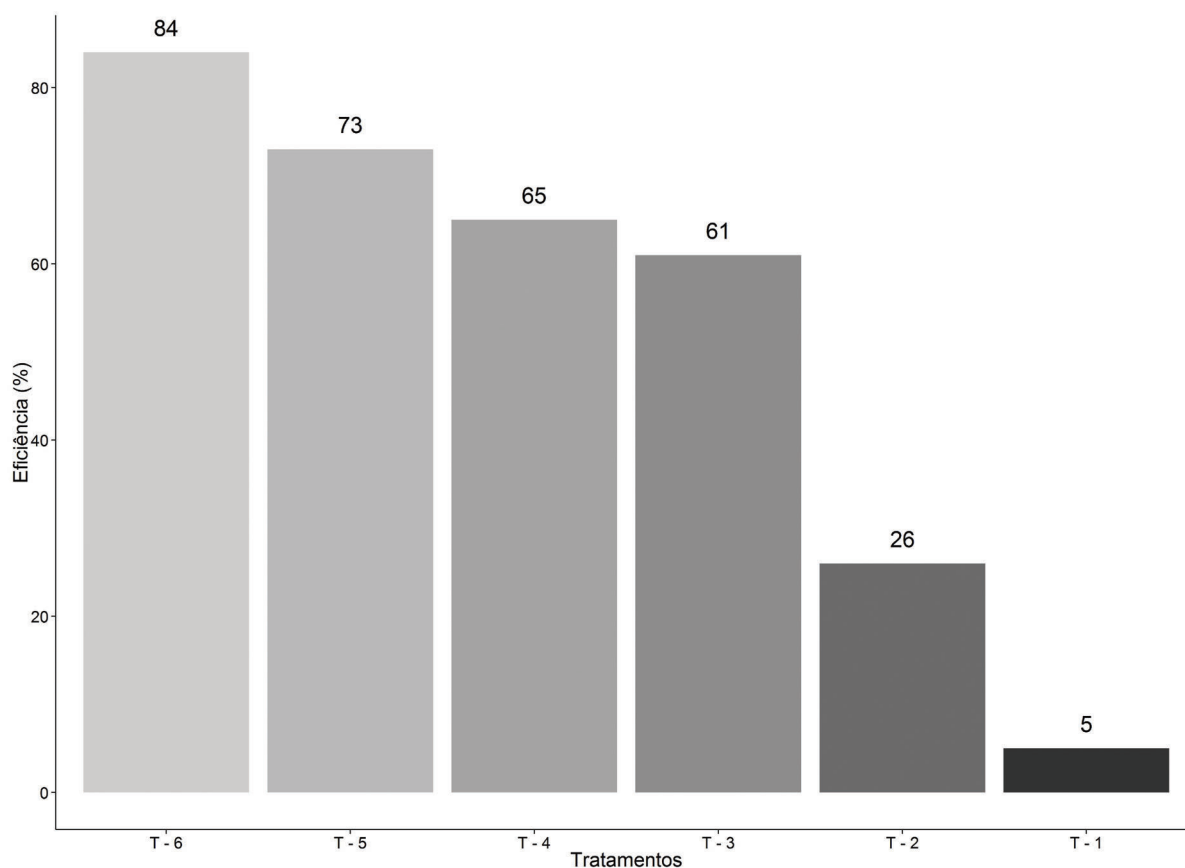


Figura 2. Eficiência de inseticidas sistêmicos aplicados via rega no controle de *Leptocybe invasa* em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* no viveiro da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – (ESALQ), em Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil.

Figure 2. Efficiency of systemic insecticides in drench application to control of *Leptocybe invasa* in *Eucalyptus camaldulensis* seedlings in the nursery of Luiz de Queiroz College of Agriculture – (ESALQ), in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil.

Tanto as características das moléculas quanto a concentração de produto ativo dos inseticidas influenciaram na eficiência final e no efeito residual dos tratamentos. O presente estudo não avaliou reaplicações dos inseticidas, mas espera-se que o efeito residual seja o mesmo para sucessivas aplicações. Dessa maneira, a pequena diferença de eficiência entre as dosagens do Imidacloprid sugerem uma avaliação de custo comercial do produto para justificar a escolha da melhor dosagem econômica.

Jhala et al. (2010) constataram que Tiametoxam e Imidacloprid não foram as moléculas mais eficientes dentre 17 tratamentos para *L. invasa*. No entanto, Odhiambo et al. (2013) tiveram resultados significativos utilizando plantas herbáceas para controle dessa praga. Estudos com parasitoides foram realizados em Israel e Turquia e podem ser a alternativa para o controle de *L. invasa* (Kim et al., 2008; Protasov et al., 2008). No Brasil, parasitoides nativos foram registrados (Zaché et al., 2012).

Por mais que os métodos de controle biológico estejam ganhando espaço no manejo integrado de pragas, a utilização de agentes químicos é necessária para suporte no controle imediato de *L. invasa* nos plantios florestais.

4 CONCLUSÕES

Os inseticidas mostraram eficiência no controle de *L. invasa*, com diferentes períodos residuais e sem manifestação de fitotoxicidade. O Imidacloprid foi mais eficiente no controle, e com maior residual.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Grupo Florestal Monte Olimpo pelo incentivo e auxílio na idealização e execução deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S.A Method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2 p. 265-267, 1925.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO FLORESTAL – CIF. **Vespa-da-galha do eucalypto *Leptocybe invasa* em Moçambique**. International Plant Protection Convention, 2011. Disponível em: <https://www.ippc.int/file_uploaded/1328790738_ALERTA_Mo%C3%A7ambique.pdf>. Acesso em: 10 maio 2013.

DOGANLAR, O. Occurrence of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, 2004 (Hymenoptera: Chalcidoidea) on *Eucalyptus camaldulensis* in Turkey, with a description of the male sex. **Zoology in the Middle East**, v. 35, p. 112-114, 2005.

JHALA, R.C.; PATEL, M.G.; VAGHELA, N.M. Effectiveness of insecticides against blue gum chalcid, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), infesting eucalyptus seedlings in middle Gujarat, India. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 23, n. 1, p. 84-86, 2010.

KIM, I.-K. et al. Taxonomy, biology and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). **Zootaxa**, n. 1910, p. 1-20, 2008.

MENDEL, Z.; PROTASOV, A.; FISHER, N.; SALLE, J.L. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on Eucalyptus. **Australian Journal of Entomology**, v. 43, p. 101-113, 2004.

PROTASOV, A. et al. Occurrence of two local *Megastigmus* species parasitic on the eucalyptus gall wasp *Leptocybe invasa* in Israel and Turkey. **Phytoparasitica**, v. 36, p. 449-459, 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 maio 2013.

STONE, G.N. et al. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 633-68, 2002. Disponível em: <<http://homepages.ed.ac.uk/amegilla/3.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2013.

CEGATTA, I.R.; VILLEGAS, C. Eficiência de inseticidas no controle de *Leptocybe invasa*

WILCKEN, C.F.; BERTI FILHO, E. **Vespa-da-galha do eucalipto (*Leptocybe invasa*) (Hymenoptera: Eulophidae):** nova praga de florestas de eucalipto no Brasil. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/protecao/alerta-leptocybe.invasa.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2013.

ZACHÉ, B. et al. Ocorrência de *Megastigmus* sp. (Hymenoptera: Torymidae) parasitoide da vespa da galha *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012, Curitiba. **Anais web...** Curitiba: SEB: UFPR, 2012. Não paginado.

INFLUÊNCIA DO USO DE BIORREGULADORES NO CRESCIMENTO DE *Hymenaea courbaril* (NOTA CIENTÍFICA)¹

Hymenaea courbaril GROWTH AS AFFECTED BY PLANT BIOREGULATORS (SCIENTIFIC NOTE)

Cristiano Bueno de MORAES^{2, 7}; Glaucia UESUGI³; Elizabeth Orika ONO⁴;
João Domingos RODRIGUES⁴; Iraê Amaral GUERRINI⁵; Edson Seizo MORI⁶

RESUMO – Considerando-se a reduzida disponibilidade de trabalhos científicos relacionados com a avaliação de espécies florestais sob o efeito de biorreguladores vegetais, o estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação dos seguintes representantes destas substâncias: paclobutrazol (PBZ), ácido giberélico (GA₃) e ethephon em mudas de *Hymenaea courbaril*. O experimento foi implantado em esquema fatorial 3 x 3 (3 biorreguladores x 3 dosagens), sob delineamento de blocos casualizados, com três repetições e utilizando quatro plantas por parcela, em condições de viveiro. Para avaliar o efeito dos tratamentos no crescimento das plantas, foram medidas as seguintes variáveis: altura da planta, diâmetro do colo, teor de clorofila e teores de proteínas solúveis totais. A aplicação do PBZ promoveu alterações morfológicas nas folhas, como a redução no tamanho e intensidade da cor. Foram verificadas redução na altura das plantas (28%) e redução na síntese de proteínas (48%). Já o GA₃ promoveu aumento desta variável (12%). O ethephon promoveu morte dos ponteiros apicais, reduzindo a altura das mudas (22%). Concluiu-se que as aplicações dos biorreguladores influenciaram no desenvolvimento vegetativo do jatobá, fornecendo resultados preliminares importantes para a utilização de hormônios sintéticos em espécie arbórea.

Palavras-chave: melhoramento florestal; fisiologia; espécie florestal.

ABSTRACT – The study aimed to evaluate the effect of application of plant growth regulators: paclobutrazol (PBZ), gibberellic acid (GA₃) and ethephon in seedlings of *Hymenaea courbaril*. The experiment was established in randomized block design, three replications, three regulators, three dosages/regulators, plots with four plants and witness treatment. Parameters such as height and diameter, chlorophyll content and total soluble proteins were measured to assess the effect of treatments on plant growth. The application of PBZ promoted morphological changes in leaves as a reduction in size, texture and color intensity. We verified reduction of plant height (28%), reduction in protein synthesis (48%). GA₃ promoted the increase of this variable (12%). The ethephon promoted pointers apical death, reducing the height of the seedlings (22%). We concluded that applications of plant growth regulators influenced the vegetative development of jatoba, providing important preliminary results for the use of synthetic hormones in tree species.

Keywords: forest improvement; physiology; forest specie.

¹ Recebido para análise em 09.11.12. Aceito para publicação em 06.08.13.

² Aluno de Doutorado em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – FCA/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, 18610-307 Botucatu, SP, Brasil.

³ Aluna de Mestrado em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – FCA/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, 18610-307 Botucatu, SP, Brasil.

⁴ Instituto de Biociências – IB – UNESP, Departamento de Botânica, Caixa Postal 510, Rubião Júnior, 18618970 Botucatu, SP, Brasil.

⁵ Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – FCA/UNESP, Departamento de Solos, Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, 18610-307 Botucatu, SP, Brasil.

⁶ Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – FCA/UNESP, Departamento de Melhoramento Vegetal, Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, 18610-307 Botucatu, SP, Brasil.

⁷ Autor para correspondência: Cristiano Bueno de Moraes – cbueno@fca.unesp.br ou cb_moraes@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A espécie florestal *Hymenaea courbaril* (jatobá) é uma leguminosa arbórea de grande importância florestal e ambiental pelo potencial que possui como planta fixadora e armazenadora de carbono. Além disso, a madeira é densa, variando entre 0,90 a 1,10 g cm⁻³ em sua massa específica aparente e possui boa resistência ao ataque de organismos xilófagos (Lorenzi, 1998; Carvalho, 2003).

Em espécies perenes como o jatobá, o ciclo de vida é longo e o crescimento vegetativo lento (Carvalho, 2003), dificultando a produção das mudas e limitando o uso da espécie em projetos de restauração e recuperação florestal.

Nesse contexto, a utilização de biorreguladores apresenta grande potencial de utilização no setor florestal, em razão de seus efeitos sobre diferentes processos bioquímicos e fisiológicos das plantas (Moraes et al., 2012a), principalmente para espécies climáticas com ciclo de vida longo.

Os biorreguladores (hormônios sintéticos), quando aplicados nos vegetais, são quimicamente ativos, podendo atuar como inibidores de crescimento, como é o caso do paclobutrazol, que atua sobre os processos bioquímicos dos vegetais reduzindo seu crescimento e auxiliando na indução do florescimento (Moncur et al., 1994; Moncur e Hasan, 1994; Moraes, 2007; Silva et al., 2012). Enquanto o ácido giberélico (GA₃) é uma importante substância ligada ao desenvolvimento vegetativo dos vegetais, promovendo o crescimento caular e foliar (Rademacher, 2000; Taiz e Zeiger, 2004; Moraes et al., 2012b) e o ethephon libera o etileno no citoplasma das células vegetais, auxiliando na indução floral de plantas ornamentais (Smalle e Straeten, 1997; Castro, 2007).

Nesse contexto, este estudo teve a seguinte hipótese: o uso de biorreguladores promove modificações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas sobre o jatobá, alterando seu crescimento vegetativo. O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos biorreguladores vegetais: paclobutrazol, ácido giberélico e ethephon em mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Fazenda Experimental Lageado,

Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA/UNESP/Campus de Botucatu/SP. O tipo climático predominante no local é o Cwb, clima quente com inverno seco, verão chuvoso e brando, conforme classificação de Köppen.

O experimento foi implantado em esquema fatorial 3 x 3 (3 biorreguladores x 3 dosagens), sob delineamento em blocos casualizados, sendo acompanhados pelo tratamento controle (testemunha) com três repetições e utilizando quatro plantas por parcela, em condições de viveiro (Pimentel-Gomes, 1978).

As mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) utilizadas no experimento foram produzidas por sementes no viveiro do Departamento de Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/UNESP/Campus de Botucatu/SP, no seguinte sistema: semeadura em tubetes (55 cm³) preenchidos com substrato comercial; primeiro transplantio para saquinhos plásticos de 5 litros preenchidos com substrato comercial aos 90 dias após a semeadura; segundo transplantio para vasos de 20 litros preenchidos com Latossolo Vermelho textura média, aos 60 dias após o primeiro transplantio.

A fertilização do substrato (Latossolo Vermelho) empregado nos vasos definitivos aconteceu em duas ocasiões: previamente ao transplantio e aos 90 dias após esta operação. A primeira aplicação recebeu 90% e a segunda recebeu 10% dos seguintes produtos e dosagens por vaso: calcário dolomítico = 30 g (2,0 t/ha equivalente – eq.); sulfato de amônio = 20 g (4 g N eq.); superfosfato triplo = 22,4 g (9,18 g P₂O₅ eq.); cloreto de potássio = 4,96 g (2,98 g K₂O eq.); ácido bórico = 1,76 g (0,3 g B eq.) e sulfato de zinco = 2,25 g (0,45 g Zn eq.).

As aplicações com os biorreguladores foram iniciadas aos 180 dias após a semeadura. Foram utilizadas as seguintes dosagens: Paclobutrazol (PBZ): 100 mg L⁻¹ (T1), 200 mg L⁻¹ (T2) e 300 mg L⁻¹ (T3); Ácido giberélico (GA₃): 30 mg L⁻¹ (T4), 60 mg L⁻¹ (T5) e 90 mg L⁻¹ (T6); Ethephon: 100 mg L⁻¹ (T7), 200 mg L⁻¹ (T8) e 300 mg L⁻¹ (T9) e Testemunha (sem uso de biorregulador).

As dosagens do biorregulador paclobutrazol foram aplicadas somente uma vez, via rega, no substrato no volume 300 mL de solução para cada vaso. Já os tratamentos com ácido giberélico e o ethephon foram aplicados via foliar no volume final de 40 mL de solução para cada planta, a cada 25 dias, num total de 12 aplicações.

No caso das aplicações foliares foi utilizado o agente adesivo Tween-20 (Vetec Química Fina, Duque de Caxias, RJ, Brasil) à concentração final de 0,05% (v/v).

Após a aplicação dos biorreguladores, foram realizadas mensurações mensais até os 18 meses de idade para as seguintes variáveis: a) altura de plantas (cm); b) diâmetro do colo (mm); c) medições indiretas de clorofila (Índice Relativo de Clorofila – IRC) através do medidor portátil Chlorophyll Meter, Modelo SPAD-502 (Minolta, 1989), segundo método utilizado por Godoy (2002) e d) teores foliares de proteínas solúveis totais (Bradford, 1976). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAS/STAT (SAS Institute, 1992) por meio do procedimento GLM para o teste F e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias.

Tabela 1. Altura de plantas (cm), diâmetro do colo (mm), teor relativo de clorofila (Soil Plant Analysis Development – SPAD) e proteínas (μg) em plantas de *Hymenaea courbaril* aos 18 meses de idade.

Table 1. Height (cm), diameter (mm), relative chlorophyll content (Soil Plant Analysis Development – SPAD) and levels of total soluble proteins after 18 months old seedlings of *Hymenaea courbaril*.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Clorofila (SPAD)	Proteína (μg)
PBZ100	37,83 c	7,08 c	37,27 b	3,50 c
PBZ200	43,31 c	7,23 c	33,52 c	3,10 c
PBZ300	39,17 c	7,42 c	33,90 c	2,82 c
GA ₃ 30	61,27 a	10,33 a	38,63 b	5,47 b
GA ₃ 60	63,00 a	10,52 a	37,51 b	5,70 b
GA ₃ 90	64,42 a	10,18 a	38,59 b	5,40 b
ETH100	50,00 b	9,93 b	38,45 b	5,35 b
ETH200	42,83 c	9,78 b	40,30 a	5,64 b
ETH300	37,50 c	9,47 b	36,71 b	5,99 b
Testemunha	54,89 b	10,10 a	40,34 a	6,46 a
Média geral	49,4	9,2	37,5	4,9

Quadrado Médio					
FV	GL	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Clorofila (SPAD)	Proteína (μg)
Trat.	9	323,36**	5,79**	31,19**	5,16**
Rep.	2	8,65	0,098	5,25	0,035
Erro	18	0,823	0,018	1,65	0,028
CV%		22,30	19,32	5,30	9,10

Paclobutrazol (PBZ): T1 = 100 mg L⁻¹, T2 = 200 mg L⁻¹ e T3 = 300 mg L⁻¹; Ácido giberélico (GA₃): T4 = 30 mg L⁻¹, T5 = 60 mg L⁻¹ e T6 = 90 mg L⁻¹; Ethephon: T7 = 100 mg L⁻¹, T8 = 200 mg L⁻¹ e T9 = 300 mg L⁻¹; Tratamento testemunha. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Paclobutrazol (PBZ): T1 = 100 mg L⁻¹, T2 = 200 mg L⁻¹ and T3 = 300 mg L⁻¹; Gibberelic Acid (GA₃): T4 = 30 mg L⁻¹, T5 = 60 mg L⁻¹ and T6 = 90 mg L⁻¹; Ethephon: T7 = 100 mg L⁻¹, T8 = 200 mg L⁻¹ and T9 = 300 mg L⁻¹; Control treatment. Means followed by the same letter in the column do not differ significantly by Tukey test at 5% error probability. **Significant at 5% and 1% probability, respectively, by F test.

Os valores obtidos para o coeficiente de variação experimental (CVe %) variaram de 5,30% a 22,30% para as características, mostrando boa precisão do experimento conduzido. De acordo com Garcia (1989), os coeficientes de variação experimental para espécies florestais, em condições de campo, mesmo em valores superiores aos reportados para outras culturas, revelaram boa precisão experimental, devendo ser analisados, separadamente, para cada variável.

As primeiras alterações promovidas pelo inibidor de crescimento paclobutrazol foram observadas nas folhas 90 dias após sua aplicação, como pode ser observado na Figura 1. Isso provavelmente ocorreu devido ao produto translocar-se pelos vasos condutores das plantas lentamente, retardando seu efeito.

O biorregulador causou efeito acentuado de ressecamento das folhas e redução das mesmas em relação ao tratamento testemunha, semelhante aos observados por Baptista (2000) e Moraes (2007) estudando a espécie eucalipto.

O jatobá apresentou redução média de 28% no crescimento em altura dos indivíduos para os tratamentos com paclobutrazol. Segundo Castro (2007), a redução na concentração de giberelinas em tecidos jovens, provocada pelo paclobutrazol, afeta a elongação das células e, em menor grau, a divisão celular, consequentemente o efeito morfológico sobre a planta é a redução do crescimento vegetativo (Goldsmith et al., 1983; Steffens et al., 1985; Moraes et al., 2012b). Moraes (2007) observou esse mesmo fenômeno para o eucalipto, que teve o seu tamanho reduzido devido ao encurtamento dos entrenós.

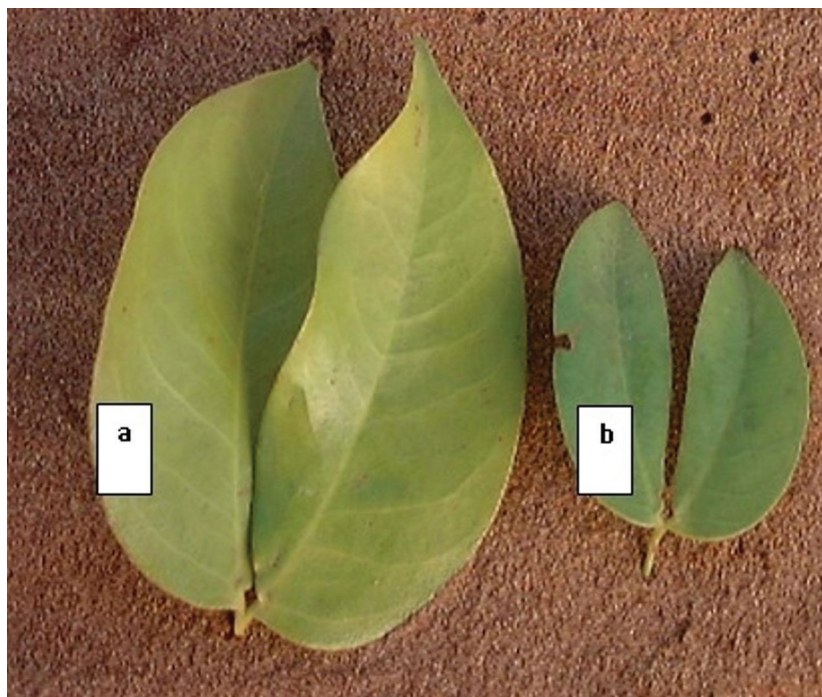


Figura 1. Folha de jatobá normal (a) e modificada (b) causada pelo efeito de paclobutrazol (PBZ).

Figure 1. Normal leaf of jatobá (a) and modified leaf (b) caused by paclobutrazol (PBZ).

A Tabela 1 apresenta os resultados de altura das plantas, nos quais os tratamentos com giberelina foram responsáveis pelo maior crescimento em altura em relação ao tratamento testemunha. Esse maior crescimento (12%) promovido pelo GA_3 pode favorecer a produção de mudas dessa espécie em viveiro. As principais modificações morfológicas provocadas pelo GA_3 foram o alongamento do caule e dos entrenós dos indivíduos. De acordo com Marengo e Lopes (2007), a aplicação exógena de reguladores vegetais sintéticos pode promover o seu crescimento em condições ambientais adversas.

Os tratamentos com paclobutrazol reduziram o diâmetro do colo em relação aos demais tratamentos para a espécie, sendo que os tratamentos com GA_3 se apresentaram superiores, embora não diferiram da testemunha. Cabe ressaltar que essa variável é muito importante na avaliação de qualidade de mudas, pois quanto maior o diâmetro, melhor a qualidade.

O ethephon nas dosagens 100 mg L⁻¹, 200 mg L⁻¹ e 300 mg L⁻¹, promoveu morte dos ramos apicais. Observou-se que quanto maior a dosagem aplicada há uma tendência na redução do porte das plantas em altura (22%). Essa diminuição na altura das plantas ocorreu devido ao produto induzir morte por poda química, causando o aparecimento de gemas laterais ao longo do tronco para a espécie.

Quanto à variável medição indireta de clorofila (SPAD), as folhas de plantas de jatobá tratadas com ethephon foram significativamente inferiores à testemunha para os tratamentos T7 (100 mg L⁻¹) e T9 (300 mg L⁻¹), sendo que T8 (200 mg L⁻¹) obteve o mesmo comportamento da testemunha. Os menores teores de clorofila encontrados foram para os tratamentos T2 e T3 com paclobutrazol, reduzindo em 13,5% em relação ao tratamento testemunha. Já a dose de 100 mg L⁻¹ de paclobutrazol, não diferiu das doses de GA_3 , nem das doses de 100 mg L⁻¹ e 300 mg L⁻¹ de ethephon. Segundo Godoy (2002), com a diminuição do porte das plantas, ocorre também uma diminuição na área foliar, aumentando a concentração de clorofila nas folhas, resultados estes que se apresentam diferentes dos encontrados para este estudo, no qual também ocorreu menor teor de clorofila nas folhas com a redução do porte dos indivíduos. Provavelmente isto tenha ocorrido devido à ligação direta entre teor de clorofila e adubação nitrogenada, e pelo fato de o experimento estar instalado em pleno sol.

Pierezan et al. (2012), estudando o efeito do bioestimulante Stimulate® em plantas de jatobá, observaram resultados superiores nos teores de clorofila em condições de 30% de luz em relação às plantas que se desenvolveram a pleno sol. Entretanto, segundo Ferraz e Silva (2001), a clorofila e os carotenoides tendem a aumentar com a redução da intensidade luminosa, sendo um recurso para otimizar a fotofosforilação e, conseqüentemente, a produção de energia.

Todos os tratamentos estudados causaram diminuição nos valores de proteínas totais, ficando os valores encontrados para os tratamentos com paclobutrazol inferiores ao ácido giberélico e ethephon, que não diferiram entre si. O decréscimo nos teores de proteínas totais dos indivíduos sob os tratamentos de paclobutrazol (PBZ) ocorreu, provavelmente, devido à inibição da síntese proteica pelo estresse que o biorregulador provocou aos indivíduos da espécie. Segundo Martinez e Cerda (1989), o estresse produzido nos vegetais interfere no transporte de substâncias presentes no vacúolo para o citoplasma, diminuindo assim a capacidade das células em incorporá-los ao crescimento e desenvolvimento, principalmente para a síntese de proteínas.

4 CONCLUSÕES

Concluiu-se que os biorreguladores:

- influenciaram no desenvolvimento vegetativo das mudas de jatobá, mostrando ser o GA_3 importante substância ligada ao crescimento, promovendo aumento de 12% para a variável altura de mudas;
- paclobutrazol mostrou-se excelente inibidor de crescimento, reduzindo a altura das mudas em 28%, mas não auxiliando no florescimento precoce da espécie durante a vigência deste estudo;
- o ethephon promoveu a morte dos ponteiros apicais, prejudicando o crescimento das mudas.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro concedido e também a todos os colaboradores pelo suporte técnico, principalmente ao pós-graduando Frederico Almeida de Jesus (Doutorando/USP/ESALQ) pelas correções e sugestões na área de fisiologia vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, A.L.P. **Utilização de paclobutrazol na indução de florescimento precoce em clones de eucalipto**. 2000. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.
- CASTRO, P.R.C. Aspectos gerais e definições: hormônios vegetais, biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores vegetais. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM HORMÔNIOS VEGETAIS NA AGRICULTURA, 2007, Campinas. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2007.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. v. 1, 1039 p.
- FERRAZ, K.K.F.; SILVA, D.M. Avaliação ecofisiológica do crescimento inicial de espécies florestais usadas na recuperação de áreas degradadas: II. *Calliandra calothyrsus* Meisn. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, 2001. CD-ROM.
- GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, n. 171, 1989. 12 p.
- GODOY, L.J.G. **Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo arenoso baseado no índice relativo de clorofila**. 2002. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- GOLDSMITH, I.R.; HOOD, K.A.; MACMILLAM, J. Inhibition of gibberellic acid biosynthesis in *Gibberella fujikuroi*. In: SYMPOSIUM ON ERGOSTEROL BIOSYNTHESIS INHIBITORS, 1., 1983, Readings. [S.l.: s.n.], 1983.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v. 2, 384 p.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa–MG: UFV, 2007. 469 p.
- MARTINEZ, V.; CERDA, A. Nitrate reductase activity in tomato and cucumber leaves as influenced by NaCl and Nsource. **Journal Plant Nutrition**, v. 12, p. 1335-1350, 1989.
- MINOLTA, C. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22 p.
- MONCUR, M.W. HASAN, O. Floral induction in *Eucalyptus nitens*. **Tree Physiology**, v. 14, n. 11, p. 46-49, 1994.
- MONCUR, M.W., RASMUSSEN, G.F., HASAN, O. Effect of paclobutrazol on flower-bud production in *Eucalyptus nitens* espalier seed orchards. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 24, n. 1, p. 46-49, 1994.
- MORAES, C.B. **Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden sob os efeitos de biorregulador e adubação química**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu.
- MORAES, C.B. et al. Biorreguladores e bioestimulantes em polinização controlada: utilização prática. In: WORKSHOP DE MANEJO DE POMARES DE POLINIZAÇÃO CONTROLADA, 2012, Lençóis Paulista. **Anais...** Série Técnica IPEF, v. 16, n. 37, p. 9-12, 2012a.
- MORAES, C.B. et al. Alterações morfológicas em *Eucalyptus grandis* sob aplicação de biorreguladores no período juvenil. **Revista do Instituto Florestal**, v. 24, n. 2, p. 251-257, 2012b.
- PIMENTEL-GOMES, P. **Curso de estatística experimental**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1978. 430 p.
- PIEREZAN, L.; SCALON, S.P.Q.; PEREIRA, Z.V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com o uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 127-133, 2012.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review Plant Physiology Molecular Biology**, v. 51, p. 501-531, 2000.

MORAES, C.B. de et al. Biorreguladores em *Hymenaea courbaril*

STEFFENS, G.L.; BYUN, J.K.; WANG, S.Y. Controlling plant growth via the gibberellin biosynthesis system. I: Growth parameter alterations in apple seedlings. **Physiologia Plantarum**, v. 63, n. 2, p. 163-168, 1985.

SMALLE, J.; STRAETEN, D. van der. Ethylene and vegetative development. **Physiologia Plantarum**, v. 100, p. 593-605, 1997.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT software:** changes and enhancements, release 6.07 ed. Cary: SAS Institute, 1992. (SAS Tech. Rep. p-229).

SILVA, P.H.M.; MORAES, C.B.; MORI, E.S. **Polinização controlada em eucaliptos nas empresas florestais brasileiras.** Piracicaba: IPEF, 2012. 15 p. (Circular Técnica IPEF, n. 204).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

**PRIMEIRO REGISTRO DE *Fulgurodes sartinaria* (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE)
EM PLANTAS DE *Eucalyptus cloeziana* (MYRTACEAE) (NOTA CIENTÍFICA)¹**

**FIRST RECORD OF *Fulgurodes sartinaria* (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE)
IN *Eucalyptus cloeziana* (MYRTACEAE) (SCIENTIFIC NOTE)**

Claubert Wagner Guimarães de MENEZES²; Sebastião Lourenço de ASSIS JÚNIOR³;
Marcus Alvarenga SOARES^{4,6};
Victor Hugo Duarte da COSTA⁴; Evaldo Martins PIRES⁵

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi registrar a oviposição e o desenvolvimento de uma nova espécie de lepidóptera associada à *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, 1878 (Myrtaceae). Ovos, imaturos e adultos de *Fulgurodes sartinaria* Guenée, 1858 (Lepidoptera: Geometridae) foram encontrados em plantas de *E. cloeziana* no município de Itamarandiba, Minas Gerais, Brasil. Este trabalho é o primeiro registro desse desfolhador em plantas de eucalipto. Ninfas de *Brontocoris tabidus* Signoret, 1852 (Heteroptera: Pentatomidae) foram também observadas predando as lagartas de *F. sartinaria*, isto indica que este predador poderá ser um potencial agente de controle biológico da espécie. A ocorrência de *F. sartinaria* ovipositando e se desenvolvendo em plantas de *E. cloeziana* mostra que este lepidóptero pode se tornar um desfolhador importante da espécie, sendo recomendável sua inclusão em monitoramentos de pragas do eucalipto visando seu manejo integrado.

Palavras-chave: eucalipto; plantas hospedeiras; insetos florestais; pragas.

ABSTRACT – The aim of this study was to record the oviposition and development of a new species of lepidopteran pests of *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, 1878 (Myrtaceae). Eggs, immatures and adults of *Fulgurodes sartinaria* Guenée, 1858 (Lepidoptera: Geometridae) were found in plants of *E. cloeziana* in Itamarandiba, Minas Gerais state, Brazil. This work is the first record of this defoliator in eucalyptus plants. Nymphs of the *Brontocoris tabidus* Signoret, 1852 (Heteroptera: Pentatomidae) have also been observed preying on the larvae of *F. sartinaria*, this indicates that this predator is a probable potential biological control agent of the species. The occurrence of *F. sartinaria* developing and laying eggs on plants of *E. cloeziana* shows that this insect can become an important defoliator and it is recommended its inclusion in monitoring pest of eucalyptus for integrated pest management.

Keywords: eucalyptus; host plants; forest insects; pest.

¹ Recebido para análise em 08.02.13. Aceito para publicação em 18.10.13.

² Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 37200-000 Lavras, MG, Brasil.

³ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, 39100-000 Diamantina, MG, Brasil.

⁴ Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, 39100-000 Diamantina, MG, Brasil.

⁵ Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, 78557-000 Sinop, MT, Brasil.

⁶ Autor para correspondência: Marcus Alvarenga Soares – marcusasoares@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de espécies de *Eucalyptus* (Myrtaceae) no Brasil é fonte de matéria-prima para obtenção de madeira, carvão, celulose, óleos essenciais, além de uso na indústria e construção civil (Moreira et al., 2009; Zanuncio et al., 2010).

No entanto, populações de insetos pragas podem ser favorecidas em monoculturas de eucalipto, com frequentes novos registros de fitófagos nos maciços florestais (Guedes et al., 2000; Soares et al., 2009a; Menezes et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi registrar a ocorrência de uma espécie de lepidóptera associada a *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, 1878 (Myrtaceae) e de um provável potencial inimigo natural da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Adultos e lagartas de lepidóptera foram observados ovipositando e se alimentando de folhas em um plantio de *E. cloeziana*, em novembro de 2012, no município de Itamarandiba (17°51'S e 42°51'W, média anual de pluviosidade 1.112 mm, temperatura média de 20,9 °C e 893 m de altitude), Minas Gerais, Brasil (Figura 1: A, B, C e D). Posturas, lagartas e adultos dos insetos foram levados para o Laboratório de Controle Biológico de Insetos – LCBI, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.

As posturas e lagartas foram acondicionadas em potes plásticos de 500 mL e alimentadas com folhas de *E. cloeziana* até a fase de pupa, sendo mantidas em sala climatizada (25 ± 2 °C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 12 horas – 2.000 lúmens por 4 m²). As pupas obtidas foram mantidas no mesmo ambiente até a emergência. Os adultos coletados em campo

foram mortos em câmara mortífera contendo acetato de etila e montados. Adultos obtidos em laboratório foram comparados com os espécimes coletados no campo, e a espécie foi identificada como *Fulguroides sartinaria* Guenée, 1858 (Lepidoptera: Geometridae).

Ninfas do predador *Brontocoris tabidus* Signoret, 1852 (Heteroptera: Pentatomidae) foram observadas alimentando-se das lagartas no campo (Figura 1 A), estabelecendo uma nova relação tritrófica planta – herbívoro – inimigo natural, sendo as espécies componentes: *E. cloeziana* – *F. sartinaria* – *B. tabidus*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espécies do gênero *Fulguroides* estão distribuídas no México, Colômbia, Equador, Peru e Brasil (Santos et al., 1993). Ovos de *F. sartinaria* apresentam formato arredondado, coloração branca e são ovipositados em massa na superfície do tronco de *E. cloeziana*. As lagartas apresentam cabeça protuberante e fortemente esclerotizada, coloração preta com listras longitudinais amarelas e são do tipo mede palmo. As pupas de *F. sartinaria* são envoltas por um casulo rendilhado, resistente e de cor bege, no campo ficam presas aos galhos do eucalipto. Mariposas apresentam as asas anteriores com desenhos em forma de mosaico, com contornos de tonalidade marrom e fundo branco (Figura 1: A, B, C e D).

A literatura registra apenas a espécie *Pinus patula* Schiede & Deppe, 1831 (Pinaceae) como planta hospedeira de *F. sartinaria* (Santos et al., 1993). Plantas de *Podocarpus lambertii* (Klotzsh ex Eichler, 1853) (Podocarpaceae), *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl., 1838 (Pinaceae) e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, 1898 (Araucaceae) foram registradas hospedando outras espécies do gênero, tais como, *Fulguroides aculearia* (Guenée, 1858) (Lepidoptera: Geometridae) (Baucke, 1960; Zajciw, 1962). Inimigos naturais não foram registrados anteriormente para *F. sartinaria*.



Figura 1. A) ninfa de *Brontocoris tabidus* Signoret, 1852 (Heteroptera: Pentatomidae) (indicado pela seta) predando lagarta de *Fulgurodes sartinaria* Guenée, 1858 (Lepidoptera: Geometridae) e lagarta deslocando-se em galho de eucalipto; B) ovos de *F. sartinaria* em tronco de *E. cloeziana*; C) Adulto de *F. sartinaria*; D) casulo de *F. sartinaria*. Fotos: Sebastião Lourenço de Assis Júnior.

Figure 1. A) *Brontocoris tabidus* Signoret, 1852 (Heteroptera: Pentatomidae) nymph (indicated by arrow) preying on *Fulgurodes sartinaria* Guenée, 1858 (Lepidoptera: Geometridae) and caterpillar moving in eucalyptus branch; B) *F. sartinaria* eggs in trunk of *E. cloeziana*; C) *F. sartinaria* adult; D) *F. sartinaria* cocoon. Photos: Sebastião Lourenço de Assis Júnior.

Este é o primeiro registro de *F. sartinaria* atacando plantas de eucalipto no Brasil. Isto se deve, possivelmente, à extensa área plantada com essa essência florestal no país, o que pode ter levado *F. sartinaria* a se adaptar à nova planta hospedeira. Outras lagartas indígenas da família Geometridae, como as *Oxydia vesulia* Cramer, 1779, *Sabulodes caberata* Guenée, 1857 e *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1782, foram relatadas atacando o eucalipto, sendo esta última considerada a principal desfolhadora da espécie (Zanuncio et al., 1998; Soares et al., 2009b).

O predador *B. tabidus* poderá se tornar um potencial inimigo natural de *F. sartinaria*, pois além de predação com eficiência as lagartas, apresenta dados biológicos adequados para desenvolver alto nível populacional no campo, tais como, longevidade de machos de $40,5 \pm 8,1$ dias e de fêmeas de $20,6 \pm 2,4$ dias e número de ovos por ciclo de $168,6 \pm 34,8$ (Fernandes et al., 1996).

4 CONCLUSÕES

A ocorrência de *F. sartinaria* ovipositando e se desenvolvendo em plantas de *E. cloeziana* mostra que este lepidóptero poderá se tornar um desfolhador importante da espécie, sendo recomendável sua inclusão em monitoramentos de pragas do eucalipto visando seu manejo integrado.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelas bolsas e auxílios concedidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUCKE, O. Notas entomológicas. I a III. I: *Fulgurodes* sp. (Geometridae: Ennominae) em *Araucaria brasiliensis* A. Rich. **Iheringia**, v. 12, n. 1, p. 5-6. 1960.

FERNANDES, L.G. et al. Aspectos biológicos de *Brontocoris tabidus* Signoret, 1852 e *Podisus nigrispinus*, Dallas, 1851 (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Cerne**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 1996.

GUEDES, R.N.C. et al. Species richness and fluctuation of defoliator Lepidoptera populations in Brazilian plantations of *Eucalyptus grandis* as affected by plant age and weather factors. **Forest Ecology and Management**, v. 137, n. 1-3, p. 179-184, 2000.

MENEZES, C.W.G. et al. Novos insetos sugadores (Hemiptera) atacando *Eucalyptus cloeziana* (Myrtaceae) em Minas Gerais, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 3, p. 246-248, 2012.

MOREIRA, F.J.C.; SANTOS, C.D.G.; INNECCO, R. Eclosão e mortalidade de juvenis J2 de *Meloidogyne incognita* raça 2 em óleos essenciais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 03, p. 441-448, 2009.

SANTOS, G.P. et al. Biologia de *Fulgurodes sartinaria* Guenée (Lepidoptera, Geometridae) em *Pinus patula*. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 10, n. 2, p. 321-325, 1993.

SOARES, M.A. et al. *Euselasia mys lara* (Stichel, 1919) (Lepidoptera: Riodinidae) a potential pest on eucalyptus in Brazil? **Journal of Research on the Lepidoptera**, v. 41, p. 80-82, 2009a.

SOARES, M.A. et al. Does *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) use different defense behaviours against predators? **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 116, n. 1, p. 30-33, 2009b.

ZAJCIW, D. Observações sobre os insetos nocivos das plantas nos parques florestais do Instituto Nacional do Pinho, nos anos 1961 e 1962. **Anais Brasileiros de Economia Florestal**, v. 14, n. 14, p. 67-76, 1962.

MENEZES, C.W.G. de et al. Registro de *Fulgurodes sartinaria* em eucalipto

ZANUNCIO, T.V. et al. Effect of plantation age on diversity and population fluctuation of Lepidoptera collected in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 108, n. 1-2, p. 91-98, 1998.

ZANUNCIO, A.J.V. et al. *Megaplatypus mutatus* (Chapuis) (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) attacks hybrid *Eucalyptus* L'Héritier de Brutelle clones in southern Espírito Santo, Brazil. **The Coleopterists Bulletin**, v. 64, n. 1, p. 81-83, 2010.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Apresentação

A **Revista do Instituto Florestal (Rev. Inst. Flor.)** é um periódico semestral de divulgação científica, que publica trabalhos em ciências florestais e afins, na forma de artigos científicos, notas científicas e artigos de revisão, redigidos em português, inglês ou espanhol.

O trabalho submetido à publicação na Revista do Instituto Florestal deverá ser original e inédito, não tendo sido publicado nem submetido a outras revistas. Será distribuído pelo editor-chefe da Comissão Editorial a um relator da área do trabalho, que o enviará a dois analistas, especialistas nessa área. O sistema de análise utilizado é o duplo-cego em que os nomes dos autores e dos analistas são mantidos em sigilo.

O trabalho será analisado e receberá uma das seguintes avaliações: aceitável sem modificações; aceitável com modificações; necessita ser totalmente reformulado e submetido à nova análise; recusado para publicação.

Após a análise, os comentários e sugestões dos analistas serão encaminhados aos autores para realizarem as modificações necessárias. As sugestões não aceitas deverão ser justificadas. Após as modificações, a versão corrigida deverá ser reencaminhada para o editor de área da Comissão. Com base nos pareceres dos analistas, caberá ao relator o aceite ou a recusa do trabalho após a conclusão do processo de análise.

Após o aceite e a diagramação do trabalho, as provas de publicação serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas no prazo indicado.

Os artigos serão publicados nas formas impressa e *online* na página da Revista do Instituto Florestal: http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/index.asp. Os autores receberão, posteriormente, um exemplar da revista na qual seu artigo foi publicado.

Ao submeterem um artigo para a Revista do Instituto Florestal os autores concordam com a publicação exclusiva do artigo neste periódico e com a transferência automática de direitos de cópia e permissões à editoradora do periódico.

Normas para Encaminhamento e Apresentação dos Originais

Os originais devem ser encaminhados por *e-mail*, acompanhados de uma carta endereçada ao Editor-Chefe da Comissão Editorial, em que devem constar o título, os autores, a filiação e uma declaração do caráter original e inédito do trabalho.

Editor-Chefe da Comissão Editorial

Instituto Florestal

comissaoeditorial@if.sp.gov.br

Os arquivos devem ser no formato Word em extensão doc. Devem apresentar as seguintes características: papel A4 (210 mm x 297 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, em português e inglês, nome por extenso do(s) autor(es), rodapé com os dados relativos à filiação institucional (instituição, rua, número, CEP, cidade, estado, país) e o e-mail do autor responsável pelo trabalho para correspondência.

Na segunda página devem constar: resumo, palavras-chave, abstract e keywords.

É necessário obedecer a seguinte padronização:

- **Título:** centralizado, em caixa alta e negrito, seguido do título em inglês e título resumido. Deve ser claro, objetivo, conciso, com até 20 palavras, e refletir o conteúdo do trabalho. Devem ser evitadas abreviaturas, parênteses e fórmulas que dificultem sua compreensão.
- **Resumo e Abstract:** devem ter até 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.
- **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. Para a elaboração deste item, verificar as *Normas para Referências Bibliográficas*.
- **Notas de Rodapé:** devem ser evitadas ao máximo, podendo ser, excepcionalmente, aceitas. Utilizar fonte Arial 7.
- **Ilustrações:** são consideradas ilustrações as Tabelas, Figuras 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 da citação. Os títulos das ilustrações devem estar em português e inglês, 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 estas. 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 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, preferencialmente com extensão JPEG. Devem ser de boa qualidade, ter resolução mínima de 300 DPIs, formato máximo de 150 mm x 100 mm e conter o crédito do(s) autor(es). 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). No envio da versão final do trabalho, as figuras deverão vir em arquivos separados.
- **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, b) ou (Vrek, 2005a, b).

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 “Julio 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, sobreplotadas, ameaçadas de sobreplotação 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.



**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE**



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**