

ISSN Online 2178-5031

Revista do  

---

**INSTITUTO  
FLORESTAL**

Revista do Instituto Florestal v.30 n. 2 dez. 2018

v. 30 n. 2 p. 1 - 132 dez. 2018



**GOVERNADOR DO ESTADO**

Márcio França

**SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE**

Eduardo Trani

**DIRETOR GERAL DO INSTITUTO FLORESTAL**

Luis Alberto Bucci

**Revista do**  

---

**INSTITUTO  
FLORESTAL**

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)	2014, 26(1-2)
1995, 7(1-2)	2005, 17(1-2)	2015, 27(1-2)
1996, 8(1-2)	2006, 18	2016, 28(1-2)
1997, 9(1-2)	2007, 19(1-2)	2017, 29(1-2)
1998, 10(1-2)	2008, 20(1-2)	2018, 30(1-2)

A Revista do Instituto Florestal é filiada à Associação Brasileira de Editores Científicos – ABEC.

Fontes de indexação

- Academic Journal Database
- International System of Agricultural Science and Technology – AGRIS
- Directory of Open Access Journal – DOAJ
- Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de America Latina, el Caribe, España y Portugal – Latindex
- Open Access Library – OALib
- Directory of Open Access Scholarly Resources – ROAD
- 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](mailto:publica@if.sp.gov.br)

**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  
*FCA – UNESP – Botucatu*

Leonaldo Alves de Andrade  
*UFPB – Areia*

Antonio Ludovico Beraldo  
*FEAGRI – UNICAMP*

Marilda Rapp de Eston  
*Instituto Florestal*

Carla Daniela Câmara  
*UFTPR*

Milton Cezar Ribeiro  
*IB – UNESP – Rio Claro*

Claudio de Moura  
*Instituto Florestal*

Monica Pavão  
*Instituto Florestal*

Daniela Fessel Bertani  
*Instituto Florestal*

Paulo Andreetto de Muzio  
*Instituto Florestal*

Gláucia Cortez Ramos de Paula  
*Instituto Florestal*

Paulo Eduardo Telles dos Santos  
*Embrapa Florestas*

Humberto Gallo Júnior  
*Instituto Florestal*

Roseli Buzanelli Torres  
*Instituto Agronômico de Campinas*

Isabele Sarzi Falchi  
*Instituto Biológico*

Solange Terezinha de Lima-Guimarães  
*IGCE – UNESP – Rio Claro*

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima  
*Instituto Florestal*

**CONSELHO EDITORIA/EDITORIAL COUNCIL**

Alain Philippe Chautems – *Conservatoire et Jardin Botanique de la ville de Genève, Suíça*

Eduardo Salinas Chávez – *Universidad de la Habana, Cuba*

Fátima Conceição Márquez Piña-Rodrigues – *UFSCAR – Sorocaba*

George John Shepherd – *IB-UNICAMP*

Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo – *Instituto de Botânica*

Miguel Trefaut Urbano Rodrigues – *IB-USP*

Robin Chazdon – *The University of Connecticut, EUA*

Sueli Angelo Furlan – *FFLCH-USP*

**REVISÃO DO VERNÁCULO/LÍNGUA INGLESA  
PORTUGUESE/ENGLISH REVIWER**

Marta Conceição Santos

**REVISÃO FINAL  
FINAL REVIEW**

Marilda Rapp de Eston

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla

**CRIAÇÃO DA CAPA  
COVER ART**

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

Regiane Stella Guzzon

**EDITORAÇÃO GRÁFICA  
GRAPHIC EDITING**

Daiany Vieira Marques Santos

**TRATAMENTO DE IMAGENS  
IMAGE EDITING**

Priscila Weingartner

**ANALISTAS/REFEREES**

Adelita Aparecida Sartori Paoli  
*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita*

Clesnan Mendes-Rodrigues  
*Universidade Federal de Uberlândia*

Ezer Dias de Oliveira Jr.  
*Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva*

Fernando Shinji Kawakubo  
*Universidade de São Paulo*

Gabriel Berenhauser Leite  
*Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de  
Santa Catarina*

Israel Luiz de Lima  
*Instituto Florestal*

Jackson Roberto Eleotério  
*Universidade Regional de Blumenau*

José Arimateia Rabelo Machado  
*Instituto Florestal*

José Luiz Petri  
*Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão  
Rural de Santa Catarina*

Julia Sonsin Oliveira  
*Universidade de Brasília*

Kaila de Assis Ressel Pereira  
*Universidade Federal de Goiás*

Liniker Fernandes da Silva  
*Universidade Federal do Recôncavo da Bahia*

Luisa Julieth Parra-Serrano  
*Universidade Federal do Maranhão*

Matheus Peres Chagas  
*Universidade Federal de Goiás*

Naisy Silva Soares  
*Universidade Estadual de Santa Cruz*

Pablo Luiz Maia Nepomuceno  
*Universidade de São Paulo*

## SUMÁRIO/CONTENTS

### ARTIGOS CIENTÍFICOS/SCIENTIFIC ARTICLES

- Mean annual increment, wood density and vessel diameter of 42-year-old *Balfourodendron riedellianum* and *Peltophorum dubium* in a heterogeneous planting  
Incremento médio anual, densidade da madeira e diâmetro dos vasos de *Balfourodendron riedellianum* e *Peltophorum dubium* em plantio heterogêneo com 42 anos de idade. Bruna ZANATTO; Paulo Sérgio FERREIRA; Miguel Luiz Menezes FREITAS; Eduardo Luiz LONGUI..... 121-130
- A viabilidade econômica na produção de mudas clonais de eucalipto. The economic viability in the production of clonal eucalyptus seedlings. Kaíque Mesquita CARDOSO; Paloma Silva OLIVEIRA; Luis Carlos de FREITAS; Thamara Carvalho LOUREIRO; Pedro Henrique Vieira CÂNDIDO..... 131- 141
- Propriedades físico-mecânicas em madeira de *Dipteryx Alata*, *Astronium graveolens*, *Bowdichia virgilioides* e *Eucalyptus grandis*. Physical-mechanical properties of the wood of *Dipteryx a lata*, *Astronium graveolens*, *Bowdichia virgilioides* and *Eucalyptus grandis*. Augusto Jorge LATREILLE; Danrlei Gabriel WÜNSCH; Joel Telles de SOUZA, Maiara TALGATTI; Amanda Grassmann da SILVEIRA; Laura Hoffmann de OLIVEIRA; Elio JoséSANTINI..... 143-150
- Influência da matriz na qualidade de mudas de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose. Influence of matrix in the quality of changes of *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose. Jhuan Lucas Melo MACIEL; Edwin Camacho PALOMINO..... 151-157
- Utilização do software claslite no controle do desmatamento. Use of Claslite Software to control deforestation. Débora Luana PASA, José Américo de MELLO FILHO, Federico MAGNANI, Elena MEZZINI, Maiara TALGATTI..... 159-169
- ### NOTAS CIENTÍFICAS/SCIENTIFC NOTES
- Morfometria de frutos e sementes e emergência de plântulas de *Sorocea guilleminiana* Gaudich. Moraceae (Nota Científica). Morphometry of fruits and seeds and emergency of seedlings of *Sorocea guilleminiana* Gaudich. Moraceae (Scientific Note). Ednéia Araújo Dos SANTOS, Romário De Mesquita PINHEIRO, Evandro José Linhares FERREIRA..... 171-181
- Effect of the application of growth regulators on *Peltophorum dubium* (Scientific Note). Efeito da aplicação de reguladores do crescimento em *Peltophorum dubium* (Nota Científica). Lorena Gama TEIXEIRA, Liliana HERNÁNDEZ, Leo ZIMBACK , Gláucia UESUGI, Elizabeth Orika ONO, Cristiano Bueno de MORAES..... 183-188





**MEAN ANNUAL INCREMENT, WOOD DENSITY AND VESSEL DIAMETER OF 42-YEAR-OLD  
*Balfourodendron riedellianum* AND *Peltophorum dubium* IN A HETEROGENEOUS PLANTING<sup>1</sup>**

**INCREMENTO MÉDIO ANUAL, DENSIDADE DA MADEIRA E DIÂMETRO DOS VASOS DE  
*Balfourodendron riedellianum* E *Peltophorum dubium* EM PLANTIO HETEROGÊNEO COM  
42 ANOS DE IDADE<sup>1</sup>**

Bruna ZANATTO<sup>2</sup>; Paulo Sérgio FERREIRA<sup>2</sup>; Miguel Luiz Menezes FREITAS<sup>2</sup>; Eduardo Luiz LONGUI<sup>2,3</sup>

**ABSTRACT** – The knowledge of wood from potentially producing species is desirable to propose the expansion of such product through plantations, thereby avoiding the illegal exploitation of wood in native forests. To this end, we evaluated mean annual increment, wood density and vessel diameter of *Balfourodendron riedellianum* and *Peltophorum dubium* in a heterogeneous planting at 42 years of age. We selected these species because they belong to different successional groups; *B. riedellianum* is late secondary and *P. dubium* is a pioneer species. We aimed to determine and then compare growth characteristics and to relate them to wood density and vessel diameter. *P. dubium* presented a higher mean annual increment compared to *B. riedellianum*, and this difference was directly related to successional group. These differences were also related to structural variations, in which *B. riedellianum* presented smaller vessel diameter compared to *P. dubium*, as well as denser wood, either by the slower growth, the consensus line of reasoning, or, alternatively, climax and high longevity species tend to have denser wood, while pioneer species have lower density when compared to other successional groups. For timber producers requiring high productivity with a faster cycle, *P. dubium* is the indicated species. On the other hand, if a producer prefers denser and more strength wood, albeit with slower cycle, then *B. riedellianum* is indicated. It was revealed that species can be planted together, allowing a longer cycle with the wood supply in different periods and with different characteristics.

Keywords: canafistula; pau-marfim; native planting; wood volume.

**RESUMO** - O conhecimento da madeira de espécies potencialmente produtoras é desejável para propor a ampliação da oferta deste produto em forma de plantios a fim de evitar a sua exploração ilegal de madeira de florestas nativas. Avaliamos o incremento médio anual, densidade e diâmetro dos vasos da madeira de *Balfourodendron riedellianum* e *Peltophorum dubium* em um plantio heterogêneo aos 42 anos de idade. Selecionamos essas espécies por pertencerem a diferentes grupos sucessionais, sendo *B. riedellianum*, uma secundária tardia e *P. dubium*, uma pioneira. Objetivamos determinar e comparar características de crescimento e relacioná-las com a densidade e diâmetro dos vasos da madeira. Nossos resultados demonstram que *P. dubium* apresentou maior incremento médio anual do que *B. riedellianum*, sendo essa diferença relacionada diretamente ao grupo sucessional. Adicionalmente tais diferenças estão relacionadas às variações estruturais, com vasos de menor diâmetro em *B. riedellianum* comparada a *P. dubium*, e madeira mais densa em *B. riedellianum*, quer seja pelo crescimento mais lento, linha de raciocínio mais empregada atualmente ou por uma proposta alternativa, em que espécies climáticas ou longevas tendem a apresentar madeira mais densa, enquanto que espécies pioneiras possuem madeira mais leve comparada à outros grupos sucessionais. Se um produtor madeireiro deseja maior produtividade, com ciclo mais rápido a espécie indicada seria *P. dubium*, enquanto que se a escolha for por madeira mais densa e resistente, embora com ciclo mais longo a indicação é *B. riedellianum*. Ressaltamos que as espécies podem ser plantadas juntas permitindo um ciclo mais longo com a obtenção de madeiras em diferentes períodos e com características distintas.

Palavras-chave: canafistula; pau-marfim; plantio de nativas; volume de madeira.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 01.0.2018. Aceito para publicação em 17.10.2018.

<sup>2</sup> Instituto Florestal, São Paulo, SP, Brazil.

<sup>3</sup> Corresponding author: Eduardo Luiz Longui - edulongui@gmail.com

## 1 INTRODUCTION

Although laws authorizing logging in certain areas, illegal logging in Brazil and in several Amazonian countries is common. The illegal logging occurs in different forest areas and for various aspects, e.g., false licenses, exploitation of any commercially valuable tree, regardless of which trees are protected by law, cut in quantities greater than the quotas allowed by law, cut outside areas of forest concession and cutting within conservation units and indigenous lands (WWF, 2018).

Armed with knowledge of wood from potentially producing species, it is possible to propose the expansion of such product through plantations in the state of São Paulo, thereby avoiding the illegal exploitation of wood in native forests. Rational cultivation of timber species can contribute to combating illegal wood trade from other states, as well. According to Zenid et al. (2009), in past decades, the largest wood supply used in São Paulo came from the Amazon Forest, but without proper vigilance of exploitation and without compliance with current legislation. Although studies in commercial plantations are more developed and suitable for reforestation, studies with native species are essential. Thus data about growth, as well as wood properties and structure, are essential for selection of profitable species from the point of view of producers.

Mean Annual Increment - MAI is a fundamental factor impacting the choice of species. According to Blanchez (2010), MAI is the volume of wood produced in one hectare of forest during a year. To calculate the increment of a tree plantation, the total volume is divided by forest age. Other essential data are gained from knowledge about wood quality, in particular, density, which is defined as the ratio of mass to volume (Glass and Zelinka, 2010). Density is used to estimate mechanical properties (Hoadley, 2000). Additionally, it is anatomical structure that determines wood properties. Thus, between wood cells, vessels are responsible for conducting water, and several studies have reported vessel plasticity in adapting to climatic conditions (McElrone et al., 2004; Meinzer et al., 2010; Fan et al., 2012), especially precipitation and soil water retention capacity. Furthermore, vessel dimensions directly affect wood density since vessel lumen represents empty spaces that do not contribute to mass and, consequently, to wood density.

To study the aforementioned characteristics and especially for genetic conservation, the Forestry Institute of São Paulo State has been promoting studies with several species with economic potential for decades, performing provenance experiments, progeny tests, provenance x progeny tests, base population and seed collection areas for ex situ conservation and production of seedlings of several species (Gurgel-Garrido, 1997).

Between the studied species over the years, we highlight *Balfourodendron riedelianum* Engl. - Rutaceae (pau marfim) and *Peltophorum dubium* (Spreng.) - Taub. - Fabaceae (canafistula). *B. riedelianum*, popularly known as pau marfim or guatambú, is a native, nonendemic species of Brazil with geographical distribution in midwestern, southeastern and southern Brazil, as well as the Cerrado and Atlantic Forest (Pirani et al., 2017). *P. dubium* is also a native species, not endemic to Brazil, with geographical distribution in northeastern, midwestern, southeastern and southern Brazil, as well as the Caatinga, Cerrado, Atlantic Forest and Pantanal (Silva et al., 2017).

According to Lorenzi (2002), both species are used for ornamental purposes and landscaping projects. Although the use of these woods has diminished because of the greater availability of Amazonian woods, they have historically been used over time for many applications. *B. riedelianum* wood presents excellent quality, and as such, it is used in civil construction, woodworking, furniture making, decorative laminates, wooden blocks and wainscoting (Mainieri and Chimelo, 1989). The species is also used in reforestation of riparian forests (Durigan et al., 2002). *P. dubium* produces high-value, economical wood used, for instance, in civil construction for beams, rafters, windows, door frames, floors, ceilings, railway sleepers, as well as furniture making, naval and military construction, and woodworking (Reitz et al., 1978; Carvalho, 2003).

The present study evaluated mean annual increment, wood density and vessel diameter of two timber species of interest, *Balfourodendron riedelianum* and *Peltophorum dubium*, in a heterogeneous planting at 42 years of age. Our objective was to determine and compare growth characteristics and to correlate them with wood density (physical property) and vessel diameter (anatomical feature) since these variables are related to mechanical strength (density) and hydraulic conductivity (vessel diameter). Because

*B. riedellianum* and *P. dubium* are important for logging purposes, it is essential to establish tree growth information, as well as wood properties and characteristics that increase the knowledge of these native species and contribute to planting decisions and correct use. Accordingly, in this study, some tree growth characteristics and their potential effect on wood density and vessel diameter are evaluated. We selected these species because they belong to different successional groups; *B. riedellianum* is late secondary (Durigan and Nogueira, 1990), and *P. dubium* is a pioneer species (Lorenzi, 2002). Thus, we sought to interpret growth (MAI), wood density values and vessel diameter in species classified into different successional groups

## 2 MATERIAL AND METHODS

### 2.1 Selection of species and planting

Seeds were collected in the state of São Paulo, Brazil, between May and July 1974. Although

no exact collection sites were recorded, trees were selected from phenotypic characteristics of interest, such as vitality, form and health. Seedlings of five species (*Balfourodendron riedellianum*, *Cariniana legalis*, *Centrolobium tomentosum*, *Handroanthus vellosi* and *Peltophorum dubium*) were produced and seeded in heterogeneous planting at the Luiz Antônio Experimental Station - LA (Cerrado), Luiz Antônio City, São Paulo (21°32'S, 47°42'W, elevation 648 m) (Figure 1).

The plantation was established in 1975 at a spacing of  $3 \times 2$  m. The experimental design consisted of randomized blocks  $5 \times 6$  (5 treatments  $\times$  6 blocks) in plots of 15 m  $\times$  18 m with 60 plants per plot and two borders (Figure 2). The planting was established to study the competition during tree growth, and these species were chosen because of their economic value for São Paulo State within the scope of forest studies in the experimental period (Gurgel Filho et al., 1974).

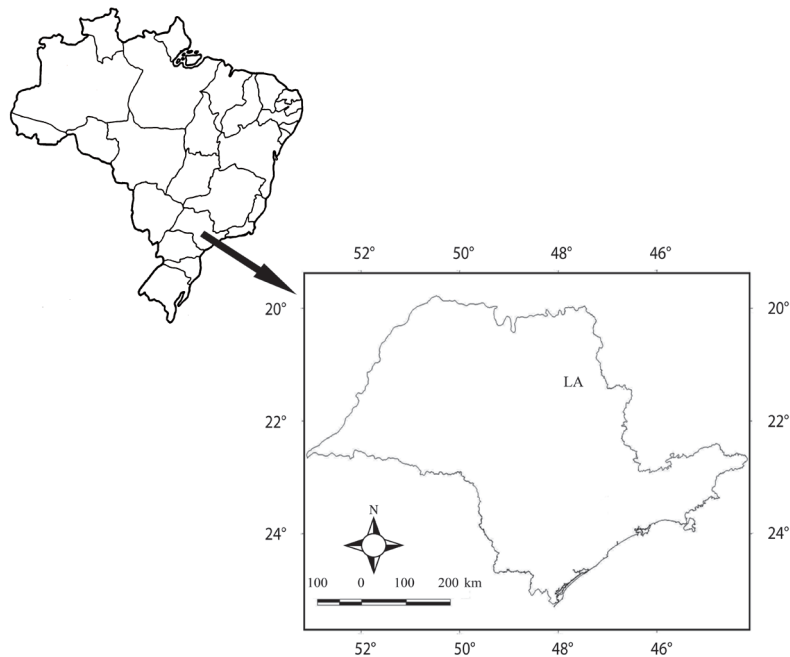


Figure 1. Location of the planting site in the Luiz Antônio Experimental Station- LA.

Figura 1. Localização da área de instalação do plantio na Estação Experimental de Luiz Antônio- LA.



Figure 2. Photographs of studied species. a. Overview of heterogeneous planting in the Luiz Antônio Experimental Station, b. *Balfourodendron riedelianum*, c. *Peltophorum dubium*.

Figura 2. Fotografias das espécies estudadas. a. Visão geral do plantio heterogêneo na Estação Experimental de Luiz Antônio, b. *Balfourodendron riedelianum*, c. *Peltophorum dubium*.

## 2.2 Mean Annual Increment (MAI)

All trees planted for both species, 158 from *Balfourodendron riedelianum* and 79 from *Peltophorum dubium*, were measured with a caliper, and height was measured with a Vertex IV hypsometer (Pacforest Supply Co., Springfield, OR). From DBH (diameter at breast height, 1.3 m from the ground) and height values, tree volumes were calculated based on the formula proposed by

Higuchi (1978) who developed volumetric equations for commercial volume measurement for some Brazilian native species, including *B. riedelianum* and *P. dubium*. The equation used for *B. riedelianum* was  $\text{Volume} = 0.063 + 0.255 * \text{Diameter} * \text{Height}$  (Eq. 1), and for *P. dubium*, the equation used was  $\text{Volume} = 0.210 + 0.259 * \text{Diameter} * \text{Height}$  (Eq. 2). Then, the volume per hectare was calculated according to the spacing (3 x 2 m) by multiplying the number of plants by the average tree volume,

and, finally, the volume per hectare per year was calculated by dividing volume per hectare by age of planting (42 years, 1975-2017).

### 2.3 Wood density and vessel diameter

Six 42-year-old trees were collected from an exploratory forest inventory. Tree height and

diameter at breast height (DBH, 1.3 m from the ground) are shown in Table 1. From each tree, DBH discs were removed, and three equidistant samples close to the bark were cut from each disc.

This methodology produced 18 samples of each species and 36 samples in total for wood density and vessel diameter determination.

Table 1. Dendrometric data of six 42-year-old *Balfourodendron riedelianum* and *Peltophorum dubium* trees used to wood density and vessel diameter determination.

Tabela 1. Informações dendrométricas das seis árvores de *Balfourodendron riedelianum* e *Peltophorum dubium* aos 42 anos de idade usadas para a determinação da densidade da madeira e diâmetro dos vasos.

<i>Balfourodendron riedelianum</i>		<i>Peltophorum dubium</i>		
Tree	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)
1	18.4	16.8	15.0	22.3
2	18.9	17.4	19.5	26.8
3	16.9	15.1	16.4	23.7
4	19.6	18.2	12.9	20.2
5	20.4	19.2	14.9	22.2
6	17.0	15.2	16.1	23.4
mean	18.5	16.9	15.8	23.1

Wood density ( $\rho_{12}$ ) was determined according to Glass and Zelinka (2010), evaluating the mass and volume at 12% Moisture Content - MC. Specimens of 3 x 2 x 2 cm were conditioned at constant temperature and MC (21°C and 65% MC, respectively), and under these conditions, mass was determined with an analytical balance. The volume was estimated with a caliper rule used to measure their dimensions.

For vessel diameter determination, wood pieces were boiled for 60 min in water: glycerin: alcohol (4:1:1) to soften the wood. Transverse sections 20  $\mu$ m in thickness were cut using a sledge microtome. They were stained with a 1% aqueous solution of safranin and subsequently washed with water and mounted in water and glycerin (1:1) solution on slides (Johansen, 1940). The terminology followed the IAWA list (IAWA Committee, 1989). All vessel measurements were obtained using an Olympus CX 31 microscope equipped with a digital

camera (Olympus Evolt E 330) and image analyzer software (Image-Pro Plus 6.3).

### 2.4 Data analysis

We initially undertook descriptive statistical analysis and used Box Plot graphics to detect outliers. Thus, values 1.5 times higher than the 3rd quartile and values 1.5 times lower than the 1st quartile were excluded from the analysis. Normality tests were performed to check the distribution of data, and when a normal distribution was not observed, data were square root-transformed. Then, the t test was used to identify pairs of significantly different means.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

Tree height did not differ between the two species, but DBH and volume per tree were statistically higher in *P. dubium*. The volume per hectare and MAI also showed higher values for *P. dubium* compared to *B. riedelianum* (Table 2).

Table 2. Silvicultural data and mean annual increment of 42-year-old *Balfourodendron riedelianum* and *Peltophorum dubium*.

Tabela 2. Dados silviculturais e incremento médio anual de *Balfourodendron riedelianum* e *Peltophorum dubium* com 42 anos de idade.

	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	<i>Peltophorum dubium</i>
Height (m)	5 (21.5a) 36	8 (20.5a) 36
DBH (cm)	6 (20.5b) 50	11 (27.9a) 52
Volume per tree (m <sup>3</sup> )	0.09 (0.46b) 2.01	0.24 (0.76a) 2.63
Volume per hectare (m <sup>3</sup> .ha-1)	769.36	1264.10
Mean annual increment (m <sup>3</sup> .ha-1.year-1)	18.31	30/09/19

Minimum (mean) and maximum values for DBH, height and tree volume are presented. In the same row, distinct letters differ statistically ( $P < 0.05$ ) by t test.

Valores mínimos (médios) e máximos para o DAP, altura e volume por árvore. Na mesma linha, letras distintas diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste t.

Comparing other studies on mean annual increment, Gurgel Filho et al. (1982a, 1982b) reported a growth of 12 m<sup>3</sup>.ha-1.year-1 for *B. riedelianum* and 14 m<sup>3</sup>.ha-1.year-1 for *P. dubium* in a 26-year-old planting in the municipality of Santa Rita do Passa Quatro, state of São Paulo (no spacing information). Assad (2017) reported 6.90 m<sup>3</sup>.ha-1.year-1 for *B. riedelianum* at 30 years (spacing of 3 x 3 m), while Galão (2017) reported 13.77 m<sup>3</sup>.ha-1.year-1 for *P. dubium* at 32 years (spacing of 3 x 2 m), both in homogeneous plantations in Luiz Antônio, study site of the present report. Our values were 18.31 m<sup>3</sup>.ha-1.year-1 for *B. riedelianum* and 30.09 m<sup>3</sup>.ha-1.year-1 for *P. dubium* at 42 years. It should be noted the climatic and soil characteristics differ between Luiz Antônio and Santa Rita do Passa Quatro. Therefore, when compared to the data from Gurgel Filho et al. (1982a, 1982b), it is not surprising that our growth rate results would be quite different between the two species, especially given the 16-year difference in age between the two plantations. Thus, in *B. riedelianum*, we see a difference of about 2 m<sup>3</sup>.ha-1.year-1 between our study and that of Gurgel Filho et al. (1982a, 1982b), whereas for *P. dubium*, the difference is twice. Compared with the data from Assad (2017) and Galão (2017), the values of the present study are higher. However, in fairly comparing this difference, some other factors must be considered, including age difference, which

is higher in the present study, and spacing, which is lower in this study compared to that of Assad (2017) for *B. riedelianum*. Not much growth knowledge has accumulated for native species; therefore, in the present study, we used *Eucalyptus* data, for which smaller spacings are associated with higher volume production per hectare (EMBRAPA, 2018). Also, in the present study, trees grew in a heterogeneous planting. This is different from Assad (2017) and Galão (2017) whose data came from homogeneous plantations, again noting that *B. riedelianum* is late secondary and *P. dubium* is a pioneer species.

Such comparisons are important as the commercial interest of producers vary, and, of course, producers choose wood based on suitability for specific uses. According to Rossi et al. (2003), if wood volume per tree can be estimated, then the productivity of that plant population can be predicted. Compared to other tropical species, *B. riedelianum* and *P. dubium* are within the standards presented by Webb et al. (1984) and Wadsworth (1997), who noted that the productivity of tropical forests of short to medium rotation has a wide gradient ranging from 1-2 m<sup>3</sup> ha-1 year-1 to 25-30 m<sup>3</sup> ha-1 year-1. Thus, *P. dubium* would be at the limit of this proposed gradient.

*Balfourodendron riedelianum* wood is denser and with smaller vessel diameter when compared to *P. dubium* wood (Figure 3).

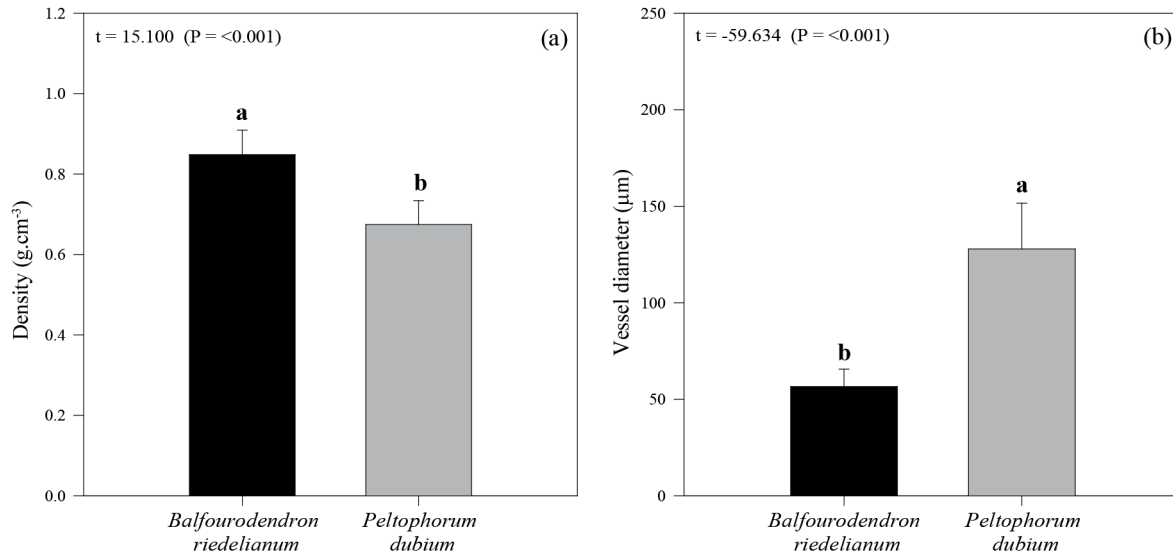


Figure 3. Variations of wood density (a) and vessel diameter (b) in *Balfourodendron riedelianum* and *Peltophorum dubium*.

Figura 3. Variações da densidade da madeira (a) e diâmetro dos vasos (b) em *Balfourodendron riedelianum* e *Peltophorum dubium*.

Variation in MAI between the two species should be attributed to the successional group. That is, since *P. dubium* is a pioneer species, it presents higher initial growth compared to *B. riedelianum*, a secondary species that grows more slowly and therefore presents higher density. In general, Muller-Landau (2004) reports that climax and high longevity species tend to have denser wood, while pioneer species have lower density when compared to other successional groups. In accordance with today's accepted consensus, Larjavaara and Muller-Landau (2010); explain that wood density results from a compensation between resistance and cell construction economy. Thus, higher density gives greater strength, but at a higher construction cost. However, fiber length and wall thickness increase as the trunk increases radially (Larjavaara and Muller-Landau, 2010); therefore, a larger diameter trunk with low density wood can achieve greater strength with lower construction costs, as the cells grow faster, and less incorporation is observed in cell walls when compared to a thinner trunk with high density wood.

However, a newer approach proposed by Larjavaara and Muller-Landau (2010) holds that

the advantage of high density is related to lower maintenance costs in terms of respiration, essentially because thinner trunks would have smaller surfaces with fewer parenchyma cells, i.e., live cells that breathe, unlike vessels and fibers that no longer have protoplasm in the adult tree and respectively perform the functions of water transport and mechanical support of the plant. According to Larjavaara and Muller-Landau (2010), such advantage would be important to tree species in the long term, which partly explains why they have denser wood than the pioneer species.

In addition, larger vessels of *P. dubium* confer a greater potential hydraulic conductivity compared to *B. riedelianum* with vessels of smaller diameter. Larger vessels are more efficient in water transport when compared to narrower vessels (Hacke et al., 2005). Although photosynthesis rate is also related to physiological processes and structural characteristics of leaves, differences in vessel diameters potentially lead to greater hydraulic conductivity efficiency and may interfere with the photosynthetic rate, causing *P. dubium* to show higher volume per tree than *B. riedelianum*.



#### 4 CONCLUSIONS

Overall, our results show that *Peltophorum dubium* presents a higher mean annual increment when compared to *Balfourodendron riedelianum* and we assume that this difference is directly related to the successional group of each species, pioneer for *P. dubium* and secondary for *B. riedelianum*. This fact is also related to structural differences, with smaller diameter vessels in *B. riedelianum* in relation to *P. dubium*, and denser wood in *B. riedelianum*, either by slower growth by the accepted consensus reasoning, or, alternatively, as herein recommended, by lower maintenance costs in terms of respiration related to smaller surface. If a producer wants higher productivity with a faster cycle, *P. dubium* is the indicated species, whereas a producer who prefers denser and stronger wood, albeit with longer cycle, would choose *B. riedelianum*. Importantly, the study revealed that species can be planted together, allowing a longer cycle with the wood supply in different periods and with different characteristics.

#### 5 ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Antonio Carlos Scatena Zanatto for fieldwork as well as Sonia Godoy Campião, Juraci de Andrade Barbosa and Yara Rose Weingartner Vianello (Forestry Institute - IF) for laboratory assistance.

#### REFERENCES

ASSAD, A.A.V. **Effect of seed provenances on annual increment, physicomechanical properties and anatomical features of 30-year-old *Balfourodendron riedelianum* wood.** 2017. 54 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e uso de recursos renováveis) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba.

BLANCHEZ, J.L. **Forest resources and roundwood supply In The Asia Pacific Countries: Situation and outlook to the year 2010.** Asia-Pacific Forestry Sector Outlook Study Working Paper Series. Working Paper No.: APFSOS/WP/17, 2010. 151 p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. v. 1, 1039 p.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares.** **IF Série Registros**, n. 4, p. 1-14, 1990.

DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais.** São Paulo: Páginas & Letras Editora Gráfica, 2ª ED, 2002. 65p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Árvores do conhecimento: eucalipto – espaçamento.** 2018. Available at: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/arvore/CONTAG01\\_49\\_2572006132315.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/arvore/CONTAG01_49_2572006132315.html)>. Access on: 17 jan. 2018.

FAN, Z.X. et al. Hydraulic conductivity traits predict growth rates and adult stature of 40 Asian tropical tree species better than wood density. **Journal of Ecology**, v. 100, p. 732-741, 2012.

GALÃO, A.T.D. **Incremento médio anual, anatomia e propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. com sementes de duas procedências.** 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GLASS, S.; ZELINKA, S.L. Moisture relations and physical properties of wood. In: ROSS, R (Ed.). **Wood handbook – wood as an engineering material.** 100th ed. Madison: Centennial Edition. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. p. 4.1-4.19. (General Technical Report FPL-GTR-190).

GURGEL FILHO, O.A.; VEIGA, A.A.; NOGUEIRA, J.C.B. **Espécies Indígenas.** Coordenadoria da Pesquisa de Recursos Naturais - Instituto Florestal, 1974. 76 p.

GURGEL FILHO, O.A.; MORAES, J.L.; GARRIDO, L.M.A.G. **Silvicultura de essências indígenas sob povoamentos homóclitos coletâneos experimentais. VI - Pau marfim *Balfourodendron riedelianum* Eng.).** In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1982a. **Silvicultura em São Paulo**, v.16A, parte 2, p. 867-872.

- GURGEL FILHO, O.A.; MORAES, J.L.; GARRIDO, L.M.A.G. Silvicultura de essências indígenas sob povoamentos homóclitos coetâneos experimentais III-Ibirá (*Peltophorum vogelianum* Benth.). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1982b. Silvicultura em São Paulo, v. 16A, parte 2, p. 852-856.
- GURGEL-GARRIDO, L.M.A. et al. Programa de melhoramento genético florestal do Instituto Florestal. **IF Série Registros**, n. 18, p. 1-53, 1997.
- HACKE, U.G.; SPERRY J.S.; PITTERMANN J. Efficiency versus safety tradeoffs for water conduction in angiosperm vessels versus gymnosperm tracheids. In: HOLBROOK, N.M.; ZWIENNIECKI, M.A. (eds.). **Vascular transport in plants**. Amsterdam: Elsevier Incorporated, 2005. p. 333-354.
- HIGUCHI, N. **Tabelas de volume para povoamentos nativos de canafistula (Leguminosae), cedro (Meliaceae), pau marfim (Rutaceae) e canelas (Lauraceae), no extremo oeste paranaense**. 1978. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- HOADLEY, B. **Understanding wood: a craftsman's guide to wood technology**. 2nd ed. Newtown: Taunton Press. 2000. 280 p.
- IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin n.s.**, v. 3, n. 10, p. 219-332, 1989.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechniques**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.
- LARJAVAARA, M.; MULLER-LANDAU, H. Rethinking the value of high wood density. **Functional Ecology**, v. 24, p. 701-705, 2010
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa, SP: 2ª Ed. Plantarum, 2002, 386 p.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418 p.
- MCELTRONE, A.J.; MCELTRONE, A.J. et al. Variation in xylem structure and function in stems and roots of trees to 20 m depth. **New Phytologist**, v. 163, p. 507-517, 2004.
- MEINZER, F.C. et al. The blindmen and the elephant: the impact of context and scale in evaluating conflicts between plant hydraulic safety and efficiency. **Oecologia**, v. 164, p. 287-296, 2010.
- MULLER-LANDAU, H.C. Interspecific and inter-site variation in wood specific gravity of tropical trees. **Biotropica**, v. 36, p. 20-32. 2004.
- PIRANI, J.R.; GROppo, M.; DIAS, P. 2017. Rutaceae. In: Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB343>>. Access on: 10 june 2017.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. **Sellowia**, n. 28/30, p. 3-320, 1978.
- ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P.; SOUZA, C.R. *Acacia mangium*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 29 p.: il. color. - (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 28). 2003.
- SILVA, T.S.; RANDO, J.G.; CARVALHO, D.A.S. 2017. *Peltophorum* In: Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB83567>>. Access on: 12 june 2017.
- WADSWORTH, F.H. **Forest Production for Tropical America**. Washington, DC, MD: USDA Forest Service. 1997. 563 p.
- WEBB, D.B. et al. **A Guide to Species Selection for Tropical and Sub-Tropical Plantations**. Oxford, UK: Tropical Forestry Papers No. 15. Commonwealth Forestry Institute, 1984. 256 p.

WWF BRASIL – Fundo Mundial para a Natureza. Extração de madeira. 2018. Available at: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/areas\\_prioritarias/amazonia1/ameacas\\_riscos\\_amazonia/desmatamento\\_na\\_amazonia/extracao\\_de\\_madeira\\_na\\_amazonia/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/ameacas_riscos_amazonia/desmatamento_na_amazonia/extracao_de_madeira_na_amazonia/)> Access on: 10 ago. 2018.

ZENID, G.J. et al. **Madeira:** uso sustentável na construção civil. São Paulo, SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2009. 99 p.

## A VIABILIDADE ECONÔMICA NA PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO<sup>1</sup>

## THE ECONOMIC VIABILITY IN THE PRODUCTION OF CLONAL EUCALYPTUS SEEDLINGS<sup>1</sup>

Kaique Mesquita CARDOSO<sup>2,5</sup>; Paloma Silva OLIVEIRA<sup>3</sup>; Luis Carlos de FREITAS<sup>3</sup>; Thamara Carvalho LOUREIRO<sup>3</sup>; Pedro Henrique Vieira CÂNDIDO<sup>4</sup>

**RESUMO** - Para alcançar o sucesso na esfera produtiva, a realização do estudo econômico a partir de testes de viabilidade é essencial. Na atualidade, com a grande competitividade de mercado no setor florestal, torna-se necessário o efetivo de controle dos custos e das variáveis associadas à produção dos recursos. Ainda mais quando a questão são os viveiros florestais, os quais são considerados a base para qualquer cadeia produtiva florestal. Objetivou-se neste trabalho realizar um estudo econômico na produção de mudas clonais de eucalipto na região de Eunápolis, estado da Bahia. A análise econômica foi baseada em seis testes, sendo o VPL, TIR, razão benefício/custo, payback descontado, VPE e CMP. O quadro de funcionário representou o maior gasto para com os custos anuais e o investimento inicial foi a característica que promoveu maior impacto no fluxo de caixa. O projeto apresentou viabilidade econômica para os indicadores estudados.

Palavras-chave: economia florestal; viveiro florestal; indicadores econômicos.

**ABSTRACT** - To achieve success in the productive sphere, conducting the economic study from feasibility tests is essential. At present, with the great market competitiveness in the forest sector, it becomes necessary the effective control of the costs and variables associated to the production of the resources. Even more so when the question is the forest nurseries, which are considered the base for any forest productive chain. The objective of this study was to conduct an economic study on the production of clonal eucalyptus seedlings in the region of Eunápolis, state of Bahia. The economic analysis was based on six tests, being the NPV, IRR, benefit / cost ratio, discounted payback, VPE and CMP. Employee staff represented the largest expense for annual costs, and initial investment was the characteristic that had the greatest impact on cash flow. The project presented economic feasibility for the indicators studied.

Keywords: forest economics; nursery; economic indicators.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 08.01.18. Aceito em 10.10.2018.

<sup>2</sup> Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Campus Araçuaí, Fazenda do Meio Pé da Serra, S/N, BR 367, km 278, CEP 39.600-000 Araçuaí (MG), Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, Estrada do Bem Querere, km 4, CEP 45031-900, Vitória da Conquista (BA), Brasil.

<sup>4</sup> Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050, Bruxelas, Bélgica.

<sup>5</sup> Autor para correspondência: Prof. Kaique Mesquita Cardoso – kaique.cardoso@ifnmg.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

A existência de grandes reservas florestais, o rápido crescimento florestal nos últimos anos devido a políticas de incentivo, a necessidade de integrar as florestas com as indústrias florestais, o baixo aproveitamento das florestas existentes e a disponibilidade potencial de madeira em regiões distantes dos mercados consumidores, são fatores que de acordo com Brepohl (1980) tornam o planejamento uma ferramenta de elevada importância no setor florestal. Para o autor, o planejamento deve considerar tanto a parte relativa à produção como os efeitos externos sobre o meio ambiente e a sociedade.

Alguns dos aspectos fundamentais do planejamento florestal incluem: a integração do planejamento com os objetivos, diretrizes e prioridades do investimento; a necessidade de abranger todas as atividades produtivas, visando consistência e garantindo a continuidade da produção; e o espaço de tempo do planejamento, com metas gerais e diretrizes.

A devastação de florestas é decorrente de processos antrópicos, em que geralmente não se observa um planejamento adequado na utilização dos recursos, resultando em mudanças drásticas na paisagem e na diversificação das espécies regionais. As espécies florestais nativas são de suma importância na integração e manutenção da biodiversidade, tanto na composição dos ecossistemas, como nas interações com a fauna e nas funções relacionadas à conservação hidrológica e pedológica (Rodrigues et al., 2004). Segundo Schettino (2000) as florestas devem ser cultivadas de forma sustentável, repondo o que se utilizou, para que no futuro este recurso não se torne extinto. Para esta reposição são necessários os viveiros florestais, que produzem mudas de diversas espécies.

Os viveiros florestais são a base de todas as cadeias produtivas florestais (Freitas et al., 2013), e fornecem meios para reflorestamentos e recuperações de áreas degradadas. De acordo com Gomes e Paiva (2006) o êxito na formação de florestas de alta produtividade, na produção de mudas de espécies ornamentais e na elaboração de projetos paisagísticos depende, em grande parte, do padrão de qualidade das mudas plantadas, ou seja, depende diretamente da qualidade do viveiro.

Nos primeiros plantios de eucalipto em larga escala, as mudas eram produzidas

a partir de sementes não melhoradas, o que ocasionava um estabelecimento desuniforme dos povoamentos florestais. Contudo, atualmente esse cenário tem se modificado, principalmente nas empresas, que adotam a propagação vegetativa, o que permite um crescimento satisfatório na produção das mudas (Freitas et al., 2006).

O aumento do consumo de produtos florestais tem provocado o crescimento dos programas de florestamento no Brasil com espécies de alta produtividade e ciclo de corte relativamente curto. Nesse sentido, as espécies o gênero *Eucalyptus* se destacam como as mais cultivadas no país, em função dos diversos produtos possíveis de serem obtidos, em que a área para cultivo dessas espécies é crescente a cada ano. A necessidade de produção de mudas em escala comercial, resultado da elevada demanda de produtos florestais, leva à multiplicação de viveiros pelo Brasil (Caldeira et al., 2015).

Para a implantação de um projeto de viveiro é necessário fazer um levantamento da viabilidade, analisando um conjunto de informações para estimar os custos de produção, através da estrutura de custos e receitas. Idealmente deve-se estabelecer um projeto de viabilidade, descrito por Rezende e Fonseca (1986) como aquilo que analisa custos e rendimentos, variáveis do planejamento de futuras áreas, estimativas dos custos de produção, preços de fatores e produtos, demandas, possibilidades de substitutos, possíveis inovações técnicas, necessidade de mão de obra, máquinas, equipamentos, adubos e defensivos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade econômica na produção de mudas clonais de eucalipto de um viveiro localizado no município de Eunápolis, Bahia, Brasil. Deste modo, o problema da pesquisa foi verificar se o planejamento e execução de um viveiro florestal para a produção de mudas clonais de eucalipto possuiu viabilidade econômica em um horizonte de planejamento de 12 anos.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

### Caracterização da área de estudo

O local estudado está localizado no município de Eunápolis, estado da Bahia (Figura 1). O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo Af (chuvoso, quente e úmido),

possui temperatura média de 23°C, variando entre 19 e 29°C. A pluviosidade anual é de 1.256 mm, com chuvas mais intensas no período de novembro a abril (Gentil, 2010). A área de viveiro é de 70.000 m<sup>2</sup>, possui capacidade de produção de 22 milhões de mudas por ano e dispõe de um

quadro de 142 funcionários. O material genético utilizado na produção de mudas é de fornecimento de comprador específico ou pelos clones do proprietário do viveiro (híbrido urograndis). Apesar de o material genético ser de origem distinta, o processo de produção é homogêneo.

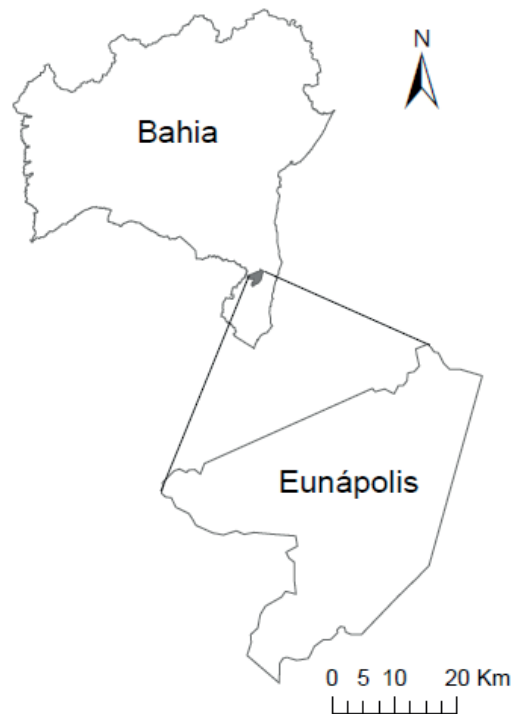


Figura 1. Localização da área estudada.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Figure 1. Location of the study area.

### Coleta de dados

Para avaliação dos custos de produção das mudas, foi realizada coleta de dados em um viveiro florestal do município. O critério da seleção do estabelecimento foi com base na sua influência no mercado, o qual se representa como um polo florestal do sul da Bahia. O empreendimento foi visitado e avaliado com base na norma técnica da empresa, observando a descrição da sequência de operações na produção de mudas.

No levantamento dos dados levou-se em consideração o investimento inicial (construção do viveiro e custo das máquinas) e todos os dispêndios

anuais para a produção das mudas (Tabela 1). Os insumos (fertilizantes, substratos e defensivos agrícolas) e materiais gerais de trato silvicultural (pá, tubetes, alicates, tesoura de poda, equipamentos de proteção individual, mangueira, borrifador manual e recipientes) foram estimados levando-se em consideração uma média aritmética de três fornecedores do mercado regional. Para os custos fixos/ano (energia e funcionários), considerou-se uma média relacionada com os primeiros meses de funcionamento do viveiro.

Já para os colaboradores, levou-se em consideração o ano de vigência do valor mensal e de funcionamento da empresa, com o pagamento médio

de dois salários mínimos mais 50% de encargos sociais e trabalhistas. Os custos, inclusive para o salário mínimo adotado, obedeceram a metodologia da Companhia Nacional de Abastecimento (Brasil, 2010). Esse guia relata sobre a difusão da informação e conhecimento das políticas públicas, dos programas governamentais e da gestão das unidades produtivas da agricultura nacional.

Foi realizado o custo de depreciação seguindo o cálculo recomendado por Silva et al. (2005), que corresponde ao uso de bens duráveis, que não são consumidos em um ano, e que representam, portanto, um custo fixo. Neste contexto, as causas para que existam esses custos são os mais diversos possíveis, tais como: uso, tempo, desatualização (Silva et al., 2005).

Tabela 1. Custos da construção do viveiro (inicial) e da produção de mudas (anual) em Eunápolis, BA (2015).

Table 1. Costs of the construction of the nursery (initial) and the production of seedlings (annual) in Eunápolis, BA (2015).

Custos		Valores (R\$)
Investimento (Inicial)	Físico	2.420.000,00
	Máquinas	200.000,00
	Materiais gerais	12.317,81
Anuais (Fixos)	Insumos	969.418,25
	Energia	93.600,00
	Funcionários	4.028.256,00
Taxas	Custo dos Juros	3.146.124,82
	Custos da Depreciação	1.598.430,60
	Total	12.468.147,47

A receita do projeto foi auferida pelo valor unitário da muda (R\$ 0,30) de acordo com a capacidade produtiva anual do viveiro. Como essa receita é atual, fez-se a descapitalização para o ano seguinte ao investimento inicial. O valor do maquinário foi depreciado e os demais custos foram capitalizados.

Em relação aos centros que mais realizam a compra das mudas, foram citados somente municípios baianos, são eles: Eunápolis, Porto Seguro, Santa Cruz Cabrália, Itabela, Itagimirim, Encruzilhada e Vitória da Conquista. No viveiro, são comercializadas aproximadamente 24 milhões de mudas ao ano, prontas para expedição a partir de 70 dias.

### Análise econômica

Foi realizada uma análise econômica para verificar o retorno da empresa em relação aos seus custos e receitas considerando um horizonte de

planejamento de 12 anos, sendo considerada a taxa de atratividade de 7% ao ano (a.a.). Os indicadores estimados foram: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Razão Benefício/Custo (B/C), Payback Descontado (PBD), Valor Periódico Equivalente (VPE) e Custo Médio de Produção (CMP).

### Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é um conceito matemático que indica a diferença positiva entre receitas e custos atualizados em concordância a uma determinada taxa de juros (Marquezan e Brondani, 2006; Rezende e Oliveira, 2013). A fórmula do VPL consiste em:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}$$

Em que:  $R_j$  = Receitas no período  $j$ ;  $C_j$  = Custos no período  $j$ ;  $j$  = período de ocorrência de  $r_j$  e  $c_j$ ;  $i$  = taxa de juros;  $n$  = número máximo de períodos.

Segundo Silva et al. (2005), o projeto que apresentar este indicador maior que zero (positivo) é considerado economicamente viável. Em comparação com outros projetos é considerado o melhor aquele que apresentar maior VPL.

### Taxa Interna de Retorno (TIR)

É um índice que indica a rentabilidade de um determinado investimento considerando o tempo. Assim, este indicador iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou melhor, iguala o VPL ao valor zero. Também, pode ser compreendida como uma taxa percentual do retorno do capital investido (Silva et al., 2005). A fórmula da TIR é especificada a seguir:

$$TIR = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1 + TIR)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1 + TIR)^j} = 0$$

Em que: TIR = Taxa Interna de Retorno;  $R_j$  = receitas no período  $j$ ;  $C_j$  = custos no período  $j$ ;  $j$  = período de ocorrência de  $r_j$  e  $c_j$ ;  $n$  = número máximo de períodos.

A avaliação do projeto adotando-se este índice consiste na condição de que quando a mesma é maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), significa que o projeto é viável, caso contrário, se a TIR for igual ou menor que a TMA, então deve-se rejeitar o projeto. Deste modo, o projeto que apresentar a maior TIR será considerado o melhor (Silva et al., 2005; Santos et al., 2013).

### Razão Benefício/Custo (B/C)

Este método consiste em determinar a razão entre o valor anual das receitas e o valor atual dos custos (Silva et al., 2005). Essa razão dá-se por

$$Razão \frac{B}{C} = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j}}$$

Em que:  $R_j$  = receita no final do ano  $j$ ;  $C_i$  = custo no final do ano  $j$ ;  $n$  = duração do projeto, em anos.

O projeto é economicamente viável se apresentar a razão  $B/C > 1$ . Assim, o projeto é mais indicado economicamente, quanto maior for a razão benefício/custo (Pires et al., 2008).

### Payback Descontado (PBD)

Este indicador é o responsável por determinar o prazo de recuperação de um investimento. Sendo muito utilizado para avaliar a atratividade de um investimento (Marquezan e Brondani, 2006). Este indicador não deve ser considerado o único para a seleção de projetos ou alternativas de investimento, como afirmam Motta e Cálloba (2002), uma vez que o mesmo deve ser adotado apenas na análise combinada com outros indicadores. A fórmula para o cálculo deste estimador é especificada a seguir:

$$FCC(t) = -I + \sum_{j=1}^t \frac{(R_j - C_j)}{(1 + i)^j}$$

Em que:  $FCC(t)$  = valor presente do capital, ou seja, o fluxo de caixa descontado para o valor presente cumulativo até o instante  $t$ ;  $I$  = investimento inicial (em módulo), ou seja,  $-I$  é o valor algébrico do investimento, localizado no instante 0 (início do primeiro período);  $R_j$  = receita proveniente do ano  $j$ ;  $C_j$  = custo proveniente do ano  $j$ ;  $i$  = taxa de juros;  $e_j$  = índice genérico que representa os períodos  $j = 1$  a  $t$ .

### Valor Periódico Equivalente (VPE)

Consiste em utilizar como critério transformar o valor atual do projeto ou o seu VPL em fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos, equivalente ao valor atual, durante a vida útil do projeto (Silva et al., 2005; Rezende e Oliveira, 2013). Sua fórmula é dada por:

$$VPE = \frac{VPL * (1 + i)^t}{1 - (1 + i)^{-nt}}$$



Em que: VPL = Valor Presente Líquido;  $i$  = taxa de juros;  $n$  = número máximo de períodos;  $t$  = número de períodos de capitalização compreendidos entre a ocorrência de duas parcelas.

### Custo Médio de Produção (CMP)

Consiste na razão entre o valor atual do custo pela produção total equivalente (Silva et al., 2005). É representado pela seguinte fórmula:

$$CMP = \frac{\sum_{j=0}^n C_{Tj} (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n PT_j (1+i)^{-j}}$$

Em que:  $CT_j$  = custo ocorrido no período  $j$ ;  $PT_j$  = Produção Total ocorrida no período  $j$ ;  $n$  = número máximo de períodos;  $j$  = período de ocorrência;  $n$  = número máximo de períodos;  $i$  = taxa de juros;

### Análise de Sensibilidade

A análise foi realizada de forma a considerar uma projeção de possíveis cenários que

possam descrever uma situação real. Considerou-se uma variação de -10% a +10% no preço da muda. Para a taxa de atratividade utilizou-se índices de 6, 8 e 9% ao ano. A análise foi projetada para: VPL; TIR; RB/C; PBD; VPE e CMP.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar a Figura 2, verificou-se que apesar do custo inicial representar 34% dos custos, o principal dispêndio foi decorrente aos custos anuais. Resultados semelhantes foram observados por Santos et al. (2013), que evidenciaram 32% dos custos totais representados pelo investimento financeiro. Para este estudo, em mudas clonais de eucalipto, embora o investimento financeiro decorrente das instalações físicas do viveiro, aquisições do maquinário e dos materiais gerais para os tratos culturais representarem um alto investimento (R\$ 2.632.317,81) (Tabela 1), o não planejamento dos custos fixos/anuais em um horizonte de planejamento adequado pode acarretar em riscos ao projeto.

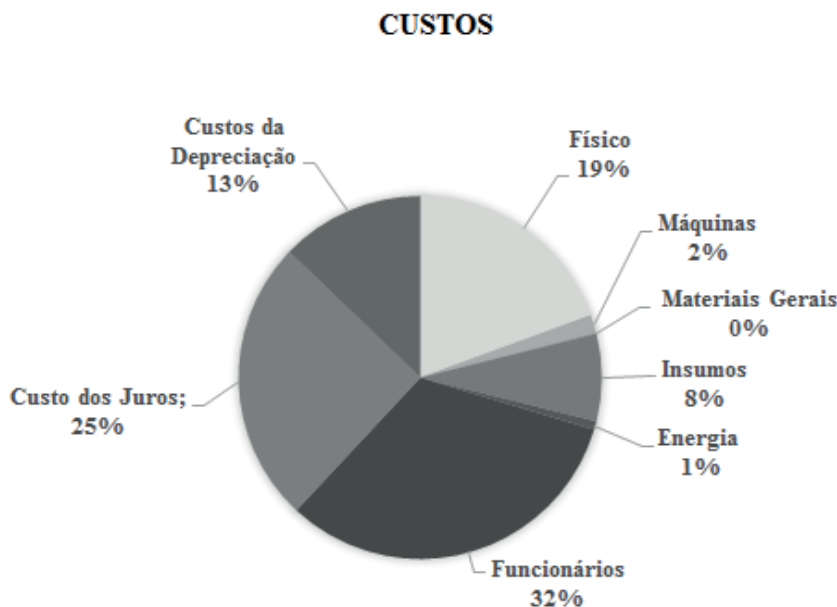


Figura 2. Representação gráfica dos custos do projeto (inicial e anual).

Figure 2. Graphical representation of project costs (initial and annual).

O quadro de funcionários foi o dispêndio que promoveu o alto custo fixo anual do projeto, provavelmente devido à grande equipe de colaboradores ou provavelmente ao alto salário atribuído ao quadro de pessoal. De acordo com Almeida e Brunstein (1999), ao estudarem a gestão de custos florestais, consideram que pelo provento dos funcionários no setor escolhido por atividade é possível obter custos totais referentes a cada atividade definida. Para os autores, a distinção metodológica em comparação ao custo médio considerado pela sistemática tradicional, pode acarretar em distorções relevantes na contabilidade dos custos salariais. Assim, o método de custeio adotado no planejamento florestal pode contribuir para imprecisão das informações convencionais de custeio. Para tal, considerar o número de horas trabalhadas por processo da mão de obra é essencial e promovem dados confiáveis quanto às tomadas de decisões estratégicas pela empresa.

As atividades florestais que possuem o menor número de funcionários por empresa possuem os salários mais altos. Segundo o autor, empresas florestais que detêm um alto custo em máquinas e equipamentos podem demonstrar

uma menor necessidade de apoio administrativo. Neste estudo, foi considerado o quadro geral de colaboradores compreendido em todas as áreas da empresa. Todavia, embora uma representação sistemática do quadro de funcionários diretamente ligado ao processo produtivo das mudas ofertasse um custo mais consistente, estaria por desconsiderar as despesas com o setor administrativo e os demais serviços, promovendo provavelmente a diluição dos custos e subestimando a totalidade do projeto.

Ao analisar a Tabela 2 verificou-se que o custo inicial para a produção das mudas foi o que mais afetou o fluxo de caixa, uma vez que representou um pouco mais do dobro dos dispêndios anuais acontecidos a partir do primeiro período. Observou-se também que a mudança de sinal ocorrido entre os períodos 4 e 5 indicam o início do retorno econômico, que tende a crescer à medida que se afasta da quitação do investimento inicial. Aponta-se ainda que analisando o período 1 (sem custos iniciais), as receitas alcançariam facilmente os custos, promovendo um fluxo de caixa positivo e demonstrando a viabilidade do projeto já nos primeiros meses de execução.

Tabela 2. Custos, receitas e fluxo de caixa (acumulado e descontado) corrigidos para o respectivo período.

Table 2. Costs, revenues and cash flow (accumulated and discounted) adjusted for the respective period.

Períodos	Custos	Receitas	Fluxo de caixa
0	-4.337.063,46	-	-4.337.063,46
1	-2.032.261,36	3.135.612,46	-3.305.894,21
2	-2.252.040,79	3.355.105,33	-2.342.434,93
3	-2.525.445,68	3.589.962,70	-1.473.471,94
4	-2.699.291,40	3.841.260,09	-602.269,49
5	-2.901.565,61	4.110.148,30	259.433,26
6	-3.183.589,10	4.397.858,68	1.068.552,35
7	-3.443.336,72	4.705.708,78	1.854.694,23
8	-3.655.478,37	5.035.108,40	2.657.651,47
9	-4.086.084,02	5.387.565,99	3.365.571,43
10	-4.413.360,87	5.764.695,61	4.052.521,48
11	-4.693.822,56	6.168.224,30	4.752.999,13
12	-5.070.906,41	6.600.000,00	5.431.934,97

A Figura 3 demonstra o saldo líquido representado pelo fluxo de caixa. Por meio da sua apreciação fica notório a distinção entre o investimento inicial e as receitas líquidas obtidas pela empresa nos períodos subsequentes. Ao

considerar o valor do eixo y, é possível ainda apontar que seriam necessárias pelo menos cinco receitas para atingir o custeio do investimento inicial, sendo que os posteriores ganhos, a partir do sexto período, representaria o lucro do projeto.

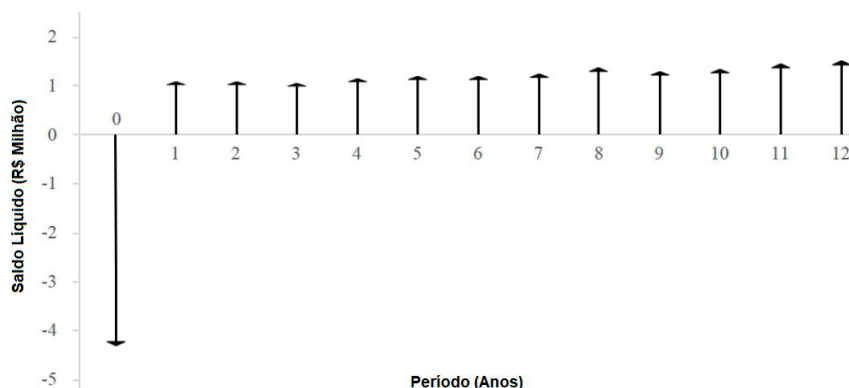


Figura 3. Representação gráfica do saldo líquido pelo fluxo de caixa.

Figure 3. Graphical representation of the net balance by cash flow.

O VPL do projeto analisado foi de R\$ 5.431.934,97 (Tabela 3), indicando sua viabilidade econômica. Nesse sentido, é importante salientar que esse indicador representa o lucro da empresa corrigido pela taxa de juros em um horizonte de planejamento para 12 anos e que para esse caso, a taxa de juros adotada foi de 7% ao ano.

O projeto apresentou um VPE ou parcelas anuais de R\$ 683.891,41 ao ano. Segundo Silva et al. (2005) a associação do VPL e VPE é interessante, porque é possível trazer os custos por unidade de tempo, descartando a necessidade de equalização de horizontes.

Tabela 3. Indicadores econômicos do projeto com taxa de juros de 7% ao ano.

Table 3. Economic indicators of the project with an interest rate of 7% per year.

<b>Indicadores</b>	<b>Resultados</b>
Benefício/Custo	1,18
TIR (%)	25
VPL (R\$)	5.231.934,97
Payback (ano)	4,21
VPE (R\$)	683.891,41
CMP (R\$)	0,16

A TIR representa o retorno financeiro do projeto, nesse caso específico apresentou o valor de 25%. Assim, o índice foi maior que a taxa de desconto adotada (7% a.a.) fazendo o projeto ter viabilidade econômica.

A razão benefício/custo do projeto também indicou atratividade (1,18) expressando que as receitas superaram os custos em 18%.

O prazo de retorno do investimento encontrado foi de 4,12 anos demonstrando que o projeto pode ser considerado como viável, uma vez que do ponto de vista da análise do payback o projeto apresentou um prazo menor que o desejado que era a recuperação do investimento em até 12 anos. Uesugi (2014) em seu trabalho desenvolvido com mudas de espécies florestais nativas constatou que o payback dos tratamentos aplicados nas mudas apresentou um tempo que variou de 2,8 anos até 4,2 para ocorrer à recuperação do investimento de cada tratamento. Uma vez considerado um horizonte de 15 anos de duração do projeto, a autora considerou os tratamentos viáveis.

O custo médio de produção foi inferior ao valor de mercado das mudas, sendo possível caracterizar o projeto como viável.

#### Análise de sensibilidade

Observou-se por meio da análise de sensibilidade na taxa de atratividade (Tabela 4) que o projeto tende a inviabilidade econômica. Sendo a taxa de atratividade o preço do uso do dinheiro para um determinado período de tempo (Omar, 2008), pode-se perceber que a valorização monetária do capital desfavorece a implantação do projeto de produção de mudas. Logo, para garantir que o projeto não seja prejudicado pelo aumento da taxa de atratividade, deverá ser realizada a atualização de receitas, para isso, elevar o preço da muda possivelmente irá garantir uma estabilidade dos custos de produção.

Tabela 4. Análise de sensibilidade considerando a taxa de atratividade e preço da muda.

Table 4. Sensitivity analysis considering the attractiveness and price of molt.

<b>Taxa de Atratividade Estimada</b>	<b>B/C</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>VPL (R\$)</b>	<b>Payback (ano)</b>	<b>VPE (R\$)</b>
6,00%	1,24	30,5	7.594.317,10	3,35	905.827,58
8,00%	1,13	20,3	3.555.328,29	5,46	471.774,35
9,00%	1,07	15,87	1.927.164,51	7,46	269.129,79
<b>Preço da Muda</b>	<b>B/C</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>VPL (R\$)</b>	<b>Payback (ano)</b>	<b>VPE (R\$)</b>
-10,00%	1,06	14,46	1.915.360,25	5,88	241.147,66
-5,00%	1,12	20,12	3.673.647,61	4,9	462.519,54
5,00%	1,24	29,86	7.190.222,33	3,68	905.263,29
10,00%	1,3	34,29	8.948.509,69	3,28	1.12.6635,16

A oscilação do preço da muda (Tabela 4) refletiu diretamente a atratividade do projeto. Assim, quando foi provocado um aumento do valor da muda e por consequência um acréscimo substancial das receitas, os indicadores econômicos retratam um maior retorno monetário, em que a razão benefício/custo, a taxa interna de retorno, o valor presente líquido e o valor periódico equivalente subiram e, o ano de retorno do capital

(payback) foi diminuído. Todavia, para o mercado, ao considerar um fator de produção da empresa, a alta tarifa da muda pode implicar em uma menor procura do produto, podendo refletir inclusive na desvalorização de mercado da empresa. Deve-se então, para garantir a concorrência, cobrar o valor de mercado, considerando a atualização dos custos de produção.

Ao analisar a Figura 4, verificou-se que o custo médio na produção de mudas tende a aumentar à medida que ocorre o acréscimo da taxa de juros.

Contudo, observou-se que foi uma variação pequena (3,12%), demonstrando pouca significância para o projeto ao estudar esses limites de oscilação

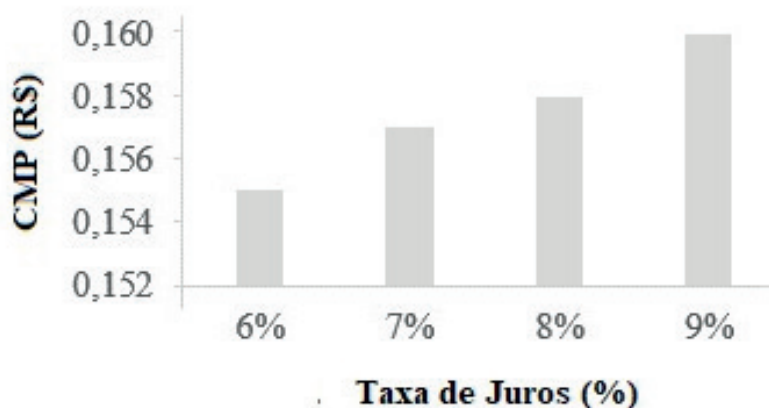


Figura 4. Representação gráfica do custo médio de produção - CMP em função da taxa de juros.

Figure 4. Graphical representation of the average cost of production - CMP as a function of the interest rate

#### 4 CONCLUSÃO

O projeto é viável para os indicadores econômicos estudados. Todavia, para uma maior precisão, seria necessário em trabalhos futuros ponderar o custeio dos funcionários de acordo com as atividades executadas. As principais limitações encontradas foram ponderar os bens não duráveis, os quais foram representados neste trabalho pelos insumos e materiais gerais de trato silvicultural.

O investimento inicial foi o custo que representou maior impacto para com a análise do fluxo de caixa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.R.C.; BRUNSTEIN, I. Gestão de custos florestais: Um estudo de caso utilizando o activity-based costing. **Revista Gestão & Produção**, v.6, n. 2. p. 127-140. Ago., 1999.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola**: a metodologia da Conab. Brasília: Conab, 2010. 60 p.

BREPOHL, D. Planejamento do Setor Florestal. **Revista Floresta**, v. 11, n. 2, p. 59-62, 1980. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/6263/4474>>. Acesso em: 3 set. 2016.

CALDEIRA, M.V.W. et al. Produção de mudas. In: SCHUMACHER, M.V.; VIEIRA, M. **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM, 2015, p. 49-82.

FREITAS, T.A.S. et al. Mudanças de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 519-528, 2006.

FREITAS, A.F. et al. Caracterização dos viveiros florestais de Viçosa, Minas Gerais: um estudo exploratório. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 22. p. 208-234, 2013.

GENTIL, M.S. **Transpiração e eficiência do uso da água em árvores clonais de Eucalyptus aos 4 anos em áreas com e sem irrigação em Eunápolis, Bahia**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARDOSO, K. M et al. Viabilidade econômica em viveiros florestais

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV. 2006. 116p.

MARQUEZAN, L.H.F.; BRONDONI, G. Análises de Investimentos. **Revista Eletrônica de Contabilidade**, v. 3, n. 1. 2006. 15p.

MOTTA, R.R.; CALÔBA, G.M. **Análise de Investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 1 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 391 p.

OMAR, J.H.D. Taxa de Juros: Comportamento, determinação e implicações para a economia brasileira. **Economia Contemporânea**, v. 12, n. 3, p 463-490, 2008.

PIRES, V.A.V. et al. Viabilidade econômica de implantação da central de gerenciamento de resíduos no polo moveleiro de Ubá, MG. **Revista Cerne**, v. 14, n. 4, p 295-303, 2008.

REZENDE, G.C.; FONSECA, E.P. Implantação da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 141, p 2024-2004, 1986.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2013. 385 p.

RODRIGUES, E.R. et al. Viveiros “Agroflorestais” em assentamentos de reforma agrária como instrumentos de recuperação ambiental: um estudo de caso no Pontal do Paranapanema. **Caderno da biodiversidade**, v. 4, n. 2, p. 1-8, dez., 2004.

SANTOS, E.O. et al. Análise econômica de produção de mudas do cerrado em Bom Jesus (PI). **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n.3, p 29-34, 2013.

SCHETTINO, L.F. **Gestão florestal sustentável: um diagnóstico no Espírito Santo**. Vitória: Ed. do Autor, 2000. 182 p.

SILVA, M.L. et al. **Economia florestal**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2005, 178 p.

UESUGI, G. **Desenvolvimento e viabilidade econômica de mudas de espécies florestais nativas com o uso de fertirrigação em substratos a base de biossólido compostado**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.



**PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS EM MADEIRA DE *Dipteryx alata*, *Astronium graveolens*,  
*Bowdichia virgilioides* e *Eucalyptus grandis*<sup>1</sup>**

**PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF THE WOOD OF *Dipteryx alata*, *Astronium graveolens*,  
*Bowdichia virgilioides* and *Eucalyptus grandis*<sup>1</sup>**

Augusto Jorge LATREILLE<sup>2</sup>; Danrlei Gabriel WÜNSCH<sup>2</sup>; Joel Telles de SOUZA<sup>2</sup>, Maiara TALGATTI<sup>2</sup>;  
Amanda Grassmann da SILVEIRA<sup>2</sup>; Laura Hoffmann de OLIVEIRA<sup>2,3</sup>; Elio José SANTINI<sup>2</sup>

**RESUMO** - O conhecimento das propriedades da madeira é essencial para sua utilização industrial, tanto na construção civil como na confecção de móveis. Desse modo, realizou-se um estudo objetivando determinar as propriedades da madeira de *Dipteryx alata* Vogel, *Astronium graveolens* Jacq., *Bowdichia virgilioides* Kunth e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Na caracterização física foram aferidas as massas específicas básicas e aparentes, retratibilidade e anisotropia. Já na caracterização mecânica das espécies foram empregados os testes de flexão estática, compressão paralela às fibras e dureza Janka. A análise estatística dos dados apresentou variações significativas para a maioria das propriedades mecânicas e físicas. Apenas para o coeficiente anisotrópico não foram observadas diferenças significativas entre as espécies de acordo com o teste de médias. Em geral, a madeira do guaritá apresentou maior resistência mecânica em todos os testes, exceto no teste de compressão paralela. A massa específica básica e aparente influenciou nas propriedades mecânicas da madeira. A análise dos dados permitiu classificar as madeiras em estudo e sugerir algumas finalidades específicas como usos na construção civil e indústria moveleira.

Palavras-chave: Massa específica; Retratabilidade; Flexão; Compressão paralela.

**ABSTRACT** – Knowledge of the properties of wood is essential for its industrial use, both in construction and in the manufacture of furniture. Thus, a study was carried out to determine the wood properties of *Dipteryx alata* Vogel, *Astronium graveolens* Jacq., *Bowdichia virgilioides* Kunth and *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. In the physical characterization, the specific basic masses and apparent, retratillation and anisotropy were verified. In the mechanical characterization of the species the tests of static flexion, parallel compression to the fibers and Janka hardness were used. Statistical analysis of the data presented significant variations for most of the mechanical and physical properties. Only for the anisotropic coefficient no significant differences were observed among the species according to the means test. In general, guaritá wood presented higher mechanical strength in all tests except the parallel compression test. The basic and apparent specific mass influenced the mechanical properties of the wood. The analysis of the data allowed to classify the wood in study and to suggest some specific purposes as uses in the civil construction and furniture industry.

Keywords: Specific mass; Shrinkage; Flexure; Parallel compression.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 08.01.2018. Aceito para publicação em 12.11.2018.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências, Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

<sup>3</sup> Autor para correspondência: Laura Hoffmann de Oliveira, e-mail: laura-hoff@hotmail.com



## 1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material heterogêneo, orgânico, que sofre diversas alterações de suas propriedades físicas e mecânicas quando exposta ao ambiente. Torna-se, portanto, de extrema importância os estudos do comportamento e das variações dimensionais, para que se possa obter uma melhor qualidade na industrialização da madeira. A fim de obter-se produtos de qualidade tendo a madeira como matéria-prima, torna-se imperativo o conhecimento das propriedades, físicas, químicas, anatômicas e mecânicas. Essas propriedades são de suma importância na definição do uso da madeira para os mais diversos fins. Gonçalves et al. (2009) assinalam, que a intensificação no uso da madeira como matéria prima para fins industriais e construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades, sejam elas físicas ou mecânicas.

A massa específica básica é considerada um parâmetro de extrema importância para determinar a qualidade da madeira. Além disso, pode ser determinada pela relação que existe entre o volume saturado da madeira e o seu peso seco (Silveira, Rezende e Vale, 2013). Já as propriedades mecânicas deliberam sobre o comportamento da madeira quando submetida a esforços, permitindo compará-la com outras de propriedades previamente conhecidas (Stangerlin et al., 2008). A falta deste conhecimento, faz com que a madeira venha a ser empregada de modo errôneo e muitas vezes causando prejuízos às indústrias.

Ainda, informações acerca das propriedades mecânicas de qualquer material são de suma importância no que tange à qualidade do mesmo. Por meio da aferição das propriedades mecânicas de determinado material direciona-se seu uso e, assim, o melhor aproveitamento do mesmo. No caso da madeira, de posse destas informações é possível vislumbrar suas aplicações dentro do limite de sua resistência, direcionando a madeira para determinados fins, principalmente o estrutural.

O presente estudo teve como objetivo avaliar as características físico-mecânicas da madeira de *Dipteryx alata* Vogel, *Astronium graveolens* Jacq., *Bowdichia virgilioides* Kunth e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e sua importância comercial.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As espécies nativas *Dipteryx alata* Vogel (baru), *Astronium graveolens* Jacq. (guaritá),

*Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira preta) estavam localizadas no município de Nova Alvorada do Sul – MS, situada a latitude 21°27'57" sul e longitude 54°23'02" oeste, localizada ao sul da região Centro-Oeste do Brasil, no sudoeste de Mato Grosso do Sul. Já o *Eucalyptus grandis* foi retirado no município de Faxinal dos Guedes – SC a latitude 26°51'10" sul e a longitude 52°15'37" oeste. Todas as espécies encontravam-se em plantio comercial com 10 anos de idade.

Foram abatidas 5 árvores de cada espécie sadias, evitando-se indivíduos de bordadura, após as mesmas foram seccionadas em toras, sendo que as toras utilizadas no trabalho foram retiradas a partir de 10 centímetros do solo. Estas toras foram desdobradas em pranchões centrais de oito centímetros de espessura e posteriormente divididas em corpos de provas separadamente para cada teste mecânico. Para os testes mecânicos foram realizados o de flexão estática, compressão paralela e dureza Janka, de acordo com a norma ASTM D143-94 (1995). Para cada teste mecânico, utilizou-se 30 corpos de prova para cada espécie, os mesmos foram realizados em máquina universal de ensaios, modelo EMIC, na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

### 2.1 Propriedades Físicas

Para a análise das propriedades físicas, foram retirados dois discos de madeira por árvore, um localizado na base da tora e outro no topo. Posteriormente realizou-se a confecção das amostras com dimensões de 3,0 x 3,0 x 2,0 cm (radial, tangencial e longitudinal) no sentido medula-casca.

Primeiramente, para a análise da retratibilidade das madeiras foram identificados e marcados os três planos dimensionais (radial, tangencial e longitudinal) e medidos as respectivas dimensões com paquímetro digital. Estas medições foram coletadas primeiramente ao teor de umidade ambiente.

Concluída essa etapa, os corpos de prova foram imersos em água, onde permaneceram por um período de 30 dias, até seu completo inchamento. A segunda medição (da madeira encharcada) foi realizada da mesma forma e nos mesmos locais onde ocorreram as primeiras medições. Depois de obtidos os valores de volume seco e volume verde (saturado) das espécies, foram realizados os cálculos para o inchamento da madeira e coeficiente de anisotropia.

A Massa Específica Básica (MEB) foi determinada por meio do volume verde e do peso seco (0% de umidade). O peso seco foi obtido posteriormente com as amostras acondicionadas em estufa durante um período de 48 horas com temperatura de  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  e em seguida pesadas em balança analítica.

Para obtenção da Massa Específica Aparente (MEA) foram realizadas as medições das dimensões das amostras com paquímetro digital, nos sentidos radial, tangencial e longitudinal com teor de umidade de equilíbrio (15 %) e posteriormente realizado o cálculo para obtenção do volume aparente das amostras.

## 2.2 Propriedades Mecânicas

Para o teste de flexão estática foram utilizados 30 corpos de provas com dimensões de  $2,5 \times 2,5 \times 41\text{cm}$  (radial, tangencial e longitudinal). Os corpos de prova foram alocados em vão de 36 cm a uma velocidade controlada de 1,3 mm/min, conforme as normas para madeiras maciças (ASTM, 1995). Para avaliar as propriedades dos corpos de prova, determinaram-se o Módulo de Elasticidade (MOE) e de Ruptura (MOR) à flexão estática.

Para o teste, foram utilizados 30 corpos de prova para cada espécie, com dimensões de  $5 \times 5$

$\times 15\text{ cm}$  (radial, tangencial e longitudinal). Foram realizadas duas penetrações na face tangencial, duas na face radial e uma em cada extremidade. Posteriormente, realizou-se uma média para as seis penetrações. O esforço é medido em quilogramas devido à área da esfera ser de  $1\text{ cm}^2$ . Sendo assim, obtém-se diretamente o valor do teste em  $\text{kgf.cm}^{-2}$ .

## 2.3 Análise estatística

Para o estudo das propriedades físicas e mecânicas, foram realizadas análises de variância com posterior comparação de médias por teste LSD – Fischer,  $P > 0,05$ . Utilizou-se também como auxílio nas análises e principalmente na tabulação dos dados o software Excel.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Massa Específica Básica e Aparente

Os resultados encontrados na análise de variância para massa específica básica e aparente evidenciaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas. De posse desta informação, realizou-se o teste de médias para verificação da diferença entre as espécies, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Comparação das médias de Massa Específica Básica (MEB) e Massa Específica Aparente (MEA) das espécies em estudo.

Table 1. Comparison of MEB and MEA means of the species under study.

Espécie	MEB ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	MEA ( $\text{g.cm}^{-3}$ )
<i>Dipteryx alata</i> (baru)	0,78 bc	0,95 b
<i>Bowdichia virgilioides</i> (sucupira)	0,73 b	0,96 b
<i>Astronium graveolens</i> (guaritá)	0,83 c	0,98 b
<i>Eucalyptus grandis</i>	0,59 a	0,73 a

\*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).

A maior média para a MEB foi observada para o guaritá, com  $0,83\text{ g.cm}^{-3}$  e menor para o eucalipto, com  $0,59\text{ g.cm}^{-3}$ . As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o baru e sucupira preta e o guaritá com o baru, sendo que, o eucalipto não se assemelhou estatisticamente com nenhuma das espécies.

De acordo com Carvalho (2008), a madeira do Cumaru (*Dipteryx odorata*) pertencente

ao mesmo gênero do baru, apresentou MEB de  $0,75$  a  $0,95\text{ g.cm}^{-3}$ , estando o valor de MEB para *Dipteryx alata*, verificada neste estudo dentro do intervalo relatado pelo autor supracitado. Segundo Mainieri e Chimelo (1989) para a madeira de Muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) que pertence ao mesmo gênero do guaritá (*Astronium graveolens*), obteve-se para a MEB o valor de

0,81 g.cm<sup>-3</sup> sendo este valor semelhante ao encontrado para o *Astronium graveolens* neste estudo com 0,83 g.cm<sup>-3</sup>.

Conforme Mainieri e Chimelo (1989) a sucupira (*Bowdichia* spp.) obteve um valor de 0,78 g.cm<sup>-3</sup> para MEB. Segundo Vale et al (2000) analisando a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), pertencente à mesma família que a sucupira preta (*Bowdichia virgilioides*), obteve-se 0,72 g.cm<sup>-3</sup>, sendo semelhante ao encontrado neste estudo para a sucupira preta, 0,73 g.cm<sup>-3</sup>.

De acordo com Zenid (2009), o *Eucalyptus grandis* apresentou 0,42 g.cm<sup>-3</sup> para a MEB, sendo semelhante ao encontrado por Eleotério et al. (2015) para a mesma espécie com 0,46 g.cm<sup>-3</sup>. Assim, para o presente estudo, o valor de MEB para o eucalipto mostrou-se superior aos valores encontrados pelos autores citados acima.

A maior média para a MEA observada foi para madeira de guaritá, com 0,98 g.cm<sup>-3</sup> e menor para o eucalipto, com 0,73 g.cm<sup>-3</sup>. As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o baru, a sucupira preta e o guaritá, sendo que o eucalipto não se assemelhou estatisticamente com nenhuma das espécies.

De acordo com Carvalho (2008) a madeira do t (*Dipteryx odorata*) é classificada como densa a muito densa com 0,95 g.cm<sup>-3</sup> a 1,19 g.cm<sup>-3</sup> sendo semelhante ao exposto por Mainieri e Chimelo (1989) onde cita para a mesma espécie um valor de 1,09 g.cm<sup>-3</sup>. Sendo assim, muito semelhante ao encontrado para o baru neste estudo com 0,95 g.cm<sup>-3</sup>. Corroborando, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2011) relata massa específica aparente a 15% de umidade de 1,09 g.cm<sup>-3</sup> (IPT, 2011) para o cumaru, estando o valor de massa específica aparente para o baru, dentro do intervalo esperado para o gênero.

Segundo Mainieri & Chimelo (1989) a madeira do guaritá é densa, com 0,97 g.cm<sup>-3</sup> a 15% de umidade, o mesmo encontrado por Mainieri e Chimelo (1989) para a madeira de muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) pertencente ao mesmo gênero do guaritá, onde obteve para a MEA o valor de 0,97 g.cm<sup>-3</sup>. O guaritá, na presente pesquisa, mostrou-se semelhante às espécies em comparação, com MEA de 0,98 g.cm<sup>-3</sup>.

Conforme Remade (2016), para a Sucupira (*Bowdichia nitida* Spruce) observou um valor para MEA de 0,78 g.cm<sup>-3</sup>. Zenid (2009), analisando a sucupira (*Bowdichia* sp) obteve 0,94 g.cm<sup>-3</sup>, sendo assim, semelhante ao encontrado no presente estudo para a sucupira preta com 0,96 g.cm<sup>-3</sup>.

De acordo com Zenid (2009), para o *Eucalyptus grandis* observou-se 0,50 g.cm<sup>-3</sup> para a MEA a 15% de umidade, semelhante ao encontrado para a mesma espécie também a 15% de umidade por Eleotério et al. (2015) com 0,501 g.cm<sup>-3</sup>. Segundo o mesmo autor, para a espécie *Eucalyptus cloeziana* observou-se 0,62 g.cm<sup>-3</sup>. Assim, para este estudo, o eucalipto mostrou-se superior aos valores encontrados na literatura com 0,73 g.cm<sup>-3</sup>.

### 3.2 Retratibilidade e Coeficiente de Anisotropia

Os resultados encontrados na análise de variância para o inchamento radial e tangencial, evidenciou diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas. Conforme a Tabela 2 pode-se observar uma diferença significativa entre as espécies em estudo. A maior média para o inchamento RD foi observada para a sucupira preta com 1,72% e menor para o eucalipto, com 1,27%. as espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o baru e guaritá.

Tabela 2. Comparação das médias do inchamento radial - RD e tangencial - TG das espécies em estudo.

Table 2. Comparison of the means of radial and tangential swelling of the species under study.

Espécie	Inchamento RD (%)	Inchamento TG (%)
<i>Dipteryx alata</i> (baru)	1,64 b	2,80 c
<i>Bowdichia virgilioides</i> (sucupira)	1,72 c	2,92 d
<i>Astronium graveolens</i> (guaritá)	1,65 b	2,34 a
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,27 a	2,49 b

\*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).

Para o inchamento TG, a maior média observada foi para a sucupira preta, com 2,92%, e menor para o guaritá com 2,34%. Todas as espécies apresentam diferenças significativas entre si. Durlo e Marchiori (1992) afirmaram que os valores da contração tangencial oscilam em torno do dobro daquelas das contrações radiais e são cerca de 20 vezes aos detectados no sentido longitudinal, isso para a madeira de modo geral.

Conforme Moreira (1999), as contrações ocorrem mais intensamente no sentido transversal das fibras do que no longitudinal, em função de sua característica anisotrópica. Ainda para o mesmo autor, a maior alteração dimensional da madeira se manifesta no sentido tangencial aos anéis de crescimento, seguida pela dimensão radial e, praticamente, desprezível no sentido longitudinal.

A maior média para o Coeficiente de Anisotropia - CA foi observada para o eucalipto com 1,97 e a menor para o guaritá, com 1,41. De acordo com Silva (2002) estudando o CA para o *Eucalyptus grandis*, obteve 1,73. Para o eucalipto em estudo, observou-se 1,97, sendo superior ao citado pelos autores acima. É caracterizada, conforme classificação de espécies de madeira como madeira normal (Moreschi, 2005).

Vale et al. (2011) obtiveram 1,36 para a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), pertencente à mesma família que a sucupira preta, sendo valor inferior ao encontrado pelo autor neste estudo para a sucupira preta, com 1,69. Para o baru pertencente à mesma família da sucupira preta, encontrou-se 1,70. Conforme Moreschi (2005), de acordo com a

classificação de espécies de madeira segundo o fator de anisotropia, o baru e a sucupira preta em estudo, classificam-se como madeiras normais.

Para o guaritá, observou-se nesse estudo o valor para o coeficiente de anisotropia de 1,41. Conforme Moreschi (2005), na classificação de espécies de madeira, segundo o seu fator de anisotropia, o guaritá é caracterizado como uma espécie de madeira excelente, podendo ser usada em finalidades que não permitem torções e empenamentos.

Ainda, Scanavaca e Garcia (2004) afirmaram que, quanto mais próximo de 1 melhor é a madeira para marcenaria. A importância desse índice, no entanto, é que, quanto maior for o seu distanciamento da unidade, mais propensa será a madeira a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica (Oliveira et al., 2010).

### 3.3 Flexão Estática e Dureza Janka

Os resultados encontrados na análise de variância para o teste de flexão estática evidenciaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas. Tiveram respectivamente para MOE e MOR, Prob.>F=0,0000 e F calculado de 21,58; Prob.>F=0,0000 e F calculado de 23,45. De posse desta informação, realizou-se o teste de médias para verificação da diferença entre as espécies, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Comparação das médias das variáveis Módulo de Elasticidade - MOE e Módulo de Ruptura - MOR para o ensaio de flexão estática.

Table 3. Comparison of the means of the Modulus of Elasticity - EOM and Modulus of Rupture (MOR) for the static bending test.

Espécie	MOE (MPa)	MOR (MPa)	Dureza (MPa)
<i>Dipteryx alata</i> (baru)	8913,88 a	79,388 b	95,836 b
<i>Bowdichi virgilioides</i> (sucupira)	10519,20 b	75,293 b	90,295 b
<i>Astronium graveolens</i> (guaritá)	12352,80 c	103,464 c	140,251 c
<i>Eucalyptus grandis</i>	9580,91 a	56,771 a	30,980 a

\*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).

Observa-se uma diferença significativa entre as espécies em estudo. A maior média encontrada foi para o guaritá, com 12352,80 MPa e menor para o baru com 8913,88 MPa. As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o baru e eucalipto, sendo que a sucupira preta e o guaritá não se assemelham estatisticamente com as demais espécies.

Segundo Mainieri e Chimelo (1989), a espécie *Dipteryx odorata* pertencente ao mesmo gênero do baru, para o MOE, obteve um valor de 18547 MPa. Já Nahuz (2013), para a mesma espécie, encontrou 18910 MPa. Vale et al. (2011), analisando o faveiro (*Pterodon pubescens*) espécie pertencente à mesma família botânica do baru, observou um valor médio para o MOE de 11098 MPa evidenciando assim a inferioridade do baru para as referidas espécies em comparação.

Para o eucalipto, os valores observados no estudo estão em conformidade com os apresentados por Zenid (2009), em que, para o MOE, obteve-se 9689 MPa. Haselein et al. (2002) encontraram um resultado semelhante em seus estudos com *Eucalyptus saligna*, apresentando MOE de 9450 MPa. Já Araújo et al. (2012) verificaram valores de 7495,9 MPa para MOE e de 76,44 MPa para MOR em estudos com *Eucalyptus grandis*, valores estes semelhantes aos verificados no presente estudo de 9580,91 MOE e 56,77 MOR.

Conforme Nahuz (2013) para a espécie *Astronium lecointei*, pertencente ao mesmo gênero do guaritá, o valor encontrado para o MOE foi de 12300 MPa sendo semelhante ao encontrado por Remade (2016), com 13550 MPa para o cuchi (*Astronium urundeuva*). O valor encontrado para este teste mecânico está em conformidade com o da literatura.

Para a sucupira preta, de acordo com Zenid (2009), analisando o gênero *Bowdichia* sp, observou um MOE de 16060 MPa. Já Remade (2016), cita a sucupira parda (*Bowdichia virgilioides* H.B.K.) com 14420 MPa. Sendo assim, todas as espécies utilizadas para a comparação dos resultados apresentaram-se mais resistentes do que *Bowdichia virgilioides*.

Na avaliação do MOR, o *Dipteryx alata* e *Bowdichia virgilioides* conforme o teste das médias, não apresentaram diferenças significativas entre si. O *Astronium graveolens* obteve a maior média, com 103,46 MPa enquanto o *Eucalyptus grandis* apresentou a menor, com 56,77 MPa.

De acordo com Silva (2002), em seus estudos com *Eucalyptus grandis*, encontrou 85,4 MPa, sendo superior ao encontrado pelo autor neste estudo. Haselein et al. (2002), encontraram para a espécie *Eucalyptus saligna* Smith o valor de 52,52 MPa assemelhando-se ao MOR encontrado para o *Eucalyptus grandis* em estudo.

Segundo IBAMA (1997), para a espécie *Astronium lecointei*, conhecida popularmente como muiracatiara-rajada, observou-se um valor de MOR de 104,2 MPa assemelhando-se ao *Astronium graveolens*. De acordo com o mesmo autor, para o cumaru (*Dipteryx odorata*) obteve para o MOR, um valor de 144,8 MPa superior ao encontrado para o baru no presente estudo, sendo ambos do mesmo gênero. Para Vale et al. (2011), analisando a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), da mesma família da sucupira preta (*Bowdichia virgilioides*), observou-se um valor médio para o MOR de 129,0 MPa evidenciando a superioridade da espécie sobre a sucupira preta.

A maior média para a dureza Janka, foi observada para o *Astronium graveolens*, com 140,25 MPa e menor para o eucalipto, com 309,80 MPa. As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si, foram o baru e a sucupira preta, sendo que, a sucupira preta, *Astronium graveolens*, e o eucalipto não se assemelham estatisticamente.

De acordo com Mainieri e Chimelo (1989), o valor encontrado para a espécie *Dipteryx odorata* Willd, popularmente conhecida como cumbaru e pertencente ao mesmo gênero do baru (*Dipteryx alata*), foi de 99,79 MPa. Já Nahuz (2013) para *Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd observou um valor de 99,8 MPa, sendo semelhante ao *Dipteryx alata*. Segundo Nahuz (2013), para a madeira de Jatobá (*Hymenaea courbaril*), o valor encontrado para a dureza Janka foi de 114 MPa, superior aos resultados encontrados para a sucupira preta e baru, pertencentes à mesma família. Já Remade (2016), observou para a espécie *Bowdichia* nítida, pertencente ao mesmo gênero que a sucupira preta, o valor de 85,29 MPa, sendo semelhante à espécie estudada. Conforme Zenid (2009), para a espécie *Eucalyptus grandis*, no teste para determinação da dureza Janka, encontrou o valor de 27,39 MPa. Semelhante ao encontrado por Xavier (2008), para a mesma espécie, com 25,32 MPa, sendo assim, em conformidade com o encontrado para o eucalipto neste estudo com 30,98 MPa.

De acordo com Nahuz (2013), para a espécie *Astronium lecointei* Ducke, conhecida

popularmente por muiracatiara e pertencente ao mesmo gênero que o guaritá, obteve para a dureza Janka o valor de 78,9 MPa, sendo semelhante ao encontrado por Rocha et al. (2014), estudando a espécie *Astronium macrocalyx* Engl, que encontraram 93,3 MPa. Estes autores, também observaram para a espécie *Astronium urundeuva*, o valor de 112,6 MPa sendo a espécie que mais se assemelhou ao *Astronium graveolens*. As espécies utilizadas na comparação dos resultados do *Astronium graveolens* mostraram-se todas abaixo da referida espécie.

#### 4 CONCLUSÕES

O *Astronium graveolens* (guaritá) obteve os melhores resultados para os testes de dureza Janka e flexão estática, apresentando a maior média entre as espécies. Esse resultado está correlacionado com a sua massa específica, que também foi superior para todas as espécies do presente estudo. Na compressão paralela às fibras, o *Eucalyptus grandis* foi a espécie que obteve a maior média para o MOE, proporcionando maior elasticidade que as demais, quando submetida à aplicação de uma força no sentido de suas fibras.

O *Dipteryx alata* (baru) se mostrou inferior a todas as espécies no teste de compressão paralela, evidenciando a sua baixa resistência à aplicação de uma carga no sentido das fibras, sendo inapta para uso em estruturas de suporte na construção civil. Por fim, a *Bowdichia virgilioides* (sucupira preta) apresentou a maior média para o inchamento entre todas as espécies. Sendo assim, é inapta para locais em que necessita-se uma baixa absorção de água.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Standard methods of testing small clear specimens of timber, D 143-94**. Philadelphia, 1995.

ARAÚJO, S.O. et al. Propriedades de madeiras termorretrificadas de *Eucalyptus grandis* e SP. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 95, p. 327-336, 2012.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 593 p.

DURLO, M.A.; MARCHIORI, J.N.C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10).

ELEOTÉRIO, J.R.; et. al. Massa específica e retratibilidade da madeira de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 329-336, 2015.

GONÇALVES, F.G. et. al. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 501-509, 2009.

HASELEIN, C.R. et. al. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12% de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da adubação. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 147-152, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Madeiras Tropicais Brasileiras**. Brasília: IBAMA-LPF, 1997, 152 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO -IPT. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. 2ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p. (publicação IPT N° 1791).

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2 ed. São Paulo: IPT, 1989. 432p.

MOREIRA, W.S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira**. 1999. 107 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MORESCHI, J.C. **Propriedades da madeira**. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Setor de Ciências Agrárias/UFPR, p. 208, 2005.

NAHUZ, M.A.R. (Coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013. 103 p. (publicação IPT, 4371).

OLIVEIRA, J.T.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N.C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.929-936, 2010.

REMADE (Revista da Madeira). **Madeiras bolivianas e exóticas**. 2016. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/47/madeiras-bolivianas-e-exoticas/cuchi>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

REMADE (Revista da Madeira). **Madeiras brasileiras e exóticas**. 2016. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/236/madeiras-brasileiras-e-exoticas/sucupira-parda>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

REMADE (Revista da Madeira). **Madeiras brasileiras e exóticas**. 2016. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/445/madeiras-brasileiras-e-exoticas/sucupira>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

REZENDE, M.A.; SAGLIETTI, J.R.C.; GUERRINI, I.A. Estudo das inter-relações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. **IPEF**, Botucatu, n. 48/49, p.133-141, 1995.

ROCHA, L.T.C. et. al. Madeiras tropicais quanto à densidade e cor para uso em pavimentação. In: **Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design**. Gramado (RS), set/out. 2014. p.10.

SILVA, J.C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVEIRA, L.H.C.; REZENDE, A.V.; VALE, A.T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazônica**, v. 2, p. 179-184, 2013.

STANGERLIN, D.M. et al. Determinação da Resistência ao Impacto para as Madeiras de *Eucalyptus dunnii*, *Corymbia citriodora* e *Pouteria pachycarpa*. In: XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 14, Londrina, **Anais...** 2008.

VALE, A.T ; BRASIL, M.A.M. ; LEAO, A.L. Caracterização da madeira e da casca de *Sclerolobium paniculatum*, *Dalbergia miscolobium* e *Pterodon pubescens* para uso energético. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, 2000. v. 1, p. 18-19.

VALE, A.T. et. al. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de sucupira branca [*Pterodon pubescens* (Benth.) Benth. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 18, n. 1, 2011.

XAVIER, R.B.L. **Avaliação da dureza janka, densidade e estabilidade de quatro espécies de *Eucalyptus* implantadas no estado do Rio de Janeiro**. 2008. 21 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ZENID, G.J. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - SVMA, 2009. 102 p.

**INFLUÊNCIA DA MATRIZ NA QUALIDADE DE MUDAS DE  
*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose<sup>1</sup>**

**INFLUENCE OF MATRIX IN THE QUALITY OF CHANGES OF  
*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose<sup>1</sup>**

Jhuan Lucas Melo MACIEL<sup>2,5</sup>; Edwin Camacho PALOMINO<sup>3</sup>

**RESUMO** – O conhecimento dos parâmetros morfológicos na qualidade de mudas florestais pode garantir o sucesso de povoamentos florestais. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da matriz na qualidade das mudas de *Handroanthus serratifolius* produzidas em viveiro florestal. O trabalho foi conduzido na Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Tapajós – PA. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (matrizes). As avaliações foram realizadas aos 360 dias após a semeadura, através dos parâmetros morfológicos altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca aérea, das raízes e total, índice de qualidade de Dickson, relação e correlação de Pearson entre as variáveis. As matrizes promoveram crescimentos diferentes, com diferença significativa a 1% de probabilidade, para quase todos os parâmetros analisados, apresentando rústicas, com crescimento radicular com boa agregação das raízes com o substrato, estando adequadas para o plantio. O índice de qualidade de Dickson apresentou valores desejáveis para determinação da qualidade de mudas de ipê amarelo. A variável altura apresentou alta correlação quando relacionado com o diâmetro do colo. As mudas de ipê-amarelo apresentaram contribuições diferentes para os parâmetros morfológicos entre as matrizes, apresentando ganhos em crescimento e qualidade.

Palavras-chave: ipê-amarelo; produção de mudas; viveiro florestal.

**ABSTRACT** – Knowledge of morphological parameters in the quality of forest seedlings can guarantee the success of forest stands. In this way, the objective of this work was to evaluate the influence of the matrix on the quality of the seedlings of *Handroanthus serratifolius* produced in a forest nursery. The work was conducted at the Federal University of the West of Pará, Campus Tapajós - PA. The design was completely randomized, with six treatments (matrices). The evaluations were carried out at 360 days after sowing, through the morphological parameters of shoot height, shoot diameter, aerial dry mass, roots and total, Dickson quality index, Pearson correlation and correlation among the variables. The matrices promoted different growths, with a significant difference at 1% probability, for almost all the analyzed parameters, presenting rustic, with root growth with good aggregation of the roots with the substrate, being suitable for planting. The Dickson quality index presented desirable values for determining the quality of yellow ipê seedlings. The height variable presented a high correlation when related to the diameter of the neck. The ipê-yellow seedlings presented different contributions to the morphological parameters between the matrices, presenting gains in growth and quality.

Key words: yellow ipê; seedling production; forest nursery.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 19.07.2018. Aceito para publicação em 29.11.2018.

<sup>2</sup> Mestrando em Ciência Florestal. UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Avenida Universitária, nº 3780, Altos do Paraíso, 18610-034, Botucatu, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Professor Doutor. Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas, Rua Vera Paz, s/n (Unidade Tapajós), Salé, 68040-255, Santarém, PA, Brasil.

<sup>4</sup> Autor para correspondência: Jhuan Lucas Melo Maciel – jhuanlucas@outlook.com



## 1 INTRODUÇÃO

O estabelecimento de povoamentos florestais depende da qualidade das mudas plantadas, onde terão que resistir às condições adversas encontradas após o plantio, sendo uma fase importante no processo produtivo florestal (Silva et al., 2011). Com isso, existe a necessidade de produzir mudas com características específicas, pelo fato de serem consideradas frágeis, necessitando de cuidado inicial e manejos específicos, a fim de garantir a sobrevivência e crescimento inicial de maneira uniforme (Gomes et al., 2002).

Os critérios na seleção das mudas para o plantio são baseados em parâmetros que, na maioria das vezes, não determinam as reais qualidades, uma vez que o padrão de qualidade varia de acordo com a espécie e, para uma mesma espécie, entre diferentes matrizes (Gomes e Paiva, 2004). Com isso, existe a necessidade da realização de testes para definir o padrão de qualidade de mudas (Silva et al., 2012).

Entre os fatores que influenciam na qualidade de mudas está o material genético e o manejo empregado no viveiro de produção de mudas (Pereira e Polo, 2011), que tem a função de fornecer condições adequadas para o crescimento e desenvolvimento da muda (Wendling et al., 2006).

Considerando que a maioria das espécies florestais nativas é propagada por via sexuada, Leão et al. (2005) menciona a necessidade de conhecimento do material propagativo, principalmente de espécies de interesse. O processo de produção de mudas florestais a partir de indivíduos selecionados, pode demonstrar qualidades de interesse da planta mãe, sendo necessário a avaliação das características fenotípicas de uma espécie (Costa et al., 2002; Boene et al., 2013).

Afim de determinar a qualidade das mudas, alguns parâmetros morfológicos são quantificados, baseados nos aspectos fenotípicos (Bernadino et al., 2005), sendo os mais utilizados para determinação da qualidade das mudas por apresentar maior aceitação dos viveiristas e ser de fácil medição (Eloy et al., 2013).

Um dos principais problemas encontrados pelos produtores de mudas de espécies florestais é determinar, durante a fase de viveiro, quais são as

características da planta que melhor indicarão sua qualidade (Gomes e Paiva, 2004), onde essa análise é dada de maneira intuitiva, carente de uma definição científica. É nesse sentido que se torna de grande importância o entendimento do comportamento e interação entre os parâmetros morfológicos de espécies florestais (Gomes et al., 2002).

*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose conhecido como ipê amarelo, é uma espécie florestal nativa da Amazônia de ampla empregabilidade econômica, ornamental e ecológica (Souza et al., 2005; Pereira e Polo, 2011), estando entre as principais espécies madeireiras comercializadas e exportadas no Brasil (Lorenzi, 1992), sendo usada em reflorestamentos para recuperação de áreas degradadas (Cruz et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da matriz na qualidade das mudas de *Handroanthus serratifolius* produzidas em viveiro florestal.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi instalado no Viveiro de Produção de Mudas Florestais do Instituto de Biodiversidade e Florestas da Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém – PA, sob as coordenadas geográficas de 2° 26' 22" S, 54° 41' 55" W com 43 m de altitude.

De acordo com a classificação climatológica de Köppen, o clima da região apresenta clima tropical, apresentando uma precipitação média anual de 2150 mm.

A espécie utilizada foi o *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose, cujas sementes foram coletadas de matrizes selecionadas em diferentes localidades do município de Santarém. Após secagem de dois dias, as sementes foram beneficiadas no Laboratório de Sementes Florestais - LSF.

A semeadura foi realizada diretamente em sacos plásticos com capacidade de 1,5 kg, colocando-se em média três sementes por saco. Durante a realização do experimento, a irrigação foi realizada diariamente, de forma manual, mantendo sempre a capacidade de campo do substrato para todos os tratamentos.

Aos 30 dias foi efetuado o raleio,

eliminando-se as mudas excedentes em cada embalagem, deixando apenas uma, sendo esta a melhor e a mais central.

Os sacos plásticos ficaram acondicionados ao nível do solo devidamente identificados. O substrato utilizado foi uma mistura de 50% terra preta, 20% caroço de açaí, 20% casca de arroz torrefada e 10% de serragem, a mistura foi realizada no próprio local de instalação do experimento.

Os parâmetros morfológicos das mudas e suas relações aferidas nas avaliações dos resultados foram à altura (cm) da parte aérea - H, o Diâmetro (mm) do Coleto - DC, o Massa Seca Total - MST, o Massa Seca Aérea - MSA, o Massa Seca das Raízes - MSR, a Relação entre a altura da parte aérea e o Diâmetro do Coleto - RHDC, a Relação entre a altura da parte aérea e a Massa Seca Aérea - RHMSA, a relação entre a Massa Seca Aérea e a Massa Seca das Raízes - RMSAR e o Índice de Qualidade de Dickson - IQD.

A altura da parte aérea foi determinada a partir do nível do substrato até a ponta da última folha através de régua graduada em centímetros e o diâmetro do coleto foi mensurado ao nível do substrato, com o auxílio de um paquímetro digital, com acurácia de milímetro e ambos anotados os valores obtidos para as análises. As determinações da massa seca aérea e da massa seca das raízes foram efetuadas a partir da separação da parte aérea e radicular da planta, com posterior secagem dos materiais em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, sendo a pesagem realizada com o auxílio de balança analítica, com acurácia em miligramas. A massa seca total foi obtida com a soma das massas citadas. As relações entre as características medidas foram determinadas pela simples divisão entre elas.

O Índice de Qualidade de Dickson foi determinado em função da altura da parte aérea - H, do Diâmetro do Coleto - DC, da Massa Seca Aérea - MSA, da Massa Seca das Raízes - MSR e da Massa Seca Total - MST, por meio da fórmula (Dickson et al., 1960).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, disposto com 6 diferentes matrizes (tratamentos) e quatro repetições, sendo a parcela composta por 10 mudas, sendo avaliados

aos 360 dias após a emergência – DAS.

As análises estatísticas foram efetuadas para determinar as contribuições relativas dos parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade das mudas, através da análise de variância e correlação de Pearson, sendo utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variâncias dos dados da altura, do diâmetro do coleto, da relação altura/diâmetro do coleto, massa seca aérea, massa seca das raízes, massa seca total, da relação altura/massa seca aérea, da relação massa seca aérea/massa seca das raízes e do índice de qualidade de Dickson de mudas de *Handroanthus serratifolius* avaliado aos 360 dias após a semeadura são apresentados na Tabela 1.

As diferentes matrizes (tratamentos) promoveram crescimentos estatisticamente diferentes, em que a análise de variância apontou diferença significativa, a 1% de probabilidade, aos 360 DAS, para quase todos os parâmetros analisados, exceto para o RHDC que apresentou efeitos significativos, a 5% de probabilidade.

Para a variável altura, observaram-se os maiores valores médios para o tratamento 3, 5 e 4 (55,71 cm, 54,21 cm e 50,67 cm, aos 360 dias). Esse fato não foi verificado para outros parâmetros estudados, onde podemos verificar que as matrizes desenvolveram de forma diferente, apresentando diferenças entre os demais parâmetros analisados.

Hartmann et al. (2011) mencionam que a altura da parte aérea e o diâmetro do colo como parâmetros morfológicos diretamente relacionados com a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas em campo, sendo indicadores para superar as condições adversas encontradas em campo após o plantio.

O tratamento 3 foi o que apresentou maior valor para as características da massa seca, não diferindo estatisticamente dos tratamentos 4, 1, e 6. As matrizes com maiores valores de massa seca podem estar relacionadas com a descendência de maior capacidade de desenvolvimento em viveiro, estando de acordo com Silva (2003), quando avaliando o acúmulo de massa na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a diferentes tipos de manejo hídrico.

Tabela 1. Teste de médias para as variáveis altura - H, em cm, Diâmetro do Colo - DC, em mm; Massa Seca Aérea - MSA, em g; Massa Seca das Raízes - MSR), em g; Massa Seca Total - MST, em g; Relação entre a altura da parte aérea e o Diâmetro Do Coleto - RHDC, Relação entre a altura da parte aérea e a Massa Seca Aérea - RHMSA, Relação entre a Massa Seca Aérea e a Massa Seca das Raízes - RMSAR e Índice de Qualidade de Dickson - IQD nos seis tratamentos testados, em mudas de *Handroanthus serratifolius*.

Table 1. Mean weight test for the variables Height - H, in cm; lap diameter (mm), in mm, aerial dry mass - MSA, g; root dry mass - MST, in g; relationship between shoot height and collection diameter - RHDC, the relation between aerial shoot height and aerial dry mass - RHMSA, aerial dry mass and dry mass ratio of roots - RMSAR and Dickson quality index - IQD in the six treatments tested in *Handroanthus serratifolius* seedlings.

Parâmetros morfológicos									
Tratamentos	H	DC	RHDC	MSA	MSR	MST	RHMSA	RMSAR	IQD
Matriz 1	47,36 c	7,36 c	6,43 ab	15,98 a	13,69 c	29,33 ab	2,96 c	1,17 bc	5,75 a
Matriz 2	47,79 c	7,77 c	6,15 ab	6,64 c	4,59 d	11,03 c	7,20 a	1,45 a	3,29 b
Matriz 3	55,71 a	9,00 ab	6,19 ab	17,50 a	18,88 a	38,71 a	3,18 c	0,93 cd	7,15 a
Matriz 4	50,67 abc	7,69 c	6,58 ab	16,76 a	16,78 ab	31,54 ab	3,02 c	1,00 bcd	5,77 a
Matriz 5	54,21 ab	9,25 a	5,86 b	11,69 b	14,44 bc	24,13 bc	4,64 b	0,81 d	4,94 ab
Matriz 6	48,14 bc	8,08 bc	5,96 ab	16,91 a	13,59 c	25,83 ab	2,85 c	1,24 ab	5,60 a
Média	50,65	8,19	6,2	14,25	13,66	26,76	3,98	1,1	5,42
CV%	5,61	5,31	5,03	6,76	8,42	23,94	16,08	10,47	18,87
QMt	50,90**	2,31**	0,29*	73,08**	95,84**	341,90**	12,29**	0,23**	6,43**

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ), \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 = p < .05$ ), ns não significativo ( $p \geq .05$ ), CV% - coeficiente de variação, QMt - quadrado médio do tratamento.

O índice de qualidade de Dickson diz respeito à qualidade das mudas, como apresentado na Tabela 1. As mudas do tratamento 3 mostraram-se em média superiores com 7,15, mas estatisticamente semelhantes aos tratamentos 4, 1, 6 e 5.

Os valores apresentados pelos tratamentos estão de acordo com os encontrados por Cruz et al. (2004), que obteve valores que vão de 7,25 a 6,21, semelhantes aos resultados encontrados, mostrando que independentemente do tratamento ao qual pertencem, apresentam condições de serem implantados em campo.

O IQD é apontado como uma medida morfológica de boa indicação da qualidade de mudas, por considerar em seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados parâmetros importantes (Simões et al., 2012; Silva et al., 2012; Delgado et al., 2017).

A partir da análise de correlação de Pearson apresentada na Tabela 2, pode-se observar que todos os coeficientes das variáveis estudadas nos diferentes tratamentos testados apresentaram-se como significativos. Para alguns desses coeficientes, já eram esperados os resultados, como, por exemplo, as relações entre altura e diâmetro, e as relações entre as massas secas com o IQD.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis altura - H, em cm; Diâmetro do Colo - DC, em mm; Massa Seca Aérea - MSA, em g; Massa Seca das Raízes - MSR, em Massa Seca Total - MST, em g; Relação entre a altura da parte aérea e o Diâmetro do Coleto - RHDC, Relação entre a altura da parte aérea e a Massa Seca Aérea - RHMSA; Relação entre a Massa Seca Aérea e a Massa Seca das Raízes - RMAR e Índice de Qualidade de Dickson - IQD em mudas de *Handroanthus serratifolius*.

Table 2. Pearson correlation coefficient between the variables Height - H, in cm; neck diameter (mm), dry mass of the aerial mass - MSA, g; root dry mass - MST, in g; relation between shoot height and shoot diameter - RHDC, the relationship between shoot height and shoot dry mass - RHMSA, the relationship between aerial dry mass and dry mass of the roots - RMAR and Dickson quality index - IQD in *Handroanthus serratifolius* seedlings.

	H	DC	MSA	MSR	MST	RHDC	RHMSA	RMAR
DC	0,89 *							
MSA	0,22 ns	0,01 ns						
MSR	0,63 ns	0,39 ns	0,88 *					
MST	0,55 ns	0,26 ns	0,91 *	0,96 **				
RHDC	-0,26 ns	-0,67 ns	0,33 ns	0,20 ns	0,33 ns			
RHMSA	-0,16 ns	0,02 ns	-0,98 **	-0,85 *	-0,86 *	-0,30 ns		
RMAR	-0,84 *	-0,69 ns	-0,45 ns	-0,81 ns	-0,67 ns	0,07 ns	0,47 ns	
IQD	0,51 ns	0,27 ns	0,92 **	0,94 **	0,99 **	0,24 ns	-0,87 *	-0,60 ns

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ), \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ), ns não significativo ( $p \geq .05$ ).

A variável altura apresentou alta correlação com o diâmetro do colo (Tabela 2), sendo significativo a 5% de significância, apresentando um bom indicador da qualidade de mudas. De acordo com Azevedo (2003), a altura de planta é a característica que influencia no acúmulo comparado com o diâmetro, sendo que essa característica pode variar de acordo com o substrato ou até mesmo com o recipiente utilizado para a produção de mudas de espécies florestais.

É importante ressaltar ainda que a avaliação da altura da parte aérea é de fácil medição, portanto, sempre foi utilizada com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros (Gomes, 2001), sendo considerada também como um dos mais importantes parâmetros para estimar o crescimento, além do que sua medição não acarreta a destruição das mudas, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho das mudas, tornando a análise viável (Silva et al., 2009).

Pela análise de correlação de Pearson, a massa seca total mostrou-se altamente relacionada com índice de qualidade de Dickson, a massa seca das raízes e a massa seca aérea (Tabela 2). Fonseca

(2000), estudando a qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, afirmou que o índice de qualidade de Dickson é altamente correlacionado com todos os parâmetros morfológicos da planta. Obviamente, as relações entre o índice de qualidade de Dickson e as massas já eram esperadas, devido a estas serem utilizadas na fórmula de cálculo.

O acúmulo de massa nas plantas está relacionado com a capacidade fotossintética e consequentemente acúmulo de carbono na sua estrutura (Santos et al., 2009). Conforme os resultados da análise de variância, as características relacionadas à massa seca, apresentaram diferenças significativas quando correlacionadas com os parâmetros IQD e RHPMSPA, sendo esse último apresentando correlação negativa.

Deve ser dada importância ao sistema radicular de mudas, em relação ao estudo dos seus parâmetros morfológicos, assegurando melhor desempenho no campo. Assim, as raízes estão intimamente associadas às atividades de natureza fisiológica das mudas, onde a massa seca das raízes é reconhecida como um dos melhores e mais importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas em campo (Carneiro, 1995).

Um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas pode ser a relação da massa seca aérea/massa seca das raízes (Silva et al., 2012), sendo positivamente verificada essa relação na Tabela 2, quando analisado o coeficiente de correlação de Pearson da massa seca de caule e da massa seca de folhas com a fitomassa seca de raiz.

A produção de matéria seca tem sido considerada um dos melhores parâmetros para caracterizar a qualidade de mudas, apresentando, porém, o inconveniente de não ser viável a sua determinação em muitos viveiros, principalmente por envolver a destruição completa da muda e a utilização de estufas.

Aos 360 dias as mudas estavam com crescimento adequado para o plantio, rústicas e com crescimento radicular que permita uma boa agregação das raízes com o substrato, formando um torrão bem consistente.

#### 4 CONCLUSÕES

A matriz não influencia nos atributos de qualidade de mudas, as diferenças encontradas estão relacionadas à variabilidade genética.

O diâmetro do colo deve ser considerado como parâmetro indicativo na qualidade de mudas de *Handroanthus serratifolius*, com boa contribuição, além de sua medição ser fácil e um método não destrutivo.

As mudas de ipê-amarelo apresentaram contribuições diferentes para os parâmetros morfológicos entre as matrizes, apresentando ganhos em crescimento e qualidade.

O IQD apresentou valores desejáveis para determinar a qualidade de mudas de ipê amarelo e altamente correlacionado com as diferentes massas secas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M.I.R. **Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes.** 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BERNADINO, D.C.S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.

BOENE, H.C.A.M. et al. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 407 - 420, jul. / set. 2013.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba, PR: UFPR/FUPEF, 1995. v.10, 451 p.

COSTA, R.B. et al. Desenvolvimento inicial de progênies de ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha* Standl.) no município de Campo Grande, MS, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 159-165, 2002.

CRUZ, C.A.F. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 100-107, 2004.

SANTACRUZ, A.M. et al. Establecimiento y desarrollo de plántulas de *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae) en una selva subcaducifolia manejada de la costa Pacífica de México. **Revista de Biología Tropical**, v.54, n.4, p.1215-1225, 2006.

DELGADO, L.G.M.; SILVA, R.B.G.; SILVA, M.R. Qualidade morfológica de mudas de ingá sob diferentes manejos hídricos. **Revista Irriga**, v. 22, n. 3, p. 420-429, 2017.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

ELOY, E. et al. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Revista Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373 - 384, jul. / set. 2013.

FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, *Cedrela fissilis* Vell. E *Aspidosperma polyneuron* Mull.Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** 2000. 113 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GOMES, J.M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655 - 664, 2002.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros Florestais – propagação sexuada**. 3. Ed. UFV, 2004. 116 p.

HARTMANN, H.T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

LEÃO, NVM. et al. Biometria e diversidade de temperaturas e substratos para a viabilidade de sementes de ipê amarelo. **Informativo ABRATES**, vol. 25, n. 1, 2005.

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

PEREIRA, F.J.; POLO, M. Growth and ion accumulation in seedlings of *Handroanthus serratifolius* (VAHL.) cultivated in saline solution. **Scientia Florestalis**. v. 39, n. 92, p. 441- 446, 2011.

SANTOS, F.S. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Florestalis**, v.37, n.82, p.163-173, 2009.

SILVA, D.G.S. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Revista Cerne**, v. 17 n. 1, p. 1-7, 2011.

SILVA, E.A. et al. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 925-929, set. 2009.

SILVA, E.A. et al. **Efeito do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. 2003. 110 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) –Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu SP.

SILVA, R.B.G.; SIMÕES, D.; SILVA, M.R da. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297 - 302, 2012.

SIMÕES, D.; SILVA, R.B.G.; SILVA, M.R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *eucalyptus grandis hillexmaiden* × *eucalyptus urophylla* s. t. blake. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 91-100, jan.- mar., 2012.

SOUZA, V.C. et al. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p. 98-108, 2005.

WENDLING, I.; DUTRA, L.F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 55p.



## UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CLASLITE NO CONTROLE DO DESMATAMENTO <sup>1</sup>

### USE OF CLASLITE SOFTWARE TO CONTROL DEFORESTATION <sup>1</sup>

Débora Luana PASA<sup>2</sup>; José Américo de MELLO FILHO<sup>2</sup>; Federico MAGNANI<sup>3</sup>; Elena MEZZINI<sup>3</sup>;  
Maiara TALGATTI<sup>2,4</sup>

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi quantificar a porcentagem de área de vegetação nativa, desmatamento e distúrbios em municípios da província de Bologna - Itália, por meio do uso de imagens de satélite Landsat e pelo método de mapeamento do *software* CLASlite, que tem como principal ferramenta a fragmentação dos pixels e o uso de uma biblioteca espectral que contempla a variabilidade de Vegetação Fotossintética - VF, Vegetação Não Fotossintética - VNF e Substrato descoberto - S. Foi verificado que a região estudada possui 46.075,47 ha de florestas nativas em 2010, sendo o município de Granaglione o que possui a maior área de florestas nativas e a menor porcentagem de desmatamento. O CLASlite mapeou as áreas desflorestadas entre os anos de 2012 e 2013, dividindo-as em distúrbios (286,17 ha) e desmatamentos (669,06 ha), que foram comparados aos dados disponibilizados pela Polizia Forestale de Bologna, que declararam a supressão de 1.454,25 ha, subestimando a classificação realizada pelo CLASlite. A variação na quantificação das áreas dar-se-á inicialmente pelos diferentes métodos e datas de aquisição das informações e presença de nuvens e sombras na imagem. Além disso, a baixa resolução espacial do Landsat traz uma maior variabilidade dentro de um mesmo pixel e mesmo realizando o fracionamento, podem ocorrer confusões entre as classes de uso do solo, visto que a biblioteca do algoritmo classificador possui amostras de florestas tropicais. Conclui-se que o uso do CLASlite, assim como os demais SIGs, são de grande importância e auxílio no mapeamento de áreas de vegetação nativa e desmatamento, porém, recomenda-se neste caso adequar os limiares de S, VF e VNF a fim de que se possa ajustar os *endmembers* também para florestas temperadas.

Palavras chave: Desmatamento; Análise ambiental; Sistema Geográfico de Informação.

**ABSTRACT**- The aimed of this study was to quantify the percentage of native vegetation area, deforestation and disturbances in municipalities of the province of Bologna - Italy, through the Landsat satellite imagery and by the method of mapping the CLASlite software, which has as its main tool the fragmentation of the pixels and the use of a spectral library which contemplates the variability of Photosynthetic Vegetation - VF, Non-Photosynthetic Vegetation - VNF and uncovered Substrate - S. It was verified that the studied region has 46,075.47 ha of native forests in 2010, with the municipality of Granaglione having the largest area of native forests and the lowest percentage of deforestation. CLASlite has mapped the deforested areas between the years 2012 and 2013, dividing them into disturbances (286,17 ha) and deforestation (669.06 ha), which were compared to the data provided by Polizia Forestale of Bologna, which declared the suppression of 1,454.25, underestimating the classification performed by CLASlite. The variation in the quantification of the areas will initially be different methods and dates of information acquisition and presence of clouds and shadows in the image. In addition, the low spatial resolution of Landsat brings greater variability within a same pixel and even doing the fractionation, confusions may occur between classes of land use, since the classifier algorithm library has samples of tropical forests. It is concluded that the use of CLASlite, as well as other SIGs, are of great importance and help in mapping areas of native vegetation and deforestation, however, it is recommended to adjust the S, VF and VNF thresholds in order to which may be adjusted *endmembers* also for temperate forests.

Keywords: Deforestation; Environmental analysis; Geographic Information System.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 19.07.2018. Aceito para publicação em 29.11.2018.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária Bairro Camobi, CEP: 97105-900 Santa Maria – RS, Brasil.

<sup>3</sup> Università di Bologna, Via Fanin, nº46 - I40127 Bologna, CEP: 01131710376, Itália.

<sup>4</sup> Autor para correspondência: Maiara Talgatti - maiara.talgatti@hotmail.com



## 1 INTRODUÇÃO

A redução da vegetação nativa de maneira desproporcional e exagerada gera grande desequilíbrio em todo o ecossistema, fazendo com que a biodiversidade de flora e também de fauna desapareça junto com a vegetação. Mudanças na cobertura florestal podem afetar de forma drástica os ecossistemas, incluindo a riqueza da biodiversidade, regulação do clima, armazenamento de carbono e abastecimento de água. Ainda, a diminuição das áreas de florestas naturais em todo o mundo tem ocorrido devido principalmente a incêndios, derrubada e retirada da madeira para fins comerciais, utilização das terras para fins agropecuários, ou por fenômenos naturais.

Conforme Casagrande (2009), as questões socioeconômicas e ambientais que emergem do mundo globalizado, devido às altas taxas de explorações de bens naturais pela agricultura, pastagens e extrativismo vegetal, têm relevante importância no planejamento territorial e econômico de uma região. Dessa forma, conhecer as características do meio físico dos locais em estudo, faz com que o legislador, conhecendo a área, possa adotar medidas adequadas bem como acompanhar as modificações na paisagem natural.

Na tentativa de auxiliar o controle do desmatamento, a fim de evitar os impactos significativos da perda de florestas, utilizam-se técnicas de geoprocessamento, através de Sistema de Informações Geográficas - SIG e Sensoriamento Remoto.

O SIG pode ser considerado um sistema baseado em computador, que permite ao usuário coletar, manusear e analisar dados georreferenciados. Um SIG pode ser visto como uma combinação de hardware, software, dados, metodologias e recursos humanos, que operam de forma harmônica para produzir e analisar informação geográfica (Teixeira e Christofolletti, 1997). O uso de SIGs, para auxiliar na avaliação ambiental apresenta um enorme potencial, pois proporciona uma análise rápida, econômica e eficiente dos dados em períodos curtos de tempo, já que constantemente o ambiente sofre modificações (Poelking, 2007).

Para acompanhar o ritmo de desmatamento e quantificar essas áreas, desenvolveu-se um novo software, denominado CLASlite. Este utiliza a base de dados de florestas tropicais e visa apoiar e ampliar a capacidade dos governos, organizações não governamentais e instituições acadêmicas para que possam mapear e monitorar as florestas, utilizando imagens obtidas por satélites, gratuitamente.

Desta maneira, almejou-se com esta pesquisa verificar a eficácia do software CLASlite para delimitação das áreas desmatadas em florestas temperadas, na região Província de Bologna - Itália, especificamente nos 13 municípios pertencentes à *Comunità Montana degli Appennini Bolognese*, utilizando como base as imagens do satélite Landsat, e vinculando as imagens aos dados de corte de vegetação da região de estudo, bem como de outros mapas florestais.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Emilia-Romagna é uma das vinte regiões que compõem a Itália. O relevo é predominantemente irregular e montanhoso, com planícies. O clima é considerado mediterrâneo, com estações secas no verão e invernos instáveis e úmidos. As localidades em estudo situam-se ao Sul da província de Bologna e são denominadas: Camugnano, Castel d'Aiano, Castel di Casio, Castiglione dei Pepoli, Gaggio Montano, Granaglione, Grizzana Morandi, Lizzano in Belvedere, Marzabotto, Monzuno, Porretta Terme, San Benedetto Val di Sambro, Vergato (Figura 1).

Atualmente ocorre uma expansão da floresta temperada na Itália, principalmente devido ao abandono da vida no campo. A Itália possui 10 milhões de hectares de floresta e esse número cresce a cada ano (FAO, 2012), no entanto, o problema das florestas italianas, bem como todas as do velho continente, não é tanto de superfície, mas sim de acidez e da ação humana que acarretam a fragmentação do manto florestal, ocasionando grandes perdas da função protetiva da floresta, da biodiversidade e conseqüentemente da função econômica (Pompei, 2003).

### 2.2 AQUISIÇÃO DE DADOS

Os dados de corte de vegetação foram adquiridos em hectares, por meio do sistema de *Polizia Forestale* da Província de Bologna, que reúne todas as informações relacionadas ao corte de florestas na região, juntamente com um mapa florestal da província de Bologna disponibilizado por CISA (2010).

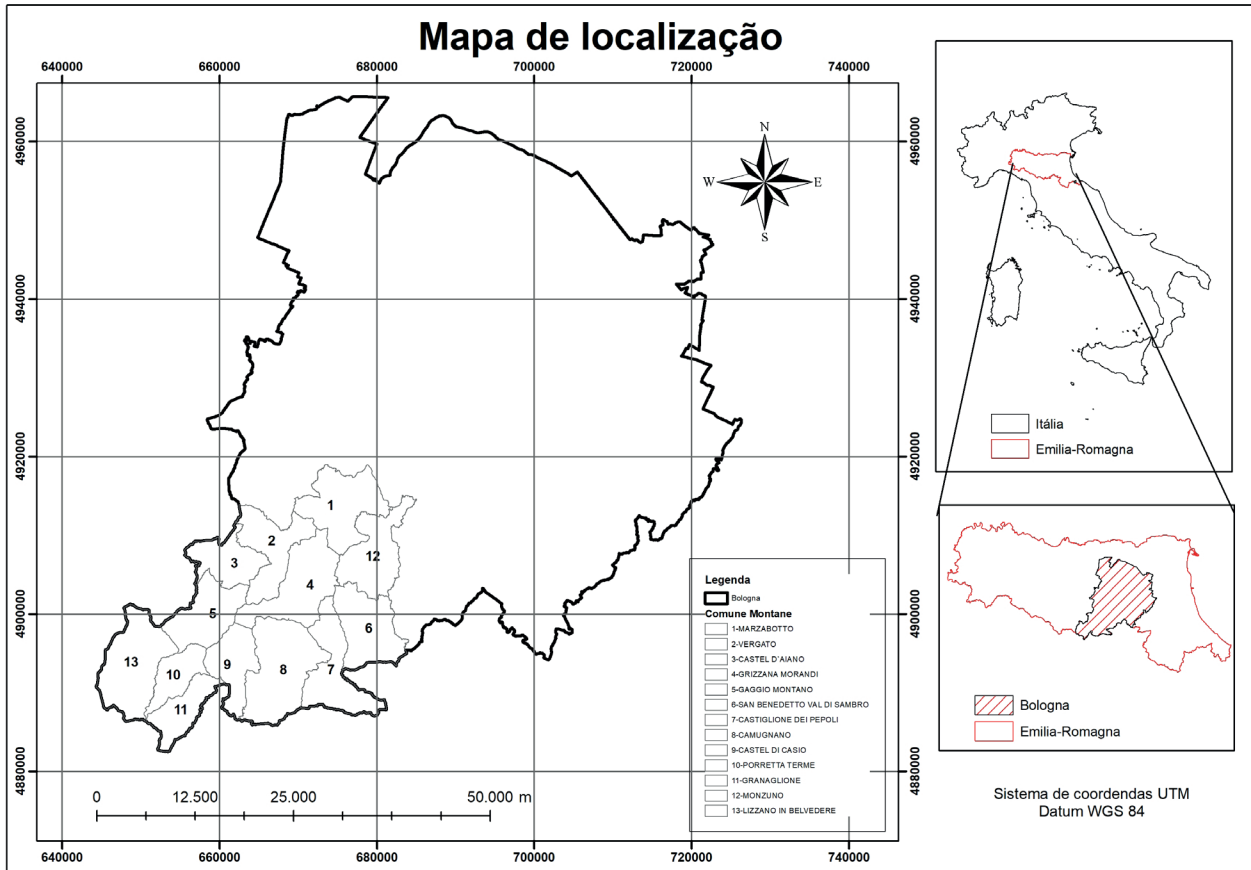


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Figure 1. Location map of the study area.

### 2.3 SOFTWARE CLALSITE

CLASlite (sigla em inglês para *Carnegie Landsat Analysis System*) é um programa que foi desenvolvido em 2007, por Gregory Asner e sua equipe do Instituto Carnegie. Seu objetivo principal é identificar o desmatamento, levando como base as florestas tropicais.

Para o mapeamento das áreas desmatadas foram seguidas algumas etapas (Figura 2), elencadas abaixo:

1ª etapa: Aquisição e preparação das imagens. Utilizaram-se duas imagens do satélite

Landsat 5/TM e Landsat 7/ETM dos anos de 2012 e 2013. As imagens foram adquiridas no site do Serviço de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos - USGS, (2017) e georreferenciadas ao Elipsóide WGS-84, projeção UTM e as bandas foram empilhadas em ordem decrescente. Em seguida fez-se a calibração radiométrica, em que se converteram os dados gravados em cada pixel, em unidades quantitativas de refletância. Na mesma operação fez-se também a correção atmosférica, minimizando a influência que os componentes atmosféricos podem ter no valor de refletância registrada para cada pixel. O resultado da calibração é uma imagem de refletância, que

fornece bandas espectrais calibradas de dados brutos da refletância da superfície aparente.

2ª etapa: Fracionamento dos pixels: A determinação da cobertura do solo deu-se a nível de subpixel em toda a imagem, transformando uma imagem de refletância em uma imagem fracionada de cobertura florestal, por meio do fracionamento dos pixels. Essa etapa inovadora do CLASlite torna-se fundamental, pois na maioria das vezes um único pixel inclui vários tipos de cobertura de solo, ou seja, o pixel é heterogêneo. Para superar esse obstáculo, *CLASlite* possui uma função chamada *AutoMCU*, que determina os diferentes tipos de cobertura do solo dentro de um único pixel (Asner et al., 2004).

O *AutoMCU*, ou Algoritmo de Monte Carlo (Asner, 1998; Asner e Heidebrecht, 2002; Asner et al., 2004), fornece uma análise quantitativa da cobertura fracional ou percentual (0 - 100%) de vegetação viva e morta, e do substrato descoberto dentro de cada pixel da imagem de satélite. A vegetação viva é tecnicamente referida como Vegetação Fotossintética - VF porque mantém propriedades espectrais únicas associadas aos pigmentos fotossintéticos foliares, ao teor de água do dossel e à quantidade de folhagem no dossel. A fração de vegetação morta ou senescente é denominada Vegetação Não Fotossintética - VNF, com características espectrais associadas a compostos de carbono secos em folhas mortas e madeira exposta. Finalmente, a Superfície descoberta é frequentemente dominada pelo solo mineral exposto, mas também pode ser constituída por rochas e infraestrutura humana (por exemplo, tijolos).

Assim, o *CLASlite* faz uso de “*endmember*”, que são coleções de amostras com toda a variabilidade de cada uma das classes de Vegetação Fotossintética, Vegetação Não Fotossintética e Superfície descoberta. A biblioteca de “*endmember*” é composta de espectros de referência escolhidos como representantes puros de um dado material de superfície, que abrangem a variabilidade espectral dentro desse material de superfície. Essas bibliotecas são derivadas de bancos de dados de campo de florestas tropicais e de imagens de satélite, fornecendo as assinaturas de reflectância espectral para cada tipologia analisada.

A biblioteca de Superfície descoberta - S incorpora uma gama diversificada de tipos de solo

mineral, níveis de matéria orgânica superficial e condições de umidade. A biblioteca de espectros de VNF (Vegetação Não Fotossintética) inclui a serapilheira, vegetação em senescência, resíduos de desmatamento e outros constituintes de carbono seco coletados de uma ampla gama de espécies em diferentes estados de decomposição. A biblioteca da Vegetação Fotossintética - VF contempla os dados espectrais do dossel das florestas, coletados usando o sensor Hyperion de Observação da Terra (EO-1) (Ungar et al., 2003), que é o único espectrômetro de imagens lançado pela NASA para aplicações ambientais. Os dados foram coletados em muitos locais de controle de florestas tropicais na América Latina, principalmente no Brasil entre 1999- 2012, fornecendo milhões de observações espectrais feitas em resolução de 30 m (Asner et al., 2005).

Dessa forma, com a biblioteca de “*endmember*” o *AutoMCU* trabalha como uma abordagem probabilística baseada na física do dossel (Asner, 1998) que reduz cada pixel da imagem nas três frações de cobertura constituintes de VF, VNF e S.

3ª etapa: Classificação da cobertura florestal: Após a finalização de todo o processo, o software *CLASlite* classifica a imagem em: Floresta e Não floresta, considerando os seguintes parâmetros:

Floresta:  $VF \geq 80\%$  e  $S < 20\%$

Não floresta:  $VF < 80\%$  ou  $S \geq 20\%$

4ª etapa: Detecção das mudanças florestais: O *CLASlite* possui recurso totalmente automatizado para detectar a mudança de floresta entre uma série temporal de imagens tiradas da mesma área geográfica ao longo do tempo. A análise temporal é a abordagem mais precisa para a detecção de perda de floresta (desmatamento), ganho (regeneração) ou degradação (áreas de perturbação florestal persistente). Neste caso, utilizou-se como base a imagem do ano de 2012 e comparou-se as informações com a imagem do ano de 2013.

A análise do *CLASlite* gera duas imagens no final do processo: Uma imagem de distúrbio e outra de desmatamento. A classificação do pixel como desmatamento ou distúrbio é dada por meio de alguns critérios, como pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios para mapeamento de desmatamento e distúrbios.

Table 1. Criteria for mapping deforestation and disturbances.

Desmatamento	Distúrbio
$(PV1-PV2) \geq 25$	$((NPV2-NPV1) \geq 10) \text{ e } ((PV1-PV2) > 10))$
$((S1 \leq 5) \text{ e } ((S2-S1) \geq 15))$	$((S1 \leq 5) \text{ e } ((S2-S1) > 10) \text{ e } (S2 \leq 15))$
$((PV2 < 80) \text{ e } (NPV2-NPV1) > 20))$	

Conforme Asner et al. (2009) (Figura 2), para ser classificado como desmatamento, o pixel deve perder 25% ou mais de sua fração de Vegetação Fotossintética ou possuir inicialmente baixo teor de Superfície descoberta - S, aumentando de forma acentuada em um intervalo de tempo (dia, mês ou ano). Esse critério pode explicar o desmatamento florestal seguido de uma rebrota, ou a extração de algumas árvores no meio de uma floresta, pois um pixel com muito VF possui pouca

Superfície descoberta, sendo assim, conforme VF vai diminuindo, S aumenta. No entanto, se  $S=100$ , a Superfície descoberta pode ser considerada como solo exposto ou superfície lisa. Dessa forma, se S passar de 5 para 60, por exemplo, quer dizer que perdeu uma parte de sua cobertura vegetal, porém pode estar em processo de regeneração. O último critério que especifica um pixel como desmatamento é um grande aumento na Vegetação Não Fotossintética - VNF.

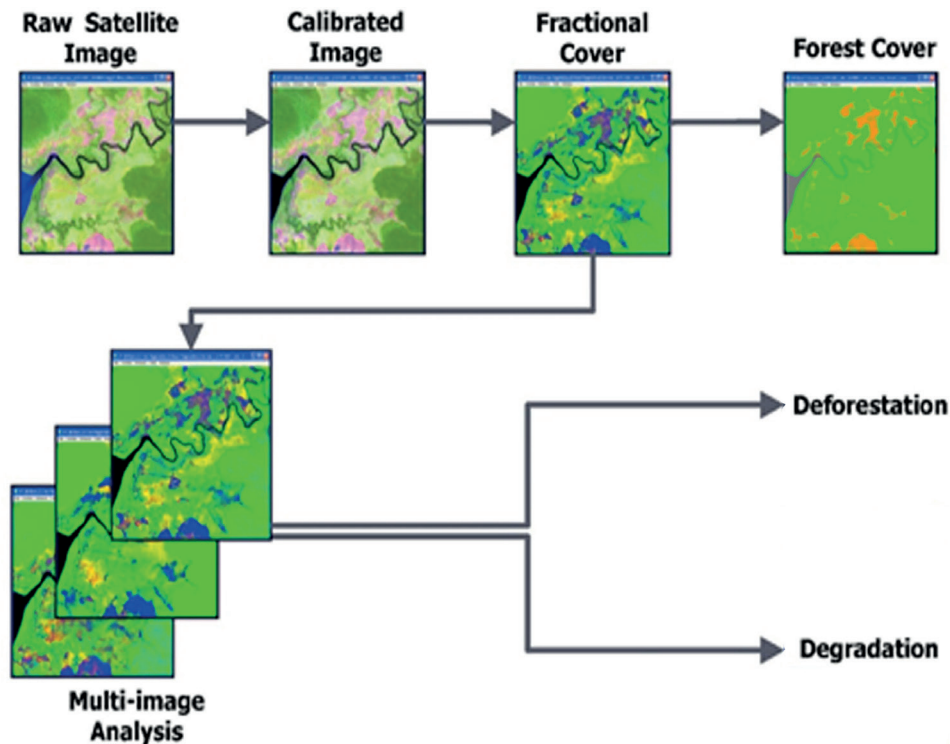


Figura 2. Resumo do funcionamento do sistema CLASlite.

Fonte: <http://CLASlite.carnegiescience.edu/en/about/software.html>, 2018.

Figure 2. Summary of CLASlite system operation.

Source: <http://CLASlite.carnegiescience.edu/en/about/software.html>, 2018.

## 2.4 ANÁLISES DOS DADOS DE DESMATAMENTO

Após a classificação da imagem pelo software CLASlite, foram gerados os mapas temáticos, calculando-se a área de desmatamento e de distúrbios.

Em seguida, de posse do mapa florestal de Bologna (CISA, 2010) foi possível quantificar a área de vegetação nativa e verificar quais regiões possuem os maiores percentuais de desmatamentos e distúrbios, levando em consideração os dados da classificação da imagem pelo software CLASlite e também os dados disponibilizados pelo sistema da *Polizia Forestale*, da Província de Bologna (Figura 3).

As informações de ambos os dados foram cruzadas, calculando-se a porcentagem de desmatamento, distúrbios e área de vegetação nativa para cada um dos municípios.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os graves processos de degradação e destruição das florestas são as principais causas da redução da superfície florestal na Itália e também nas florestas do mundo inteiro. A classificação e quantificação do desmatamento é fator importante para mensurar a devastação ambiental e realizar o planejamento ambiental, rural e urbano e a realização de medidas compensatórias para mitigar o impacto ambiental.

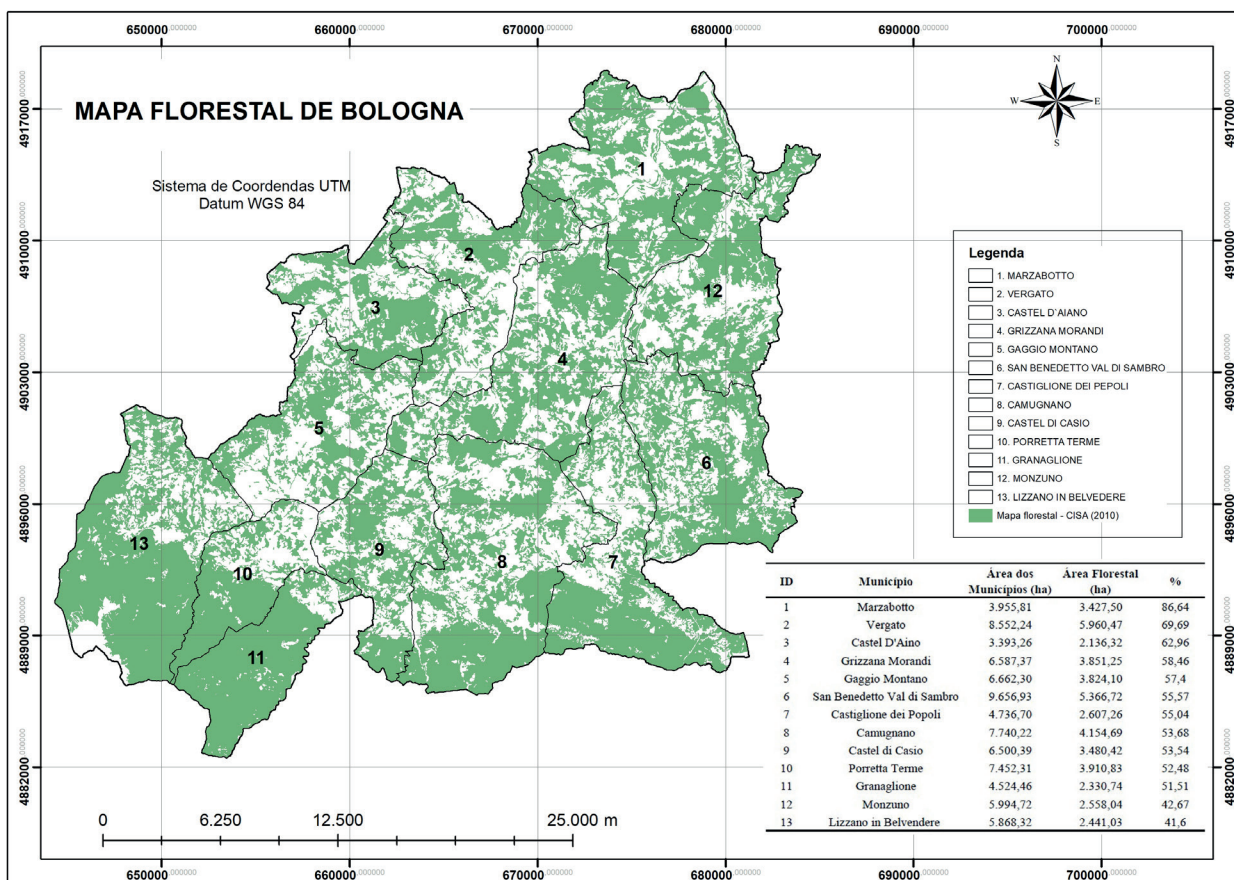


Figura 3. Mapa de quantificação florestal dos 13 municípios em estudo.

Figure 3. Forest quantification map of the 13 municipalities under study.

O mapa florestal de CISA (2010) demonstrou uma área total de 46.075,47 ha de florestas nativas em todo o território estudado. Conforme avaliação também realizada individualmente, foi possível quantificar a área florestal em cada um dos municípios em estudo. Na Figura 3 pode ser visualizada a área total de floresta nativa mapeada na região, bem como o percentual de área com floresta em cada um dos municípios estudados. Percebe-se que o município de Granaglione possui a maior porcentagem de área florestal de toda a região, com 86,64%.

De forma contrária, o município de Gaggio Montano possui a menor área florestal, com

41,60%. Pelas análises das imagens de satélite dos anos de 2012 e 2013, a área de floresta desmatada na região foi de 955,23 ha, divididos entre distúrbios (286,17 ha) e desmatamentos (669,06 ha). Asner et al. (2009), afirma que as áreas onde houve ocorrência recente de corte raso, extração ou outra perturbação florestal, são facilmente identificadas com os algoritmos de CLASlite. Tanto o desmatamento como o crescimento de floresta secundária podem também ser rastreados, além de ser possível diferenciar os temas desmatamento e perturbação florestal (Figura 4).

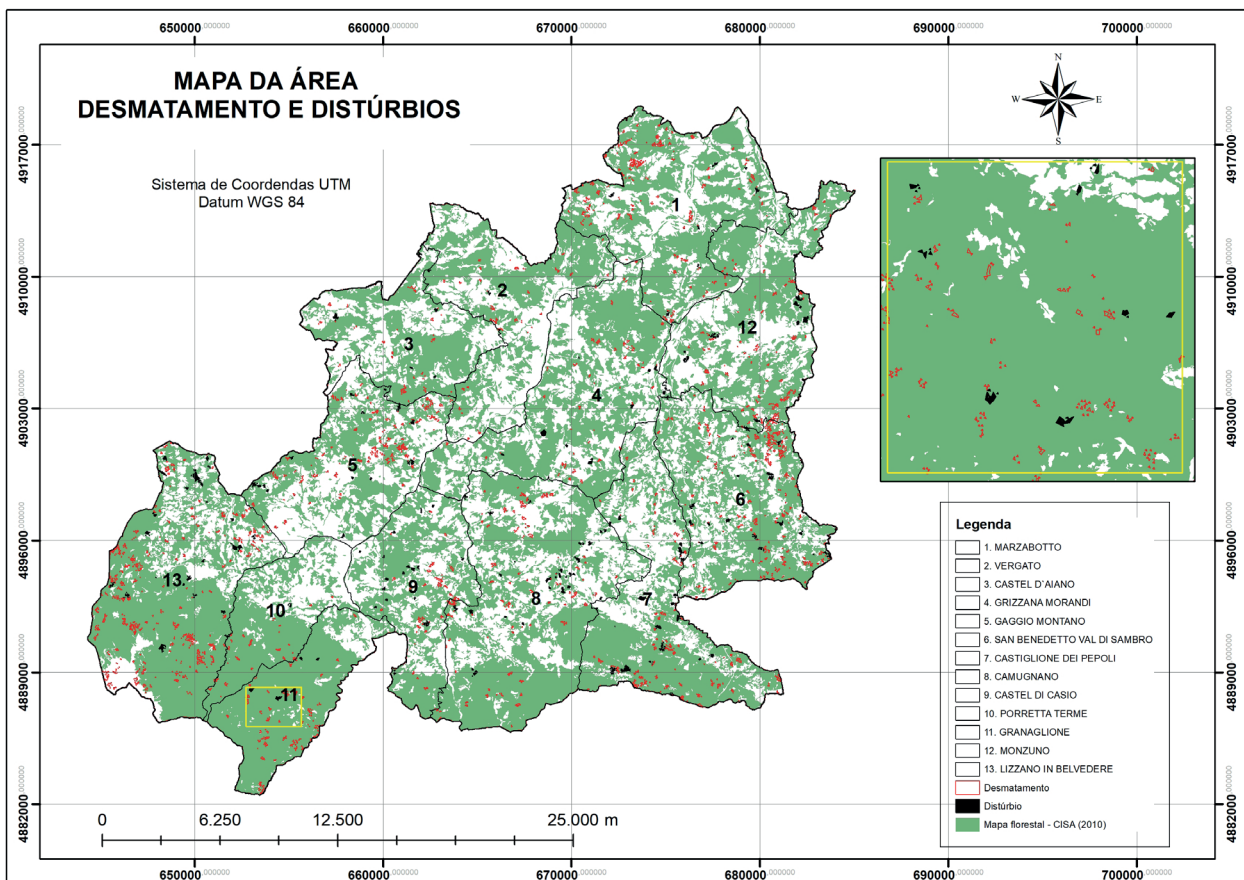


Figura 4. Mapa dos locais onde ocorreram desmatamentos e distúrbios na região.

Figure 4. Map of places where deforestation and disturbances occurred in the region.

Ao realizar-se o cálculo das áreas sem floresta para cada um dos municípios, foi possível identificar que a localidade que possui maior quantidade de área desflorestada foi o Município de Camugnano com 139,37 ha onde ocorreram distúrbios e desmatamentos. Já o município de Granaglione é o que possui a menor área desmatada, totalizando apenas 9,84 ha, e a maior área com floresta nativa, com 3.427,5 ha (86,64%

do território). Esse fato é claramente explicado devido à geografia, visto que o local é um dos mais montanhosos da região analisada, possuindo menores áreas disponíveis para agricultura e para as demais atividades não florestais.

Os valores de área desmatada e de distúrbios, em hectare, das demais regiões podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Total de desmatamentos e distúrbios classificados por CLASlite nos 13 municípios.

Table 2. Total deforestation and disturbances classified by CLASlite in the 13 municipalities.

Municípios (ha)	Área desmatada (ha)	Área com distúrbios (ha)	Soma (ha)
Camugnano	105,87	33,5	139,37
Monzuno	97,18	22,42	119,6
Castel di Casio	70,32	33,5	103,82
Marzabotto	82,95	26,93	109,88
Grizzana Morandi	72,64	55,32	127,96
Castiglione dei Pepoli	33,7	40,7	74,4
San Benedetto Val di Sambro	69,84	26,035	95,87
Vergato	36,94	10,88	47,82
Lizzano in Belvedere	36,7	15,67	52,37
Gaggio Montano	24,68	9,07	33,75
Porretta Terme	22,47	5,07	27,54
Castel d'Aiano	9,27	3,9	13,17
Granaglione	7,1	2,74	9,84
Total	669,66	285,73	955,39

Para confrontar os dados da classificação das imagens de satélite, foram obtidos os dados de corte de vegetação, declarados no sistema da *Polizia Forestale*, da Província de Bologna. Na tabela 3 podem ser visualizadas as porcentagens de áreas mapeadas por CLASlite em relação à área desmatada que foi declarada.

Percebe-se que toda a área desmatada classificada pelo software CLASlite, foi menor do que a área declarada de desflorestamento. Apenas as regiões de Porretta Terme e Lizzano in Belvedere obtiveram valores acima de 80% de áreas igualmente mapeadas, em relação ao desmatamento declarado

no banco de dados da *Polizia Forestale* e da área identificada pelas análises do software CLASlite.

Dessa forma, verificou-se uma diferença de 498,86 ha de área desmatada que foi subestimada, ou seja, 34,30% a menos na análise feita por CLASlite. Porém, essa diferença representa apenas 0,61 % da área total de estudo e 1,08 % do total de vegetação nativa encontrada. Estudo similar com CLASlite foi realizado no Brasil (Asner et al., 2009), onde foi analisado 480 imagens feitas de 1999 a 2002 dos Estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia, Roraima e Acre.

Tabela 3. Relação entre dados da Polizia Forestale e os dados classificados por CLASlite.

Tabela 3. Relação entre dados da Polizia Forestale e os dados classificados por CLASlite.

Municípios	Desmatamento declarado	Desmatamento classificado	Área desmatada em relação à área declarada (%)	Déficit de área mapeada (ha)	Déficit de área mapeada %
Camugnano	207,71	139,37	67,1	68,34	32,9
Monzuno	186,73	119,6	64,05	67,13	35,95
Castel di Casio	181,47	103,82	57,21	77,65	42,79
Marzabotto	175,46	109,88	62,62	65,58	37,38
Grizzana Morandi	163,16	127,96	78,42	35,2	21,57
Castiglione dei Pepoli	151,48	74,4	49,11	77,08	50,88
San Benedetto Val di Sambro	125,33	95,87	76,49	29,46	23,5
Vergato	76,77	47,82	62,29	28,95	37,71
Lizzano in Belvedere	61,81	52,37	84,72	9,44	15,27
Gaggio Montano	47,79	33,75	70,62	14,04	29,38
Porretta Terme	31,45	27,54	87,56	3,91	12,43
Castel d'Aiano	29,42	13,17	44,76	16,25	55,23
Granaglione	15,64	9,84	62,91	5,8	37,08
Total	1454,25	955,39	----		

Nesses estudos iniciais, o CLASlite foi usado para mapear a extração seletiva de árvores, com uma estimativa de erro, entre 11 e 14%.

O Município de Castel d'Aino, possui a maior diferença entre os dados, 55,23% de área desmatada não mapeada. A região de Porretta Terme obteve a menor diferença (12,43%), evidenciando uma melhor classificação nesse local.

Em estudos realizados por Bryan et al., (2013), em Bornéo, ilha pertencente à Indonésia e à Malásia, pode-se perceber grandes diferenças entre as florestas devastadas nas localidades de Sarawak, Sabah e Brunei. Essas áreas são caracterizadas pela grande perda florestal, devido à exploração madeireira e ao extrativismo do óleo da palmeira. Anteriormente às análises realizadas com CLASlite, não se tinha dados coerentes sobre as mudanças ocorridas na paisagem, devido às más medições realizadas em campo ou por imagens de satélite com grande porcentagem de cobertura de nuvens e sem as devidas correções.

O uso de sensoriamento remoto é uma ferramenta importante para comparar dados de campo com os dados obtidos de forma indireta. No entanto, muitos são os obstáculos que podem interferir no momento da classificação florestal por imagens de satélite. O desmatamento mapeado com imagens Landsat no software CLASlite mostrou uma subestimação de 498,86 ha de área. Esse fato pode ser explicado devido às imagens apresentarem nuvens e sombras, consequência do relevo montanhoso da região. Além disso, outras perturbações atmosféricas podem ser responsáveis por esse resultado. Os principais causadores desse problema são os aerossóis atmosféricos, vapor d'água e outros gases, como oxigênio e ozônio. Além disso, os dados de supressão de vegetação, considerados no período de 2012/2013, não estabelecem uma data determinada, dessa forma, o dia e o mês das imagens podem contribuir com a diferença verificada.

A baixa resolução espacial das imagens Landsat (30 x 30 metros), também pode interferir no



momento do mapeamento, visto que quanto maior o pixel, maior será a variabilidade interna. Dessa forma, o algoritmo AutoMCU utilizado com auxílio de *endmember*, pode confundir-se mais facilmente, mesmo com a fragmentação, visto que a biblioteca espectral leva em consideração amostras de florestas tropicais. Esse algoritmo procura automaticamente pixels contendo o máximo de informações referentes a um elemento na paisagem, tais como água, solo, vegetação ou sombra. Isso serve de guia para a localização dos pixels referenciais usados na análise de mistura espectral (Asner et al., 2003).

A fragmentação dos pixels no CLASlite é realizada de forma automatizada pelo AutoMCU com uma abordagem probabilística baseada na física do dossel (Asner, 1998) para desfragmentar cada pixel da imagem nas três frações de cobertura componentes, VF, VNF e S. Ao contrário dos demais tipos de classificadores, não há fragmentação do pixel e este é classificado de forma integral, considerando apenas a informação espectral de cada pixel como um todo para encontrar regiões homogêneas (Classificadores pixel a pixel), como por exemplo o Classificador MAXVEL, ou utilizam, além de informação espectral de cada pixel, a informação espacial que envolve a relação com seus vizinhos (Classificadores por regiões) como o Classificador Battacharya (Silva, 2015).

Deve-se também considerar que os “*endmembers*” de CLASlite são de florestas tropicais. O limiar de S, VF e VNF, conforme Asner et al. (2009), podem ser usados em todos os tipos de florestas, mas em alguns casos deve ser ajustado. Conforme estudos realizados através da biblioteca *endmember*, descobriu-se que um pixel com floresta possui uma porcentagem  $\geq$  de 80% de cobertura florestal em florestas tropicais. Além disso, VF deve possuir uma porcentagem menor de 20% da classe de substrato. Fatores como esse, em florestas temperadas e com menor densidade de copa, afetam diretamente a interpretação dos dados.

#### 4 CONCLUSÃO

Verificou-se que as regiões estudadas nesse trabalho possuem uma ampla cobertura florestal. Em média 57,02% do total do território de cada município é ocupado por floresta nativa.

A classificação efetuada por CLASlite revelou 955,23 ha de área desmatada e segundo o

banco de dados da *Polizia Forestale* local, entre 2012 e 2013 foram desmatados 1.454,25 ha de florestas. A diferença na quantificação das áreas ocorreu pelos diferentes métodos de aquisição de dados, baixa resolução espacial da imagem, interferência atmosférica, presença de nuvens e sombras na imagem, visto que não foi possível adquirir uma imagem com todos os parâmetros adequados para a data das análises.

O ajuste dos limiares de Vegetação Fotossintética - VF, Vegetação Não Fotossintética - VNF e Superfície descoberta - S devem ser feitos considerando as características da área estudada, para garantir maior precisão aos dados. Para tanto, devem ser inseridas amostras da variabilidade espectral das florestas temperadas, que sejam capazes de aumentar a variabilidade de “*endmembers*” da biblioteca.

A ferramenta testada nesse estudo, CLASlite, viabiliza e incrementa os demais métodos de mapeamento de desmatamento e são fundamentais no planejamento territorial de um país, como a Itália, que não possui condições climáticas favoráveis ao plantio de florestas para exploração, devendo manejar suas florestas nativas para suprir toda demanda de madeira e seus derivados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASNER, G. P. Biophysical and biochemical sources of variability in canopy reflectance. **Remote sensing of Environment**, v. 64, n. 3, p. 234-253, 1998.

ASNER, G.P.; HEIDEBRECHT, K.B. Spectral unmixing of vegetation, soil and dry carbon cover in arid regions: comparing multispectral and hyperspectral observations. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n.19, p. 3939-3958, 2002.

ASNER, G.P.K.; BALAJI, A.; e PAEZ-ACOSTA, G. Mapeamento automatizado do desmatamento tropical e a degradação das florestas: CLASlite. **Journal of Applied Remote Sensing**, v. 3, p. 1-24, 2009.

ASNER, G.P.; BUSTAMANTE, M.M.C.; TOWNS END, A.R. Scale dependence of biophysical structure in deforested lands bordering the Tapajós National Forest, Central Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v. 87, p.507-520, 2003.

ASNER, G.P.; CARLSON, K.M.; MARTIN, R. E. Substrate age and precipitation effects on Hawaiian forest canopies from spaceborne imaging spectroscopy. **Remote Sensing of Environment**, v. 98 p. 457-467, 2005.

ASNER, G.P.; KELLER, M.; SILVA, J.N. MSpatial and temporal dynamics of forest canopy gaps following selective logging in the eastern Amazon. **Global Change Biology**, v.10, n.5, p. 765-783, 2004.

BRYAN J.E; SHERMAN, P. L.; ASNER, G.P; KNAPP, D. E.; AORO, G.; LOKES, B. Extreme Differences in Forest Degradation in Borneo: Comparing Practices in Sarawak, Sabah, and Brunei. **PLoS ONE**, v.8, n.7, 2013.

CASAGRANDE, B. **Caracterização do meio físico e avaliação do desmatamento no município de Cacoal – RO de 1987-2007, utilizando técnicas de geoprocessamento**. 2009. 119 f. Dissertação e Mestrado (Mestrado em Geografia e gestão do território) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia– MG.

CISA - Centro Innovazione Sostenibilità Ambientale (2010). **RAPPORTO sulle emissioni comunali e sugli stock forestali di CO2 dei Municipios dell'Appennino bolognese**. Porretta Terme, Bologna. Disponível em: <<http://www.centrocisa.it/materiale/pubblicazioni/RapportoCO2.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2015.

FAO - Food and Agricultural Organization of the United Nations, Global Forest Land-Use Change 1990-2005, **FAO Forestry Paper No. 169** (Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, 2012). Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/fra/en/>> Acesso em: 05 fev. 2015.

POMPEI, E. **Espansione delle foreste italiane negli ultimi 50 anni: il caso della Regione Abruzzo**. 2003. Tese (Dottorato di Ricerca in Ecologia Florestale) - Università degli Studi della Toscana, Viterbo.

POELKING, E.L. **Aptidão, evolução e conflitos de uso das terras no município de Itaara, RS**. 2007, 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria.

SERVIÇO DE PESQUISA GEOLÓGICA DOS ESTADOS UNIDOS - USGS. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

SILVA, V.M. **Classificação de imagens por sensoriamento remoto: Análise comparativa das metodologias Pixel a Pixel e Segmentação por Região**. 2014. 41 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte.

TEIXEIRA, A.L.ttA; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistema de Informação Geográfica - Dicionário Ilustrado**. Ed. Hucitec, 1997. 244 p.

UNGAR, S.G.; et al. Overview of the Earth Observing One (EO- 1) mission. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 41, n.6, p. 1149-1159, 2003.



**MORFOMÉTRIA DE FRUTOS E SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE  
*Sorocea guilleminiana* Gaudich. MORACEAE (NOTA CIENTÍFICA)<sup>1</sup>**

**MORPHOMETRY OF FRUITS AND SEEDS AND EMERGENCY OF SEEDLINGS OF  
*Sorocea guilleminiana* Gaudich. MORACEAE (SCIENTIFIC NOTE)**

**Ednéia Araújo dos SANTOS<sup>2,5</sup>; Romário de Mesquita PINHEIRO<sup>3</sup>; Evandro José Linhares FERREIRA<sup>4</sup>**

**RESUMO** – Devido à grande diversidade de plantas na Amazônia, os estudos para preservação e propagação de muitas espécies ainda são incipientes e por isso a sua caracterização pode corroborar na preservação e evitar processos de extinção. O objetivo desse trabalho foi avaliar as estimativas morfométricas dos racemos, frutos e sementes, e as características da emergência das plântulas de *Sorocea guilleminiana* Gaudich., uma espécie florestal nativa. Os frutos apresentaram peso, comprimento e diâmetro médios de 0,787 g, 10,62 mm e 9,78 mm, respectivamente. O peso, comprimento, largura e espessura média das sementes foram de 0,271 g, 8,19 mm, 7,62 mm e 5,69 mm. A maior correlação das características biométricas foi entre o peso e a polpa do fruto ( $r = 0,9185$ ). O percentual de água das sementes foi de 45,64%. A emergência iniciou 26 dias após a sementeira e se estendeu por mais 53 dias. A velocidade de germinação foi 0,03, o tempo médio de emergência foi de 34 dias e o percentual médio de emergência 27%. Os parâmetros biométricos apontaram que grandes racemos têm quantidades elevadas de frutos e, conseqüentemente, mais polpa. A semente representa menos da metade da massa do fruto. A emergência é lenta e irregular e apresentou baixo percentual de plântulas emergidas.

Palavras-chave: Amazônia; espécie nativa; propagação.

**ABSTRACT** – Due to the great plant diversity of in the Amazon, studies for the preservation and propagation of many species are still incipient. As a result, its characterization can help in the preservation and avoid extinction processes of them. The objective of this work was to evaluate the morphometric estimates of racemes, fruits and seeds, and the emergence characteristics of *Sorocea guilleminiana* Gaudich., a native forest species. The fruits presented average weight, length and diameter of 0.787 g, 10.62 mm and 9.78 mm, respectively. The weight, length, width and average thickness of the seeds were 0.271 g, 8.19 mm, 7.62 mm and 5.69 mm. The highest correlation of biometric characteristics was between fruit weight and fruit pulp ( $r = 0.9185$ ). The water percentage of the seeds was 45.64%. The emergency started 26 days after sowing and extended for another 53 days. The germination speed was 0.03, the mean time of emergence was 34 days, and the mean emergency percentage was 27%. The biometric parameters indicated that large racemes have high amounts of fruits and, consequently, more pulp. The seed represents less than half the fruit mass. The emergence is slow and irregular and presented a low percentage of emerging seedlings.

Keywords: Amazon; forest species; propagation.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 27.07.2017. Aceito para publicação em 07.07.2018.

<sup>2</sup> Mestra em Botânica, Rio Branco, Acre, Brasil

<sup>3</sup> Doutorando em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus Universitário s/n, CEP 96010-610, Capão do Leão - RS, Brasil.

<sup>4</sup> Doutor em Botânica, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, CEP 69917-560, Chácara Ipê, Rio Branco, Acre, Brasil.

<sup>5</sup> Autor para correspondência: Ednéia Araújo dos Santos - edneiasantos\_14@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

*Sorocea guilleminiana* Gaudich. (Moraceae) é uma espécie Neotropical de porte arbóreo-arbustivo encontrada na Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e Brasil (Brako e Zarucchi, 1993; Jorgensen, e León-Yáñez, 1999; Berg, 2001; Jorgensen et al. 2014). No Brasil está amplamente distribuída nas regiões Norte, Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste (Brasil, 2010; Tropicos, 2016). No Acre, onde seu porte varia entre 1,5 m e 7 m de altura, ela também tem distribuição ampla e cresce em florestas primárias e secundárias localizadas em áreas de terra firme ou em locais que inundam temporariamente (Herbário NY, 2016).

Conhecida popularmente como jaca-branca, cancerosa, falsa espinheira e espinheira-santa, *S. guilleminiana* é uma espécie muito utilizada na medicina popular (Medeiros et al., 2012; Leitão et al., 2014; Bieskia et al., 2016). O chá elaborado a partir de suas folhas e raízes é indicado como anti-inflamatório ovariano, anticancerígeno (nos estágios iniciais da doença) e no tratamento de gastrites e úlceras estomacais (Guarim-Neto, 2006; Brito e Valle, 2011; Oliveira et al., 2011).

Embora muitas espécies arbóreas e arbustivas nativas tenham potencial para fornecer produtos florestais madeireiros e não madeireiros, bem como de uso na restauração de áreas degradadas e no reflorestamento de áreas desmatadas (Sampaio et al., 2015; Elias e Santos, 2016; Ferreira et al., 2016; Moraes et al., 2016), a plena exploração desses potenciais tem sido limitada pela inexistência de informações que viabilizem o seu uso, com destaque para o desconhecimento sobre as formas mais adequadas de propagação das mesmas.

O fato de numerosas espécies arbóreas nativas, especialmente as oriundas de regiões tropicais, apresentarem variação no tamanho dos frutos e nas dimensões e número de sementes indica que a biometria (parâmetros morfométricos) pode servir como uma importante ferramenta para subsidiar estudos visando o futuro cultivo das mesmas. Dependendo da metodologia, avaliações biométricas permitem detectar variabilidade genética entre populações, selecionar matrizes mais produtivas, e, em algumas situações, diferenciar espécies do mesmo gênero (Cruz et al., 2001; Battilani et al., 2011; Christro et al., 2012; Ferreira et al., 2012; Rocha et al., 2014). Apesar disso, e considerando o grande número de espécies florestais nativas passíveis de exploração econômica, ainda são escassos na literatura estudos sobre a biometria de seus frutos e sementes.

Diante do exposto e considerando o pouco conhecimento científico sobre as características

morfológicas dos frutos e sementes de *S. guilleminiana*, bem como o comportamento germinativo de suas sementes, este trabalho objetivou a avaliação biométrica dos racemos, frutos e sementes, e avaliação da emergência das plântulas via determinação da porcentagem, velocidade e tempo médio de emergência.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os racemos com frutos maduros de *S. guilleminiana* utilizados nesse estudo foram colhidos em dezembro de 2012 de duas plantas que crescem espontaneamente no fragmento florestal secundário do Parque Zoobotânico - PZ da Universidade Federal do Acre - UFAC, localizado no Campus da UFAC em Rio Branco, Acre (10°02'11"S; 67°47'43"O). O PZ possui uma área aproximada de 167 hectares e sua vegetação é formada por um mosaico de florestas secundárias em diferentes estádios sucessionais (Meneses-Filho et al., 1995). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é Equatorial Quente e Úmido com duas estações climáticas distintas: uma chuvosa que se estende entre novembro e abril, durante a qual 75,05% das chuvas anuais acontecem, e uma estação seca entre maio e outubro, que recebe apenas 24,95% das chuvas (Acre, 2012). A temperatura média varia entre 22 e 24°C e a média de precipitação anual é de 1973 mm (Mesquita, 1996). Os tipos de solos que predominam na área do PZ são os Argissolo Amarelo e Vermelho (Acre, 2006).

A avaliação biométrica dos racemos, frutos e sementes foi realizada no Laboratório de Sementes Florestais do PZ e o teste de emergência na casa de vegetação do viveiro de produção de mudas do PZ. A pesagem dos racemos, frutos e sementes foi feita em balança de precisão (0,001 g) e as medidas de comprimento, diâmetro, largura, espessura e profundidade da polpa com régua graduada (racemos) e paquímetro digital (precisão de 0,01 mm). Para os racemos foram avaliados: comprimento da raque, número de frutos, massa verde da raque (sem os frutos) e massa total verde. Para os frutos: massa verde, comprimento, diâmetro, profundidade de polpa (medida na porção mediana) e massa fresca da polpa (diferença entre a massa total do fruto e da semente). As sementes foram avaliadas quanto ao comprimento, largura, espessura e massa total. Para todas as variáveis foram calculados os valores máximo e mínimo, a média, o Desvio Padrão- DP, o Coeficiente de Variação - CV. Para saber o quanto as variáveis estudadas eram correlacionadas, foi calculado o Coeficiente de Correlação de Pearson (r).

A avaliação biométrica dos racemos foi feita com 22 unidades colhidas ao acaso, cortadas rente aos ramos com o auxílio de um estilete. Desses racemos foi selecionado ao acaso um lote de 100 frutos maduros, sadios e sem deformações, que depois de avaliados foram despulpados manualmente. As sementes resultantes foram avaliadas biometricamente.

Para o teste de emergência foram selecionadas 100 sementes visualmente sadias e sem sinais de injúrias mecânicas. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes e utilizado como recipientes bandejas plásticas contendo areia lavada e peneirada. O substrato foi mantido úmido com irrigações diárias.

Após a emergência da primeira plântula, no 26º dia, a contagem da emergência das demais foi feita diariamente até a estabilização da emergência ocorrida por volta do 76º dia, sendo que no 90º dia de acompanhamento foi verificado que as sementes não germinadas se encontravam apodrecidas ou tinham sido atacadas por larvas.

O teor de água das sementes foi determinado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), onde quatro amostras com cinco gramas cada foram pesadas e colocadas em entufa a 105°C por 24 horas e depois pesadas novamente. O cálculo da porcentagem, velocidade e tempo médio de emergência seguiu a metodologia recomendada por Labouriau e Agudo (1987). Para o cálculo da estatística descritiva, distribuição de frequência dos valores e do coeficiente de correlação de Pearson (r) foi utilizado o programa estatístico BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando imaturo o epicarpo dos frutos de *S. guilleminiana* são avermelhados, adquirindo uma coloração negra e brilhante quando maduros (Figura 1A-C). Os frutos apresentam forma globosa com o ápice e a base depressos (Figura 1B) e contém em seu interior uma única semente de cor esverdeada recoberta por uma fina película do tegumento transparente e aderente (Figura 1C-D).

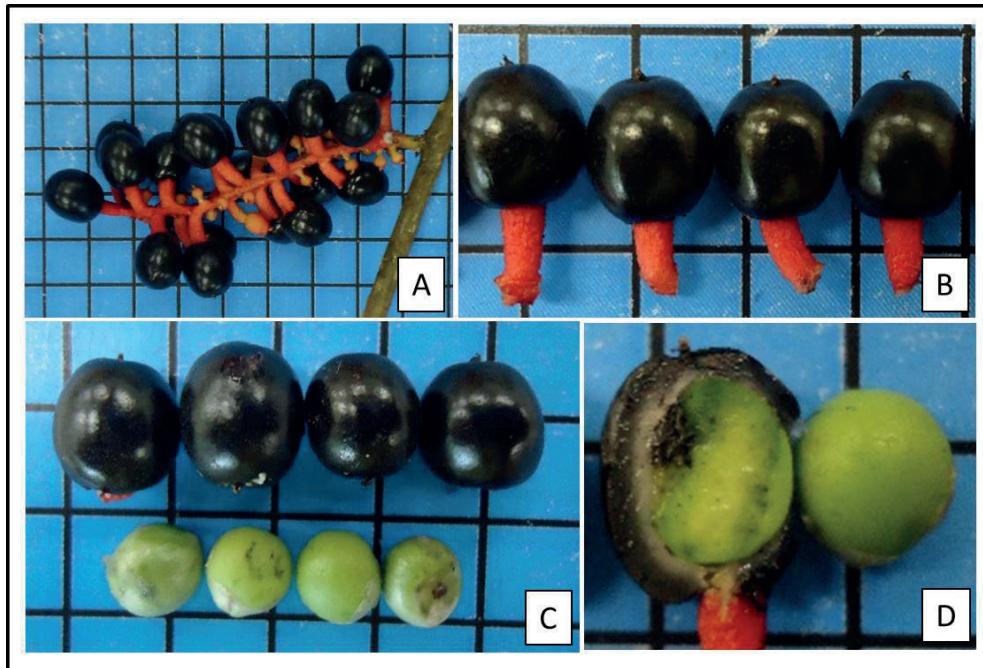


Figura 1. Racemos e frutos de *Sorocea guilleminiana* oriundos de plantas existentes no fragmento florestal do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre. (A) Racemo; (B) Frutos maduros; (C) Frutos maduros e sementes beneficiadas; (D) Fruto e sementes cortados, mostrando detalhe da polpa. Cada quadrado do grid no fundo das imagens equivale a 1 cm<sup>2</sup>.

Figure 1. Racemes and fruits of *Sorocea guilleminiana* from plants in the forest fragment of the Zoobotanical Park of the Federal University of Acre, Rio Branco, Acre. (A) Racemes; (B) Mature fruits; (C) Ripe fruits and seeds benefited; (D) Fruit and seeds cut, showing detail of pulp. Each square of the grid at the bottom of the images is equal to 1 cm<sup>2</sup>.

O número de frutos por racemo de *S. guilleminiana* variou entre 2 e 17 (Tabela 1), sendo que 63,64% dos racemos (Figura 2A) apresentaram entre 2 e 9 frutos. Para *S. muriculata* Miq., Santos et al. (2015) encontraram entre 2 e 7 frutos por racemo. A massa dos racemos de *S. guilleminiana* variou entre 2,058 g a 14,814 g, com 54,55% dos mesmos com a massa entre 4,61 g e 9,80 g. A massa da raque variou de 0,312 g a 2,024 g e 59,09% apresentaram de 0,910 a 1,500 g. O comprimento da raque variou de 1,9 cm a 7,9 cm, e 72,73% delas estavam no intervalo entre 4,11 cm e 6,70

cm. Uma provável explicação para o alto valor do coeficiente de variação para o número de frutos é que o desenvolvimento dos mesmos no racemo não é uniforme, sendo possível encontrar frutos em pelo menos dois estágios de desenvolvimento nos racemos, como pode ser visualizado na Figura 1A. A massa total do racemo, o número de frutos por racemo e a massa verde da raque é dependente do tamanho da raque, sendo que quanto maior o tamanho da raque maior o número de frutos e, conseqüentemente, há o aumento dos valores das outras duas.

Tabela 1. Estatística descritiva da avaliação morfométrica dos racemos, frutos e sementes de *Sorocea guilleminiana* (Moraceae). DP = Desvio Padrão, CV = Coeficiente de Variação.

Table 1. Descriptive statistics of the biometric evaluation of racemes, fruits and seeds of *Sorocea guilleminiana*. SD = Standard Deviation, CV = Coefficient of Variation.

Características biométricas	N	Mínimo	Máximo	Média	DP	CV (%)
<b>Racemo</b>	22					
Número de frutos		2	17	8,73	4,14	47,47
Massa verde total (g)		2,058	14,814	7,697	3,649	47,42
Massa verde da raque (g)		0,312	2,024	1,033	0,447	43,28
Comprimento da raque (cm)		1,9	7,9	5,3	1,5	27,7
<b>Fruto</b>	100					
Massa verde total (g)		0,614	0,983	0,787	0,076	01/09/61
Comprimento (mm)		9,53	11,82	10,62	0,48	4,58
Diâmetro (mm)		8,82	10,77	9,78	0,44	4,48
Profundidade da polpa (mm)		1,13	3,19	2,02	0,56	27,7
Massa da polpa fresca (g)		0,343	0,627	0,517	0,055	10,73
% Polpa fresca		51,5	76,44	65,62	2,92	4,45
<b>Semente</b>	100					
Massa verde (g)		0,18	0,356	0,271	0,033	12,22
% Semente		23,6	48,5	34,4	2,92	8,48
Comprimento (mm)		7,09	9,04	8,19	0,41	5
Largura (mm)		6,34	8,76	7,62	0,39	5,16
Espessura (mm)		4,95	7,59	5,69	0,35	6,06

A massa verde dos frutos variou entre 0,614 g e 0,983 g (Tabela 1), com 82% deles pesando entre 0,710 e 0,900 g (Figura 3A). Em *S. muriculata* a massa dos frutos variou entre 0,155 e 0,404 g, demonstrando que os mesmos são mais leves do que os de *S. guilleminiana* (Santos et al., 2015). O comprimento dos frutos variou

entre 9,53 mm e 11,82 mm e o diâmetro entre 8,82 mm e 10,77 mm (Tabela 1), com a maioria apresentando comprimento entre 10,01 mm e 11,00 mm (64,0%) e diâmetro entre 9,21 mm e 10,00 mm (61,0%). Berg (2001) indicou que os frutos de *S. guilleminiana* medem entre 0,6 e 1,0 cm de comprimento e 0,5 e 1 cm de diâmetro.

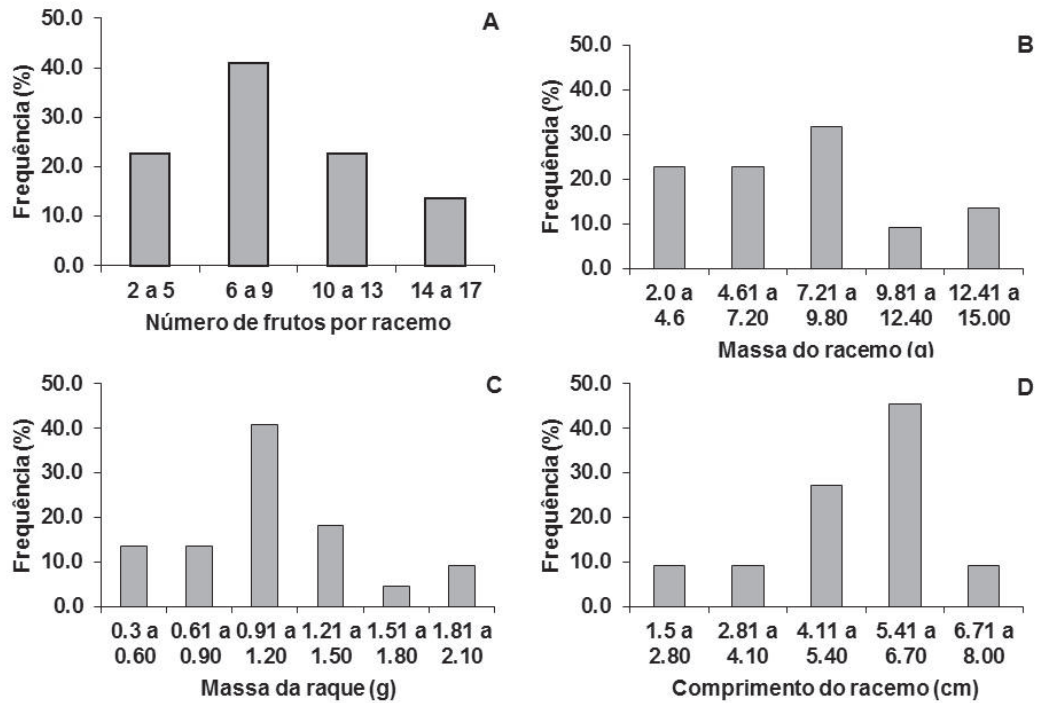


Figura 2. Classes de frequência para o número de frutos por racemo (A), massa verde do racemo (B), massa verde da raque (C) e comprimento da raque (D) de *Sorocea guilleminiana* (Moraceae).

Figure 2. Class frequency for the number of fruits per raceme (A), raceme green mass (B), rachis green mass (C), and rachis length (D) of *Sorocea guilleminiana* (Moraceae).

Em *S. muriculata* o comprimento e o diâmetro dos frutos variaram, respectivamente, entre 4,97 e 8,60 mm e 6,32 e 9,35 mm (Santos et al., 2015). Os coeficientes de variação do comprimento e diâmetro dos frutos foram baixos, indicando que essas características apresentam menor variação de seus valores.

A profundidade de polpa variou entre 1,13 mm e 3,19 mm e a massa de polpa por fruto entre 0,343 g e 0,627 g (Tabela 1). Na maioria dos frutos (55%) a profundidade de polpa variou entre 1,10 mm e 1,94 mm. A maioria dos valores da massa de polpa (68%) situou-se no intervalo entre 0,460 g e 0,570 g (Figuras 3D-E). A maioria dos frutos (95%) apresentou percentual de polpa entre 61,45% e 71,48% (Figura 3F). Carvalho e Müller (2005) determinaram em seu estudo o rendimento potencial de produção de polpa de 50 frutas nativas da Amazônia e consideraram valores acima de 61% de rendimento como alto e ressaltam que o percentual de polpa é dependente do peso dos frutos. No

entanto, o percentual de polpa de *S. guilleminiana* é influenciado mais pelos tamanhos do fruto e da semente do que pelo peso dos frutos.

O percentual da massa das sementes em relação à massa dos frutos variou entre 23,6% e 48,5% (Tabela 1). A massa das sementes variou de 0,180 g a 0,356 g (Tabela 1), com a maioria (82%) apresentando massa entre 0,210 g e 0,300 g (Figura 4A). O comprimento, largura e espessura das sementes variaram, respectivamente, entre 7,09 mm e 9,04 mm, 6,34 mm e 8,76 mm e 4,95 mm e 7,59 mm (Tabela 1). A maioria dos valores de comprimento (63,0%), largura (75,0%) e espessura (83,0%) foi observada nos seguintes intervalos: 7,85 mm e 8,68 mm, 7,31 mm e 8,30 mm e 4,90 mm e 5,98 mm (Figuras 4B-D, respectivamente). Em comparação com *S. muriculata*, a massa e medidas das sementes de *S. guilleminiana* são superiores (Santos et al., 2015). Os coeficientes de variação do comprimento e diâmetro dos frutos foram baixos, indicando que essas características apresentam menor variação de seus valores.



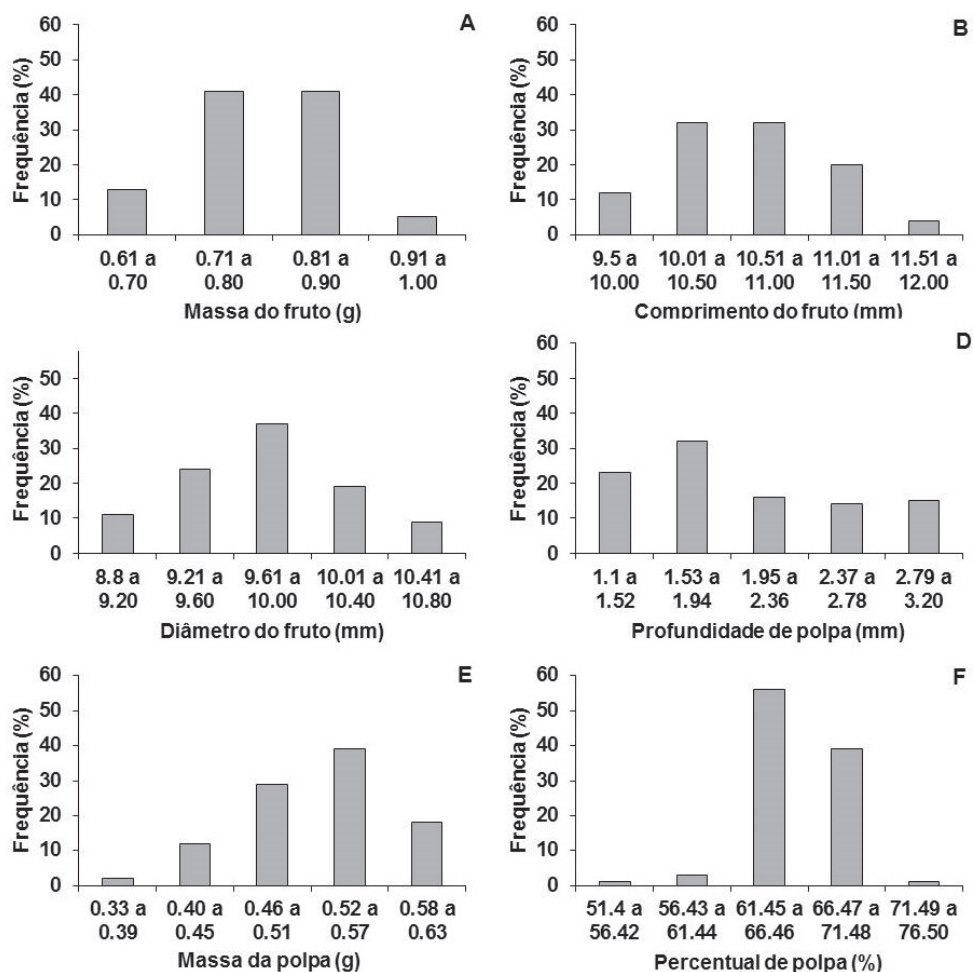


Figura 3. Classes de frequência para os valores da massa do fruto (A), comprimento do fruto (B), diâmetro do fruto (C), profundidade da polpa (D), massa da polpa (E) e percentual de polpa (F) de *Sorocea guilleminiana*.

Figure 3. Class frequency for fruit mass values (A), fruit length (B), fruit diameter (C), pulp depth (D), pulp mass (E), and pulp mass percentage (E) of *Sorocea guilleminiana*.

Foi encontrada correlação forte e positiva entre a massa do fruto e a massa da polpa (0,9185) e a massa da semente e comprimento (0,8243) e largura da semente (0,8562) (Tabela 2). Santos et al. (2015) também observaram que a correlação mais forte entre as características biométricas dos frutos e sementes de *S. muriculata* foi entre a massa do fruto e da polpa. Há estudos (Costa et al., 2006; Klein et al., 2007) que sugerem haver relação entre o tamanho da semente e a germinação, onde sementes maiores apresentam características como maior desempenho germinativo e vigor do que sementes

menores. Foi encontrada correlação moderada e positiva entre a massa do fruto e o comprimento (0,6440) e diâmetro do fruto (0,6385), entre a massa do fruto (0,7485), comprimento (0,5983), largura (0,6470) e espessura da semente (0,5448), entre o comprimento e diâmetro do fruto (0,5162), massa da polpa (0,5860) e comprimento da semente (0,5165), entre o diâmetro do fruto e as massas da polpa e da semente (0,5380/0,5591). Moura et al. (2010) avaliaram a biometria dos frutos e sementes da palmeira *Butia capitata* (Mart.) Beccari e também observaram correlação positiva entre o diâmetro

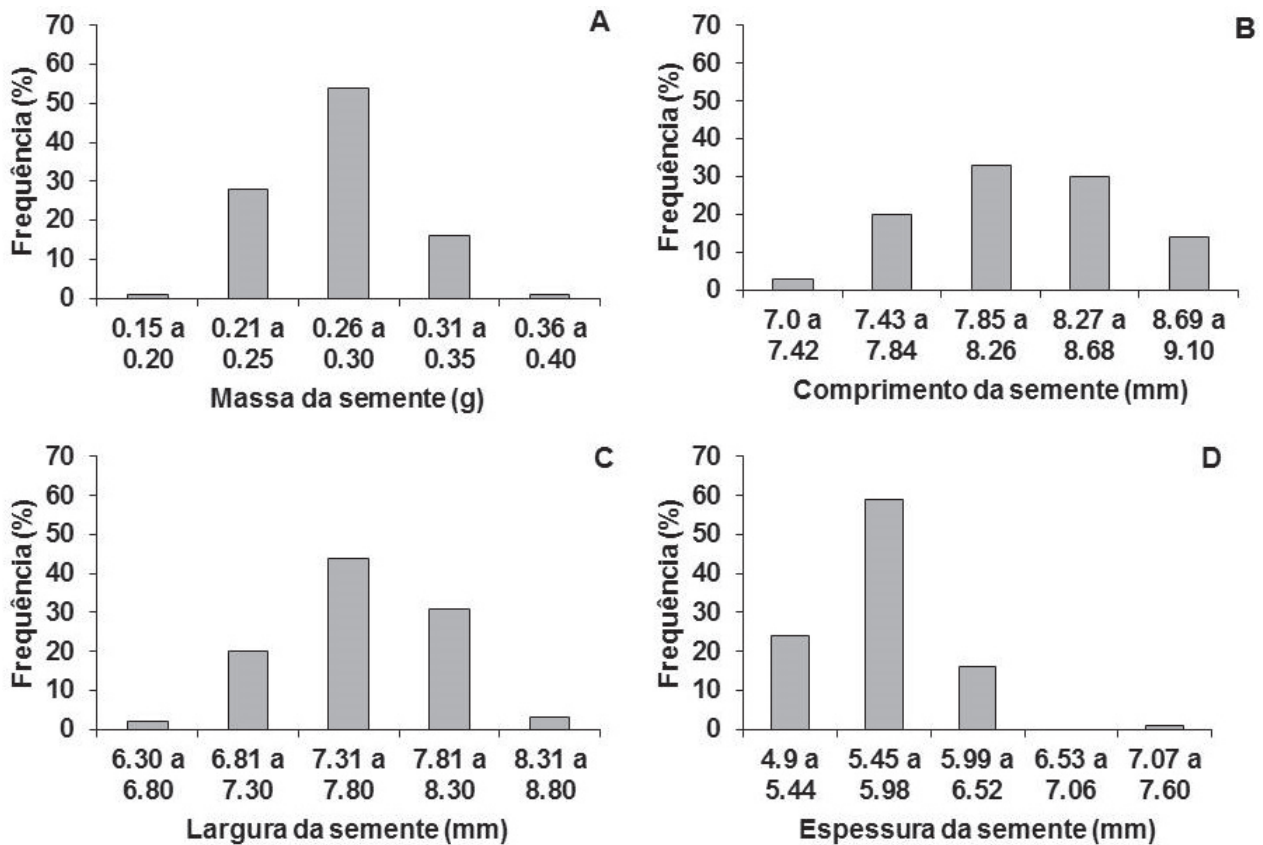


Figura 4. Classes de frequência para os valores da massa (A), comprimento (B), largura (C), e espessura (D) das sementes de *Sorocea guilleminiana*.

Figure 4. Class frequency for the values of mass (A), length (B), width (C) and thickness (D) of *Sorocea guilleminiana* seeds.

e o tamanho dos frutos com a massa do pirênio (endocarpo + endosperma) e o número de sementes por frutos.

O teor de água inicial das sementes foi de 45,64%, e a emergência de *S. guilleminiana* (considerada aqui como qualquer manifestação visível da plântula) foi irregular e lenta. A emergência iniciou 26 dias após a semeadura e se estendeu por mais 53 dias, sendo que após o septuagésimo nono dia não foi observada mais nenhuma plântula emergida (Figura 5). O tempo médio de emergência foi 34 dias, a porcentagem

média de emergência foi de 27%, e a velocidade foi de 0,03. Comparando os resultados obtidos com o de outras espécies do mesmo gênero, sementes recém-colhidas de *S. bonplandii* iniciaram a germinação aos 16 dias em casa de vegetação (Leonhardt et al., 2011) e apresentaram percentual de emergência de quase 100%. Em *S. muriculata* a germinação em casa de vegetação iniciou no 26º dia (Santos et al., 2015). *S. bonplandii* e *S. muriculata* também apresentaram teor de água maior, entre 46,35% e 58%, respectivamente (Carvalho, 2008; Santos et al., 2015).

Tabela 2. Correlação de Pearson (r) para as variáveis biométricas dos frutos e sementes de *Sorocea guilleminiana*.Table 2. Pearson's correlation (r) for the biometric variables of *Sorocea guilleminiana* fruits and seeds.

<b>Comparações</b>	<b>Correlação de Pearson (r)</b>
Massa do fruto x Comprimento do fruto	0.6440*
Massa do fruto x Diâmetro do fruto	0.6385*
Massa do fruto x Massa da polpa	0.9185*
Massa do fruto x Profundidade da polpa	0.2619*
Massa do fruto x Massa da semente	0.7485*
Massa do fruto x Comprimento da semente	0.5983*
Massa do fruto x Largura da semente	0.6470*
Massa do fruto x Espessura da semente	0.5448*
Comprimento do fruto x Diâmetro do fruto	0.5162*
Comprimento do fruto x Massa da polpa	0.5860*
Comprimento do fruto x Profundidade da polpa	0.3278*
Comprimento do fruto x Massa da semente	0.4912*
Comprimento do fruto x Comprimento da semente	0.5165*
Diâmetro do fruto x Massa da polpa	0.5380*
Diâmetro do fruto x Profundidade da polpa	0.1825*
Diâmetro do fruto x Massa da semente	0.5591*
Diâmetro do fruto x Comprimento da semente	0.4453*
Diâmetro do fruto x Largura da semente	0.4822*
Diâmetro do fruto x Espessura da semente	0.3350*
Profundidade da polpa x Comprimento da semente	0.3938*
Profundidade da polpa x Largura da semente	0.2246*
Profundidade da polpa x Espessura da semente	0.0850*
Profundidade da polpa x Massa da semente	0.2827*
Massa da semente x Comprimento da semente	0.8243*
Massa da semente x Espessura da semente	0.6129*
Massa da semente x Largura da semente	0.8562*
Comprimento da semente x Largura da semente	0.6760*
Comprimento da semente x Espessura da semente	0.4449*
Largura da semente x Espessura da semente	0.4962*
% de polpa x % de semente	-0.9994*

n=100; \* significativo a 5% pelo teste t de Student.

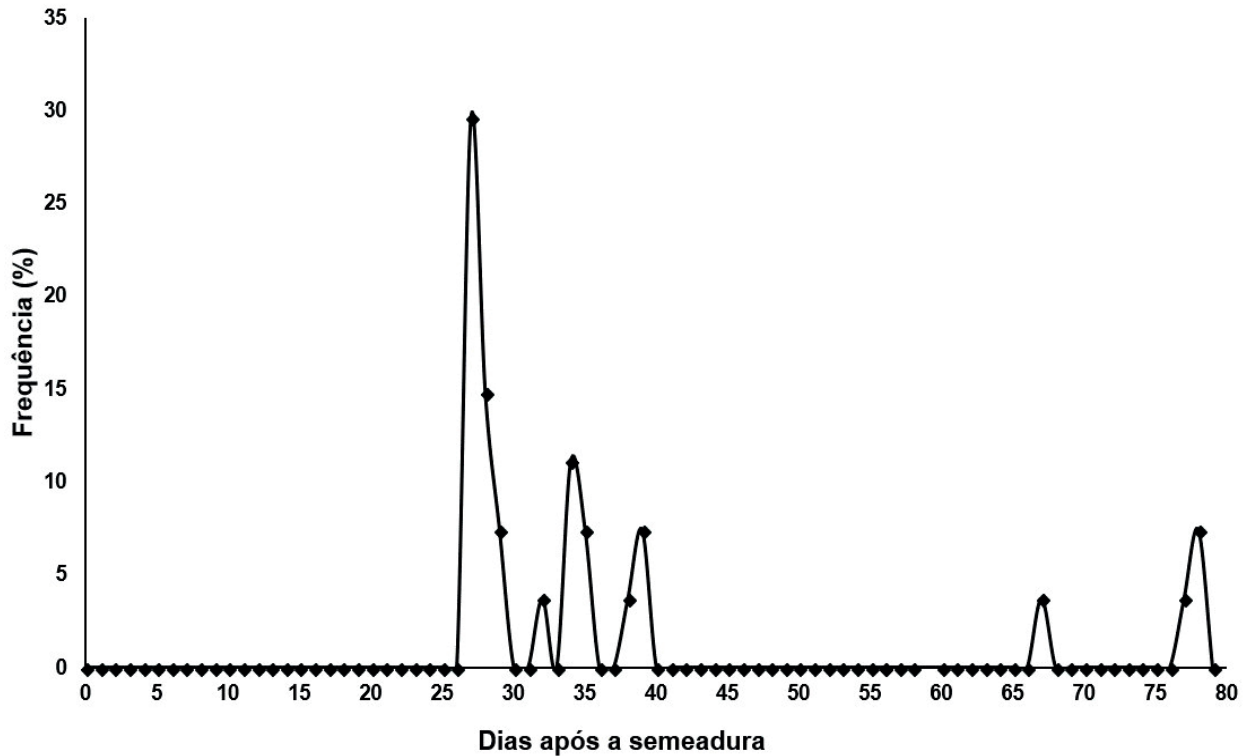


Figura 5. Polígonos da frequência relativa (%) da emergência de sementes de *Sorocea guilleminiana* oriundas do Parque Zoobotânico, Rio Branco, Acre.

Figure 5. Polygons of relative frequency (%) for the emergency of the *Sorocea guilleminiana* seeds.

#### 4 CONCLUSÃO

Os parâmetros biométricos apontaram que grandes racemos têm quantidades elevadas de frutos e conseqüentemente os maiores apresentam mais polpa. A semente representa menos da metade da massa do fruto. A emergência é bastante lenta e irregular e apresentou baixo percentual de plântulas

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II: Documento Síntese – Escala 1:250.000**. Rio Branco-Acre: Secretaria de Estado de Meio Ambiente-SEMA, 2006. 356 p.

ACRE. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Acre**. Rio Branco, Acre: Secretaria de Estado de Meio Ambiente-SEMA, 2012. 242 p.

Ayres, M. et al. **Biostat 5.0**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá (MCT-CNPq), 2007. 364 p. 1 CD-ROM.

BATTILANI, J.L.; SANTIAGO, E.F.; DIAS, E. S. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Guibourtia hymenifolia* (Moric.) J. Leonard (Fabaceae). **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 1089-1098, 2011.

BERG, C.C. Moreae, Artocarpeae, and Dorstenia (Moraceae) with introductions to the family and Ficus and with additions and corrections to Flora Neotropica Monograph 7. **Flora Neotropica Monograph**, v. 83, p. 1-346, 2001.

- BIESKIA, I.G.C. et al. Ethnobotanical study of medicinal plants by population of Valley of Jurueña Region, Legal Amazon, Mato Grosso, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 173, p. 383-423, 2016.
- BRAKO, ZARUCCHI, J.L. (eds.). Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. **Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden**, v. 45, p. 1-1286, 1993.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- BRASIL. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Sorocea*. In: **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, v. 2, p. 1294-1295. Forzza, R. C. et al. (Organizadores). Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 827 p.
- BRITO, M.R.; VALLE, L. S. Plantas medicinais utilizadas na comunidade caiçara da Praia do Sono, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 363-372, 2011.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 593 p.
- CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C. H. Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. **Comunicado Técnico**, n. 139, p. 3, 2005.
- CHRISTRO, L.F. et al. Biometric analysis of seeds of genotypes of physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 01-03, 2012.
- COSTA, R.S.; et al. Aspectos morfológicos e influência de tamanho da *semente* na germinação de jambeiro vermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 117-120, 2006.
- CRUZ, E.D.; MARTINS, F.O.; CARVALHO, J.E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke), Leguminosae – Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 161-165, 2001.
- ELIAS, G.A.; SANTOS, R. Produtos florestais não madeireiros e valor potencial de exploração sustentável da Floresta Atlântica no Sul de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 249-262, 2016.
- FERREIRA, C.D. et al. Avaliações biométricas e germinação de sementes de Coaçu (*Triplaris surinamensis* Cham.). **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 147-162, 2012.
- FERREIRA, P.I. et al. Potencial Terapêutico de Espécies Arbóreas em Fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 21-32, 2016.
- GUARIM NETO, G.O. Saber Tradicional Pantaneiro: As Plantas Medicinais e a Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 17, p. 71-89, 2006.
- HERBÁRIO NY. *Sorocea guilleminiana*. **The New York Botanical Garden ‘C. V. Starr Virtual Herbarium**, 2016.
- JØRGENSEN, P.M.; LEÓN-YÁNEZ, S. (eds.). Cat. Vasc. Pl. Ecuador. **Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden**, v. 75, p. 1-1181, 1999.
- JØRGENSEN, P.M.; NEE, M.H.; BECK, S.G. (eds.) Cat. Pl. Vasc. Bolivia. **Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden**, v. 127, n. 1-2, p. 1-1744, 2014.
- KLEIN, J. et al. Efeito do tamanho da semente na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 861-863, 2007.
- LABOURIAU, L.G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 59, n. 1, p. 37-56, 1987.
- LEITÃO, F. et al. Medicinal plants traded in the open-air markets in the State of Rio de Janeiro, Brazil: an overview on their botanical diversity and toxicological potential. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 2, p. 225-247, 2014.
- LEONHARDT, C. et al. Comportamento germinativo de sementes de *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer – Moraceae. **Iheringia, Série Botânica**, v. 66, n. 1, p. 133-138, 2011.

SANTOS, E. A. et al. Morfometria e emergência de *Sorocea guilleminiana*

MEDEIROS, M.F.T.; VALLE, L.S.; ANDREATA, R.H.P. Botanical Species as Traditional Therapy: A Quantitative Analysis of the Knowledge Among Ranchers in Southeastern Brazil. In: MARCELO SAAD e ROBERTA DE MEDEIROS (Org.). **Complementary Therapies for the Contemporary Healthcare**. 1ed. Rijeka: InTech, 2012. p. 147-162.

MENESES-FILHO, L.C.L. et al. **Comportamento de 24 espécies arbóreas tropicais madeireiras introduzidas no Parque Zoobotânico de Rio Branco-Acre**. vol. 1. Rio Branco-Acre: EDUFAC/PZ, 1995. 135 p.

MESQUITA, C.C. **O clima do estado do Acre**. Rio Branco-Acre: Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA), 1996. 53p.

MORAES, C.E. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A.DC. em função do teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 249-262, 2016.

OLIVEIRA, L.S. et al. Plantas medicinais como recurso terapêutico em comunidade do entorno da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, Brasil – Metabólitos secundários e aspectos farmacológicos. **Interscienceplace**, v. 4, n. 17, p. 54-74, 2011.

ROCHA, C.R.M. et al. Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Nativa**, v. 2, n. 1, p. 42-47, 2014.

SAMPAIO, M.F. et al. Influência de diferentes substratos associados a métodos de superação de dormência na germinação e emergência de sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Revista Farociência**, v. 2, n. 1, p. 11-27, 2015.

SANTOS, E.A. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Sorocea muriculata*. Miq. (Moraceae) nativa do Acre, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 485-497, 2015.

TROPICOS. *Sorocea guilleminiana*. **Missouri Botanical Garden: Tropicos.org Database**, 2016. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/21301845>>.



**EFFECT OF THE APPLICATION OF GROWTH REGULATORS ON *Peltophorum dubium*  
(SCIENTIFIC NOTE)<sup>1</sup>**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE REGULADORES DO CRESCIMENTO EM *Peltophorum dubium*  
(NOTA CIENTÍFICA)**

Lorena Gama TEIXEIRA<sup>2</sup>; Liliana HERNÁNDEZ<sup>3</sup>; Leo ZIMBACK<sup>4</sup>; Glaúcia UESUGI<sup>5</sup>;  
Elizabeth Orika ONO<sup>6</sup>; Cristiano Bueno de MORAES<sup>7,8</sup>

**ABSTRACT** - The objective of this study was to verify changes in the vegetative growth of *Peltophorum dubium* before flowering induced by the application of plant growth regulators. The experimental design was randomized blocks with three replications of four plants/plot. The variables height, stem diameter, chlorophyll content, and peroxidase activity were evaluated. Statistical analysis was performed using SAS. Plant size reduction (73%) was induced by the plant inhibitor paclobutrazol. Plant height growth was stimulated by GA3 (18%). Ethephon caused death of the apical buds.

Keywords: *Peltophorum dubium*; physiology; plant growth regulators.

**RESUMO** - O trabalho objetivou a aplicação de reguladores vegetais em *Peltophorum dubium* com o intuito de acompanhar as alterações promovidas no desenvolvimento vegetativo antes do florescimento. O delineamento experimental foi blocos casualizados com três repetições de quatro plantas/parcela. Foram avaliadas as variáveis altura, diâmetro do colo, teor de clorofila e atividade da peroxidase. A análise estatística foi realizada pelo programa SAS. Foi verificada redução do porte das plantas (73%) pelo inibidor paclobutrazol. O GA3 estimulou o crescimento em altura das plantas (18%). O ethephon provocou a morte das gemas apicais.

Palavras-chaves: *Peltophorum dubium*; fisiologia; reguladores vegetais.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 02.10.2017. Aceito para publicação em 22.11.2018.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. Laboratório de Melhoramento Florestal. Setor Central, CEP 77402970 - Gurupi, Tocantins, Brasil. <sup>3</sup> Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. Laboratório de Melhoramento Florestal. Setor Central, CEP 77402970 - Gurupi, Tocantins, Brasil. <sup>4</sup> Instituto Florestal de São Paulo. Avenida José Italo Bacchi s/n, CEP: 18603-970 - Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail: lzimback@terra.com.br.

<sup>5</sup> Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu. Departamento de Ciências Florestais. Fazenda Experimental Lageado, nº 1780, CEP: 18.610-307 - Botucatu, São Paulo, Brasil.

<sup>6</sup> Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu. Departamento de Botânica. Rubião Júnior, CEP: 18618970 - Botucatu, São Paulo, Brasil.

<sup>7</sup> Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. Laboratório de Melhoramento Florestal. Setor Central, CEP 77402970 - Gurupi, Tocantins, Brasil.

<sup>8</sup> Corresponding author: Cristiano Bueno de Moraes - cbmoraes@uft.edu.br



## 1 INTRODUCTION

*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., popularly known as canafistula, is a common species in seasonal semideciduous forests, abundant in secondary formations, that begins reproduction at the age of 8 to 12 years (Durigan et al., 2002; Klein et al., 2014; Müller et al., 2016). This plant is widely used in the recovery of degraded areas, in forestation and in landscaping.

One way to promote physiological and biochemical changes in species with a medium life cycle such as in canafistula, in order to reduce the vegetative growth of plants and to anticipate their reproductive stage, is to use substances known as plant growth regulators (Kumar et al., 2011). Plant growth regulators are synthetic compounds essential for the improvement of forest species, to reduce the period preceding flower bud formation and fruit/seed production (Santos et al., 2018).

There is limited information regarding the physiological responses to the addition of plant regulators to *Peltophorum dubium* during vegetative development before flowering.

The most commonly used plant growth regulator in agriculture and forestry is paclobutrazol, a compound that influences biochemical processes in plants. It inhibits the conversion of ent-kaurene to GA12-aldehyde that occurs in the endoplasmic reticulum of the cells, blocking the biosynthesis of gibberellic acid and consequently plant growth (Moraes et al., 2012; Rodrigues, et al., 2016; França et al., 2018).

Gibberellins are species-specific plant hormones that act in various ways and are characterized as tetracyclic diterpenoids (Taiz et al., 2017). In the genus *Pinus*, high concentrations stimulate flowering, while in *Eucalyptus*, low concentrations promote flowering. In addition, gibberellin is associated with stem, leaf and radial growth. It increases plant height significantly via cell and internode elongation (Moraes et al., 2013; Moraes et al., 2014).

Another important substance is ethephon that acts by releasing ethylene into the cytoplasm of plant cells of various organs (Castro et al., 2016), coordinating and regulating many processes in the last stages of plant development. When sprayed in aqueous solution on several plant species, it is readily absorbed through the leaves and translocated

within the plant (Joshi e Shukla, 2011), stimulating or inhibiting important steps in plant development.

Therefore, this study presented preliminary results regarding the evaluation of the effects of plant growth regulators on *P. dubium* during the vegetative growth phase.

## 2 MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in Botucatu, São Paulo, Brazil on the Faculty of Agricultural Sciences of the Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - FCA/UNESP at approximately 786 m, latitude 22°51' S and longitude 48°26' W. *P. dubium* seedlings used in the experiment were produced in the nursery of the Department of Forest Science. According to the Koppen classification, the regional climate of Botucatu/SP is Cfa, i.e., warm, temperate (mesothermal) and wet (Alvares et al., 2013).

The experiment was arranged in a randomized block design with three replications, four plant rows per plot plus one control treatment, resulting a total of 120 plants. The pots used in the experiment were filled with a medium-textured red latosol, with the following macro- and micronutrient concentrations, according to the soil chemical analysis: pH (CaCl<sub>2</sub>): 4.2; organic matter (g dm<sup>-3</sup>): 10.0; P (mg dm<sup>-3</sup>): 1.0; H + Al (mmolc dm<sup>-3</sup>): 37.0; K (mmolc dm<sup>-3</sup>): 0.1; Ca (mmolc dm<sup>-3</sup>): 6.0; Mg (mmolc dm<sup>-3</sup>): 0.0; Al (mmolc dm<sup>-3</sup>): 2.0; SB (mmolc dm<sup>-3</sup>): 8.0; CEC (mmolc dm<sup>-3</sup>): 45.0; V (%): 18.0; S (mmolc dm<sup>-3</sup>): 6.0; B (mg dm<sup>-3</sup>): 0.12; Cu (mg dm<sup>-3</sup>): 0.2; Fe (mg dm<sup>-3</sup>): 31.0; Mn (mg dm<sup>-3</sup>): 0.2; and Zn (mg dm<sup>-3</sup>): 0.0.

The soil in the pots was fertilized as recommended, based on the following chemical analysis: limestone at a rate of 2.0 t-ha<sup>-1</sup> (30.0 g pot<sup>-1</sup>), 20 g ammonium sulfate (4 N g pot<sup>-1</sup>), 22.4 g triple superphosphate (9.18 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> g pot<sup>-1</sup>), 4.96 g potassium chloride (2.98 K<sub>2</sub>O g pot<sup>-1</sup>), 1.76 g boric acid (0.3 B g pot<sup>-1</sup>) and 2.25 g zinc sulfate (0.45 Zn g pot<sup>-1</sup>), and of this total, 10% was applied at planting and the rest after three months.

Plant growth regulators were first applied to six-month-old plants. Paclobutrazol was diluted in 300 mL water and applied to the soil according to the treatments described below; gibberellic acid and ethephon were applied 6 times at intervals of 20 days by foliar spray, at doses of 40 mL of solution per plant in each pot.

The treatments consisted of paclobutrazol (PBZ) in concentrations of 100 mg L<sup>-1</sup>, 200 mg L<sup>-1</sup> and 300 mg L<sup>-1</sup>, gibberellic acid (GA3) at 30 mg L<sup>-1</sup>, 60 mg L<sup>-1</sup> and 90 mg L<sup>-1</sup>; ethephon (ETH) at 100 mg L<sup>-1</sup>, 200 mg L<sup>-1</sup> and 300 mg L<sup>-1</sup>, and the control with water only.

The following variables were determined: a) plant height (cm); b) stem diameter (mm); c) chlorophyll content, measured indirectly as described by Uesugi et al. (2015), with a chlorophyll meter (SPAD-502), to calculate the SPAD index. Readings were made between 8 and 11 in the morning, at four points of the leaf (two points on each side) of each plant, and preferring the leaves in the middle third of the plants (Minolta, 1982); and d) peroxidase activity by Allain et al. (1974) methodology.

The statistical analysis was performed with software SAS, in which the means were compared by the Tukey test at 5% probability.

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

The results showed significant effects ( $p < 0.05$ ) of the various treatments on the study variables (Table 1).

The values of the coefficient of experimental variation (CV%) ranged from 4.5% to 6.4% for the studied traits, indicating good experimental accuracy (Garcia, 1989; Resende and Duarte, 2007). High sensitivity of canafistula to the inhibitor was observed for the paclobutrazol treatment, reducing plant growth by 73% when compared with the control treatment (Table 2).

The reduction in the gibberellin concentration in plant tissues promoted by paclobutrazol affects the processes of cell division and elongation. Consequently, the morphological effect on the plant is a growth reduction in terms of plant height (Salisbury and Ross, 2013).

Table 1. Summary of the analysis of variance and coefficients of variation of height (cm), root collar diameter (mm), chlorophyll content (SPAD), and peroxidase activity ( $\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$  decomp. g. mf<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) in 12-month-old *Peltophorum dubium* treated with various plant growth regulators.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de altura (cm), diâmetro do colo (mm), teor de clorofila (SPAD) e atividade da peroxidase ( $\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$  decomp. g. mf<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) em plantas com 12 meses de *Peltophorum dubium* tratadas com diferentes biorreguladores de crescimento.

SV	DF	Height (cm)	Diameter (mm)	Chlorophyll (index SPAD)	Peroxidase ( $\mu\text{moles}$ )
Treat.	9	2696.9**	72.42**	129.3**	0.074**
Rep.	2	25.8	1.62	32.0	0.009
Error	18	14.5	0.48	3.7	0.001
CV%		6.4	4.5	4.8	4.7

\*\*Significant at  $p < 0.05$  by the F test.

Table 2. Plant height (cm), stem diameter (mm), chlorophyll content (SPAD) and peroxidase activity ( $\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$  decomp. g. mf-1.min-1) in 12-month-old *Peltophorum dubium* plants treated with various plant growth regulators.

Tabela 2. Altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm), teor de clorofila (SPAD) e atividade da peroxidase ( $\mu\text{moles H}_2\text{O}_2$  decomp. g. mf-1.min-1) em plantas com 12 meses de *Peltophorum dubium* tratadas com diferentes biorreguladores de crescimento.

Treatments	Height (cm)	Diameter (mm)	Chlorophyll (index SPAD)	Peroxidase ( $\mu\text{moles}$ )
Control (T1)	75b	21.8a	37b	0.47d
PBZ = 100 mg L <sup>-1</sup>	21d	8.3c	51a	0.43d
PBZ = 200 mg L <sup>-1</sup>	20d	9.4c	52a	0.33e
PBZ = 300 mg L <sup>-1</sup>	20d	7.2c	56a	0.43d
GA3 = 30 mg L <sup>-1</sup>	87.6a	19.4b	39b	0.59c
GA3 = 60 mg L <sup>-1</sup>	96.0a	18.5b	41b	0.66b
GA3 = 90 mg L <sup>-1</sup>	93.6a	17.0b	32c	0.68b
Ethephon = 100 mg L <sup>-1</sup>	62.3c	18.5b	41b	0.70b
Ethephon = 200 mg L <sup>-1</sup>	64.7c	17.8b	42b	0.82a
Ethephon = 300 mg L <sup>-1</sup>	61.7c	17.8b	43b	0.43d
General mean	60.3	15.6	43.1	0.56

Means followed by the same letter in the column do not differ significantly by the Tukey test at ( $p < 0.05$ ) error probability.

The applications of gibberellic acid on canafistula plants increased height growth by 18%, suggesting that this plant growth regulator modulates height growth in plants.

In Joinville, Santa Catarina, Althaus-Ottmann et al. (2008) studied *Hemerocallis hybrida* under various GA3 concentrations in the summer, autumn and winter, without finding any significant answers regarding the growth in response to the application of the plant growth regulator; this suggested that different species respond differently to the exogenous application of these products. The main changes promoted by GA3 in canafistula were the elongation of internodes. This is in line with other results reported in the literature for several plant species (Silk and Jones, 1975; Moraes et al., 2013).

In addition to reducing the height of the plant, ethephon induced the death of apical buds and reduced the development of lateral buds. Gibberellic acid induced leaf bleaching, modifying the chlorophyll content. This confirmed findings of Adams et al. (1996), who studied sunflowers treated with gibberellic acid, and obtained plants with light green color. The amounts of chlorophyll

a, chlorophyll b, chlorophyll a + b, and total carotenoid content depends primarily on the applied plant growth regulator rate (Mansouri et al., 2011). A reduction in chlorophyll content in response to GA3 application was reported for several crop plants, e.g., peach (Monge et al., 1994), rice (Yim et al., 1997) and pea (Bora and Sarma, 2006).

Peroxidase activity was affected by the intermediate treatment of 200 mgL<sup>-1</sup> of paclobutrazol, while the reduction in growth was the same as that following the three paclobutrazol treatments. (Table 2).

This result disagrees with that of Denna and Alexander (1975), who stated that peroxidase production is inversely proportional to plant growth. Peroxidase activity varies with the tissue type and developmental stage of plants, and is inversely proportional to plant growth. This enzyme system was used as marker to study the hormonal control and growth processes of plants.

According to Siegel (1993), peroxidase activity might increase in plants subjected to various types of stress. With application of plant growth regulators at various concentrations in the treatments, we obtained values of peroxidase

activity of 0.33  $\mu$ moles for the application with inhibitor paclobutrazol up to 0.82  $\mu$ moles under the effect of ethephon.

#### 4 CONCLUSIONS

Plant growth regulators proved to be an alternative in the management of canafistula, because the application of gibberellic acid reinforced plant development and paclobutrazol was effective as a growth inhibitor.

#### 5 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are indebted to the leaders and monitors of the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), for granting us the opportunity to develop this research in forestry.

#### REFERENCES

ADAMS, B.D. et al. Using chlorophyll fluorescence to assess the fraction of absorbed light allocated to thermal dissipations of excess excitation. **Physiologia Plantarum**, v. 98, p. 253-264, 1996.

ALLAIN, C.C. et al. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, v. 20, p. 470-475, 1974.

ALTHAUS-OTTAMANN, M.M.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H.S. Crescimento de *Hemerocallis hybrida* cv. Graziela Barroso submetida à aplicação de ácido giberélico (GA3). **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 527-534, 2008.

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BORA, R.K.; SARMA, C.M. Effect of gibberellins acid and cycocel on growth, yield and protein content of pea. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 2, p. 324-330, 2006.

CASTRO, P.R.C. et al. **Biorreguladores na agricultura**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca (Série Produtor Rural, nº Especial). 2016. 154p.

DENNA, D.W.; ALEXANDER, M.B. The isoperoxidases of *Curcubita pepo* L. In: Market, C.L. **Isozymes II: physiological function**. New York: Academic Press, 1975. p.851-864.

DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2. ed. 2002. 65p.

FRANÇA, C.F.M. et al. Growth and quality of potted ornamental peppers treated with paclobutrazol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 3, p. 316-322, 2018.

GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. IPEF, Piracicaba. 1989, 12 p. (Circular Técnica 171).

JOSHI, G.; SHUKLA, A. Synergistic response of auxin and ethylene on physiology of *Jatropha curcas* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 23, p.67-77, 2011.

KLEIN, J. et al. Influence of physical protectors with different filters on the initial development of *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub seedlings. **African Journal of Agricultural**. v. 9, n. 42, p. 3126- 3132, 2014.

KUMAR, N.; ANAND, K.G.V.; REDDY, M.P. Plant regeneration of non-toxic *Jatropha curcas* - impacts of plant growth regulators, source and type of explants. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology**, v. 20, p. 125-133, 2011.

MANSOURI, H.; ASRAR, Z.; AMOROWICZ, R. The response of terpenoids to exogenous gibberellic acid in *Cannabis sativa* L. at vegetative stage. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 33, n. 4, p. 1085-1091, 2011.

MINOLTA, C. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Divisions. 1982. 22 p.

MONGE, E; AGUIRRE, R.; BLANCO, A. Application of paclobutrazol and GA3 to adult peach trees: effects on nutritional status and photosynthetic pigments. **Journal of Plant Growth Regulation**. v. 13, n. 1, p. 15-19, 1994.

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, 2012.

- MORAES, C.B. et al. Influência do uso de biorreguladores no crescimento de *Hymenaea courbaril*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 25, n. 2, p. 223-229, 2013.
- MORAES, C.B. et al. Variabilidade genética e alterações morfológicas em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* sob o efeito de paclobutrazol. **Revista Científica**, v. 42, p. 396-403, 2014.
- MÜLLER, E.M. et al. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. **Iheringia**, v. 71, n. 3, p.222-229, 2016.
- RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 182-194, 2007.
- RODRIGUES, L.C. et al. Effects of paclobutrazol on leaf anatomy and gas exchange of *Toona ciliata* clones. **Australian Forestry**. v. 79, n. 4, p. 241-147, 2016.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia das Plantas**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 774p.
- SANTOS, S.M.S. et al. Modulation of the initial growth of Eucalyptus clones using paclobutrazol: when smaller is better. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n.4, p. 610-616, 2018.
- SIEGEL, B.Z. 1993. Plant peroxidases: an organism perspective. **Plant Growth Regulation**, v.12, p. 303-312, 1993.
- SILK, W.K.; JONES, R.L. 1975. Gibberellin response in lettuce hypocotyls sections. **Plant Physiology**, v. 56, p. 267-272, 1975.
- TAIZ, T. et al. **Fisiologia Vegetal**. 6 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- UESUGI, G. et al. Utilização do SPAD-502 para a predição dos teores de nitrogênio em mudas de *Croton urucurana* Baill. **Revista do Instituto Florestal**, v. 27, n. 2, p. 177-181, 2015.
- YIM, K.O.; KWON, Y.W.; BAYER, D.E. Growth responses and allocation of assimilates of rice seedlings by paclobutrazol and gibberellin treatment. **Journal of Plant Growth Regulation**. v. 16, n. 1, p. 35-41, 1997.



## 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](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 publicadora 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](mailto: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<sup>-1</sup> em vez de mg/dia<sup>-1</sup>, µmol.min<sup>-1</sup> em vez de µmol/min<sup>-1</sup>.

### **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 Brasílica**, v. 21, n. 3, p. 553-573, 2007.

- **Trabalho Apresentado em Evento e Publicado em Anais**

GIANSANTE, A.E. et al. Sensoriamento remoto aplicado à proteção de mananciais: o caso do sistema Cantareira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17., 1993, Natal. **Anais...** Natal: ABES, 1993. v. 2, p. 657-659.

- **Legislação**

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Lex**: coletânea de legislação e jurisprudência, v. 70, p. 3145-3166, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual nº 53.494, de 2 de outubro de 2008. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas, as quase ameaçadas, as colapsadas, sobreexploradas, ameaçadas de sobreexploração e com dados insuficientes para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, v. 118, n. 187, 3 out. 2008. Seção I, p. 1-10.

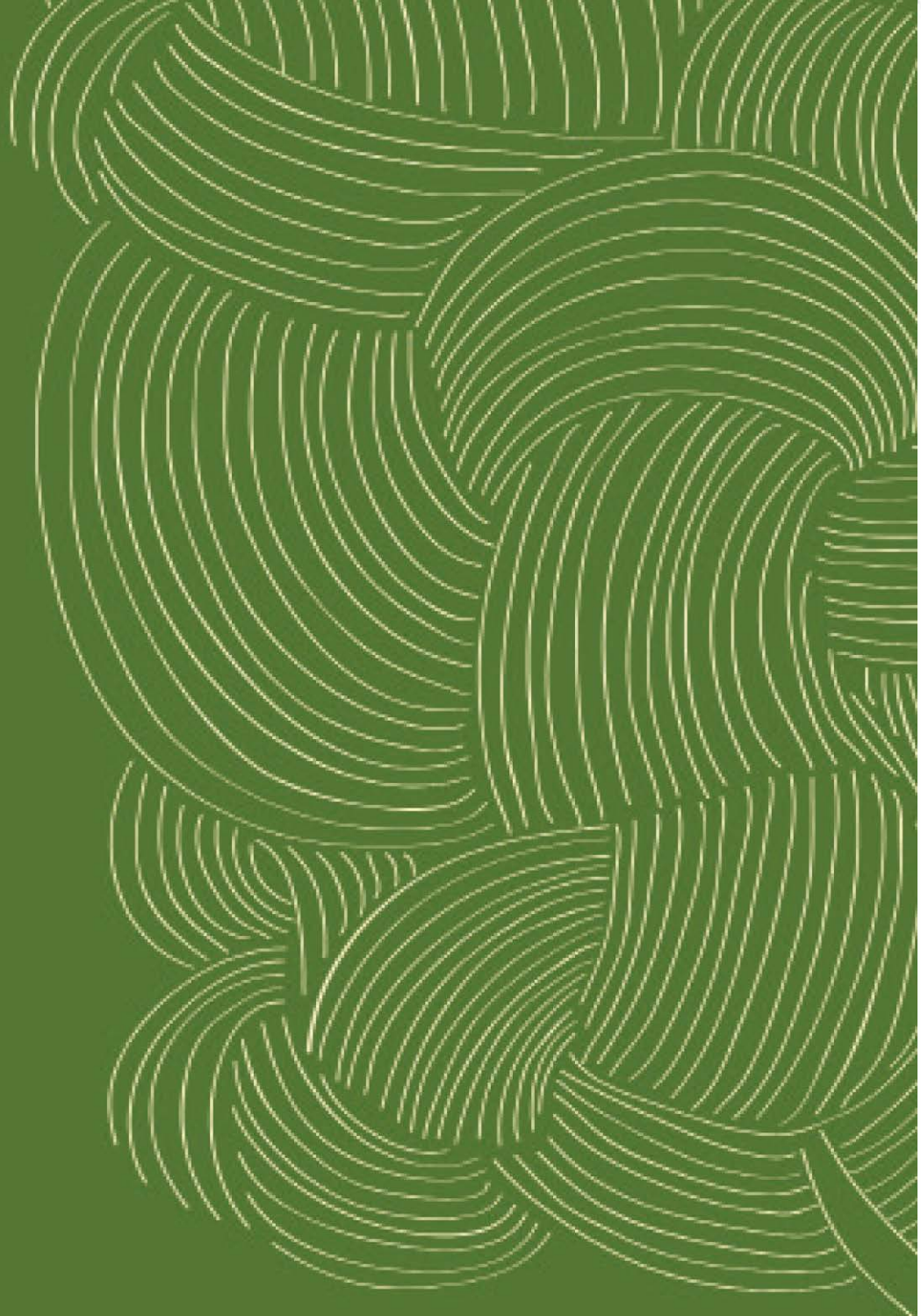
- **Mapa**

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, 1998. Escala 1:5.000.000.

- **Documento Obtido por Via Eletrônica**

CATHARINO, E.L.M. et al. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00306022006>>. Acesso em: 16 set. 2009.





**SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE**



**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**